



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

# **Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert**

55. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Bundesanstalt für  
Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung  
Technische Universität Dortmund  
4. - 6. März 2009

Bericht zum 55. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 4. - 6. März 2009  
an der Technischen Universität Dortmund, herausgegeben von der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V.

Dortmund: GfA-Press, 2009

ISBN 978-3-936804-07-9

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript gedruckt. Diese Schrift ist nur bei der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund, erhältlich.  
E-Mail: [gfa@ifado.de](mailto:gfa@ifado.de), Internet: [www.gfa-online.de](http://www.gfa-online.de)

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Martin Schütte**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, die Broschüre oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

Druck: City DRUCK, Heidelberg

Printed in Germany



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Jahresdokumentation 2009

# **Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert**

Bericht  
zum 55. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft  
vom 4. - 6. März 2009





## Inhaltsverzeichnis

### Plenarvorträge

Der Beitrag der Ressortforschung zur Lösung aktueller und zukünftiger arbeitswissenschaftlicher Probleme	15
<i>Isabel ROTHÉ</i>	
Arbeitsgestaltung und Produktivität im globalen Wettbewerb	19
<i>Jochen DEUSE, Julian SCHALLOW und Reiner SACKERMANN</i>	
Technik, Umwelt und Alter. Der Mensch im Mittelpunkt der Arbeitsforschung	25
<i>Edmund WASCHER</i>	
Dosismaxime und Energie-Äquivalenz bei der Beurteilung von Lärm sowie Physiologische Kosten von Schallbelastungen– Physikalische versus ergonomische Paradigmen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes	31
<i>Helmut STRASSER</i>	
Participatory Approaches and Future Developments in Product Ergonomics Design	43
<i>Kageyu NORO</i>	
Anforderungen an den Beitrag der Arbeitswissenschaft zur Lösung der betrieblichen Probleme	53
<i>Jürgen PFISTER</i>	

### Kognition, Alter und Technik

Kognition, Altern und Technik	61
<i>Edmund WASCHER, Gerhard RINKENAUER und Michael FALKENSTEIN</i>	
Entwicklung eines Aufmerksamkeitstests für die betriebsmedizinische Praxis	65
<i>Marino MENOZZI, Philippe BLUM und Alfred KNECHT</i>	
Altersabhängigkeit der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsverteilung im dreidimensionalen Raum	69
<i>Gerhard RINKENAUER und Marc GROSJEAN</i>	
Von den Grundlagen zur Anwendung: Kognitionspsychologische Forschung mit einem fixed-base Fahrsimulator	73
<i>Peter HOFMANN, Gerhard RINKENAUER, Dietmar GUDE und Marc TÖNNES</i>	
Alter und Doppeltätigkeit: eine Annäherung an die Fahrsituation	77
<i>Melanie HAHN, Michael FALKENSTEIN und Nele WILD-WALL</i>	
Comparison of a Head-Down Display (HDD) versus a Head-Up Display (HUD) in a simulated driving task: effects of ageing	81
<i>Ellen S. WILSCHUT, Gerhard RINKENAUER, Karel A. BROOKHUIS, and Michael FALKENSTEIN</i>	
Die Arbeitsmotivation älterer Beschäftigter: Differenzierung statt globalen Abbaus	85
<i>Christian STAMOV-ROßNAGEL</i>	

Einflussfaktoren auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Beschäftigten in der Automobil-Industrie	89
<i>Catharina STAHN</i>	
Geistige Leistungsfähigkeit und altersassoziierte Veränderungen: Kompensation und physiologische Kosten	93
<i>Gabriele FREUDE, Sergei A. SCHAPKIN und Udo ERDMANN</i>	
Technik für ältere und behinderte Menschen	97
<i>Christian BÜHLER</i>	
Kevin A. Lynchs Elemente mentaler Karten im Zeitalter Globaler Positionsbestimmungssysteme, Digitaler Karten und Navigationssysteme	101
<i>Thomas STÜDELI</i>	
Brain-Computer Interface: Von der Spielesteuerung zur Mensch-Computer-Interaktion?	105
<i>Michael DOMHARDT und Ludger SCHMIDT</i>	
Head-Up-Displays in Kraftfahrzeugen: Effekte vorbereitender Reize auf die Handlungsausführung bei einer Spurwechselaufgabe	109
<i>Dietmar GUDE, Peter HOFMANN und Gerhard RINKENAUER</i>	
Einfluss der Präsentationsformen auf die Fehlererkennung in der robotergestützten Montage mittels synthetischer Sichtsysteme	113
<i>Barbara ODENTHAL, Marcel Ph. MAYER, Wolfgang KABUSS, Bernhard KAUSCH und Christopher M. SCHLICK</i>	
Simulationsgestützte Prozessplanung für die flexible Mensch-Roboter-Kooperation	117
<i>Marcel Ph. MAYER, Barbara ODENTHAL, Marco FABER, Wolfgang KABUSS, Bernhard KAUSCH und Christopher M. SCHLICK</i>	
Arbeitswissenschaftliche Aspekte internationaler Wertschöpfungsketten	121
<i>Christine HOBELSBERGER, Klaus FISCHER und Klaus J. ZINK</i>	
Geschäftliche E-Mail-Kommunikation – Evidenz eines arbeitswissenschaftlichen Gestaltungsbedarfs	125
<i>Michael NIPPA</i>	
Teamorientiertes Wertstromdesign als Navigationswerkzeug im Produktivitätsmanagement	131
<i>Sascha STOWASSER</i>	
Ambient Intelligence – Arbeitsassistenzsysteme als Handlungsfeld für die Arbeitswissenschaft	135
<i>Armin WINDEL</i>	

## Arbeitsorganisation, Arbeitsgestaltung und Altern

Planung von Arbeitssystemen unter Berücksichtigung der Leistungsentwicklung einer alternden Belegschaft	141
<i>Gert ZÜLCH und Martin WALDHERR</i>	
Änderungen der menschlichen Leistungsfaktoren im Alter – Entwicklung eines interdisziplinären Altersmodells	145
<i>Mathias KEIL, Birgit SPANNER-ULMER und Christian SCHERF</i>	
Einflussfaktoren auf den Erhalt beruflicher Handlungskompetenz über die Spanne des Erwerbslebens – Alter vs. Arbeitsgestaltung	149
<i>Falk RICHTER</i>	

Industrierelevante körperliche Fähigkeiten von Werkern verschiedener Altersgruppen in der Automobil- und Zulieferindustrie – Methodik und Ergebnisse einer Feldstudie	153
<i>Holger RADEMACHER, Andrea SINN-BEHRENDT, Kurt LANDAU und Ralph BRUDER</i>	
Altersdifferenzierte Untersuchung zur ergonomischen Anpassung der Schriftgröße bei alternden Computernutzern	157
<i>Nicole SCHNEIDER, Sebastian VETTER, Bernhard KAUSCH und Christopher M. SCHLICK</i>	
Vorgehensweise zur Optimierung der Arbeitsorganisation in der ambulanten Pflege unter Einbeziehung mobiler Kommunikationstechnologien	161
<i>Petra BINZ und Thomas BRUNS</i>	
Unterstützung und Förderung von global agierenden Teams am Beispiel eines weltweit operierenden Konzerns	165
<i>Jana FÖRSTER, Ernst A. HARTMANN, Sonja SCHMICKER, Horst S. MARTIN und Karl-Albert BEBBER</i>	
Unternehmenskulturell verankerte Innovationsprojekte für KMU	169
<i>Yvonne PAARMANN, Ernst A. HARTMANN und Sonja SCHMICKER</i>	
Gestaltung flexibler Beschäftigungsmodelle und Personaleinsatzstrategien in kleinen und mittleren Unternehmen	173
<i>Sonja SCHMICKER und Silke SCHRÖDER</i>	
Innovationspotenziale zur Schaffung von Wertschöpfungspartnerschaften und Ressourcenmanagement im ländlichen und strukturschwachen Raum (InnoWert)	177
<i>Barbara BIERFREUND und Kirsten STAUBACH</i>	
Konzeption eines Anlaufmanagement-Systems	181
<i>Ulrike UNGER und Birgit SPANNER-ULMER</i>	
Entwicklung einer Methode zur Prognose von Anlernzeiten	185
<i>Tim JESKE, Sven HINRICHTSEN, Sven TACKENBERG, Sönke DUCKWITZ und Christopher M. SCHLICK</i>	
Innovationen in der High-Tech-Branche – Erste integro-Projektergebnisse	189
<i>Emanuel BEERHEIDE</i>	
Innovationsverhalten von Lowtech-Unternehmen und Innovationskooperation mit Hightech Partnern	193
<i>Eva KIRNER und Hartmut HIRSCH-KREINSEN</i>	
Führungskräfte in Innovationsprozessen: Neue Aufgaben für die Personal- und Organisationsentwicklung zur Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit	199
<i>Markus THOMZIK, Thomas KLEY und Christina LÜCKE</i>	
Zum Beitrag von Novizen an betrieblichen Innovationen: Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis	203
<i>Reiner SCHLAUSCH und Marc SCHÜTTE</i>	
Emotionsbezogenes Management von Innovationen	207
<i>Franz J. HEEG</i>	
 Beschäftigungsfähigkeit, Qualifizierung und Personalentwicklung	
Demografie 2.0 - Betriebliche Projekte zum Erhalt der Motivation "Mitten im Job"	213
<i>Helga UNGER, Sybille ADENAUER und Hans-Dieter SCHAT</i>	

Präventive Arbeitsgestaltung zur Förderung der Beschäftigungsfähigkeit in der IT-Wirtschaft im Kontext von Arbeitszeit, Gesundheit und Stress	217
<i>Ulrike HELLERT, Wolfgang SICHERT-HELLERT und Katja STRÄDE</i>	
Analysen zur Arbeitsunfähigkeit unter dem Aspekt des Erhalts von Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit	221
<i>Ingeburg SEIFFERT und Matthias MÖHNER</i>	
Berufliche Wiedereingliederung von Rehabilitanden nach beruflicher Umschulung und Kurzmaßnahmen	225
<i>Wolfgang SLESINA und Dirk RENNERT</i>	
Gut drauf für die berufliche Zukunft: Multimediale Software zur Verbesserung und zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit	229
<i>Yvonne FERREIRA und Verena BOPP</i>	
Beurteilung von Hebe- und Tragevorgängen im Rettungsdienst mit Hilfe des Mainz- Dortmunder-Dosismodells und der Leitmerkmalmethode	233
<i>Marian MISCHKE, Claus BACKHAUS und Wolfgang FRIESDORF</i>	
Software für alle – designed for all	237
<i>Katy VÖLKER</i>	
Vergleich der Belastungsermittlung bei Ganzkörper-Schwingungen mittels der Bewertung nach VDI 2057 mit einer kraftbezogenen Bewertung	241
<i>Martin FRITZ und Oliver GEISS</i>	
Integration of new ergonomic evaluation tools into MTMergonomics®	245
<i>Karlheinz SCHAUB, Gabriele CARAGNANO, Hans FISCHER, Rainer SCHOSNIG, Bernd BRITZKE und Ralph BRUDER</i>	
Produktion und Transport – gesund und sicher	249
<i>Sascha RÜLICHE, Sandra LAUMEN, Lars GERARDS und Lutz PACKEBUSCH</i>	
Computergestützte Beobachtung zur Analyse und Bewertung individueller Lernfortschritte, Weiterbildungsmaßnahmen sowie der Mensch-Instrument-Schnittstelle	253
<i>Carsten OSTENDORP, Gerhard HILDEBRANDT und Marc LAND</i>	
Analyse arbeitswissenschaftlicher Forschungsschwerpunkte auf Basis internationaler Zeitschriftenbeiträge	257
<i>Sven SEIBERT, Reinhold D. ANTRETTTER und Klaus J. ZINK</i>	
Personalmanagement in innovativen Unternehmen als Herausforderung für Führungskräfte	261
<i>Martin KRÖLL und Vanessa GAFFRON</i>	
Lebenszyklusorientierte Personalpolitik - ein innovatives Personalkonzept im demografischen Wandel	267
<i>Christiane FLÜTER-HOFFMANN</i>	
Zeitarbeit und deren spezifische Herausforderungen an Qualifizierung und Personalentwicklung	273
<i>Marisa KAUFHOLD und Bernd WOLF</i>	
Kompetenzentwicklung in Veränderungsprozessen beim Aufbau von Dienstleistungskompetenzen	277
<i>Ekkehard MUSOLD, Klaus FISCHER und Klaus J. ZINK</i>	
Neue Ansätze der akademischen Weiterbildung in KMU	281
<i>Stefan BRÄMER, Yvonne PAARMANN, Sören HIRSCH und Ernst A. HARTMANN</i>	

Ein Lernberaterkonzept für die arbeitsnahe Weiterbildung <i>Peter RÖBEN und Gerald DRESSEL</i>	287
Integration von Sicherheit und Gesundheitsschutz in geschäfts- und arbeitsprozessorientierten Qualifizierungsmaßnahmen <i>Peter KRAUSS-HOFFMANN, Wieland WETTBERG und Klaus PICKERT</i>	291
Fach- und Führungskräftenachwuchs in Zeiten des demographischen Wandels am Beispiel von Arbeitssicherheit <i>Sibylle PETERS</i>	297
Personalerhaltung von HochschulabsolventInnen in kleinen und mittleren Unternehmen <i>Franziska GENGE, Sibylle PETERS, Ernst-Andreas HARTMANN und Sonja SCHMICKER</i>	301
Strategieumsetzung im betrieblichen Gesundheitsmanagement mit Hilfe der Balanced Scorecard - Herausforderungen und Lösungsansätze <i>Péter HORVÁTH</i>	305
Evaluation als Steuerungsinstrument für einzelne und gebündelte Personalmaßnahmen <i>Joachim VOGT und Stefan PENNIG</i>	309
Präsentismus – Forschungsstand und Forschungserfordernisse <i>Claudia OLDENBURG</i>	313
Strategieorientierte Steuerung von betrieblicher Gesundheitsförderung am Beispiel eines Balanced-Scorecard-basierten Ansatzes <i>Birgit KÖPER</i>	317
Work-Life Balance aus der Perspektive erwerbsbiographischer Gestaltungsmodi im internationalen Vergleich <i>Simone KIRPAL</i>	321
Erfolgreiche Innovation mit älteren Belegschaften <i>Hans-Dieter SCHAT</i>	325
ZEuS: Ein altersgerechtes eLearning-Programm zum Zeit- und Selbstmanagement <i>Sonja BAUSCH, Katrin NOEFER, Ralf STEGMAIER und Karlheinz SONNTAG</i>	329
Leistungsentgelt – Entwicklungstendenzen in der M+E- Industrie <i>Joachim SCHAUER</i>	333
DGB-Index Gute Arbeit – Entwicklung und arbeitswissenschaftliche Potentiale <i>Tatjana FUCHS und Ernst KISTLER</i>	337
Der DGB-Index „Gute Arbeit“ – eine arbeitswissenschaftliche Bewertung <i>Jochen PRÜMPER und Gottfried RICHENHAGEN</i>	341
Zur Notwendigkeit der Integration von geringfügig Beschäftigten in die Stammbeslegschaft – Auswirkungen auf die Kooperationsbereitschaft der Stamm- und geringfügig Beschäftigten im Einzelhandel <i>Vicky HERMET</i>	345

## Arbeits- und Organisationsgestaltung

Gesundheit und Arbeitsbedingungen von Führungskräften auf der unteren und mittleren Hierarchieebene – Konsequenzen neuer Steuerungsformen <i>Barbara WILDE, Carolina BAHAMONDES-PAVEZ, Stephan HINRICHS und Heinz SCHÜPBACH</i>	351
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Nachhaltige Personal- und Organisationsentwicklung zur Vermeidung des Fachkräftemangels auf der „shop-floor“ Ebene	355
<i>Judith SCHULZ und Lars WINDELBAND</i>	
Altersheterogenität in Arbeitsgruppen: Chance oder Risiko? Die Rolle von Salienz und Konflikten in der Beziehung zwischen Altersheterogenität und Gruppeneffektivität	359
<i>Birgit Claudia BLACHNIK, Stefan DIESTEL, Jürgen WEGGE und Klaus-Helmut SCHMIDT</i>	
Beanspruchungswirkungen von Selbstkontrollanforderungen und Kontrolldefiziten bei der Arbeit	363
<i>Klaus-Helmut SCHMIDT und Stefan DIESTEL</i>	
Haupt- und Interaktionseffekte der Rollenambiguität und Selbstkontrollanforderungen	367
<i>Stefan DIESTEL und Klaus-Helmut SCHMIDT</i>	
Einfluß von Arbeitsplatzanforderungen auf kognitive Kontrollfunktionen bei älteren Beschäftigten Eine psychophysiologische Studie	373
<i>Patrick GAJEWSKI, Nele WILD-WALL und Michael FALKENSTEIN</i>	
Leitfaden zur Nacht- und Schichtarbeit 'Shiftwork and Health Impacts'	377
<i>Barbara GRIEFAHN und Beate BEERMANN</i>	
Gefährdungsbeurteilung von Arbeitszeit in Krankenhäusern: Ein excel-tool	381
<i>Kerstin HÄNECKE und Hiltraud GRZECH-SUKALO</i>	
Beeinträchtigungen der sozialen Teilhabe bei langen Arbeitszeiten	385
<i>Anna WIRTZ, Beate BEERMANN und Friedhelm NACHREINER</i>	
Validierung des Fatigue und des Risk Index zur Prognose gesundheitlicher Beeinträchtigungen	389
<i>Jana GREUBEL, Ole GIEBEL und Friedhelm NACHREINER</i>	
Zur Prognose gesundheitlicher Beeinträchtigungen anhand von Merkmalen des Arbeitszeitsystems – Kreuzvalidierung eines Risikoindexes	393
<i>Ole GIEBEL, Carsten SCHOMANN und Friedhelm NACHREINER</i>	

## Belastung und Beanspruchung

Psychische Beanspruchung bei informatorischer Arbeit unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit	399
<i>Stephan SANDROCK, Martin SCHÜTTE und Barbara GRIEFAHN</i>	
Fahrschläfrigkeit bei Reisebusfahrern	403
<i>Britta GEISLER, Katrin MEINKEN, Lorenz HAGENMEYER und Axel MUTTRAY</i>	
Zusammenhänge zwischen Arbeitsbedingungen, Work-Life-Balance und psychosomatischen Beschwerden der MitarbeiterInnen im Einzelhandel	407
<i>Anna IWANOWA, Christine UNTERRAINER und Bettina LAMPERT</i>	
Menschliche Fehler bei manuellen Rüstabläufen in der Serienfertigung	411
<i>Sascha WISCHNIEWSKI und Jochen DEUSE</i>	
Primärprävention durch konzeptive Ergonomie. Das Projekt KoBRA am Beispiel eines Unternehmensteilprojektes	415
<i>Michaela KUGLER, Karlheinz SCHAUB, Andrea SINN-BEHRENDT, Kazem GHEZEL-AHMADI, Max BIERWIRTH und Ralph BRUDER</i>	



Ist Lärm am Arbeitsplatz noch ein Thema?	419
<i>Patrick KURTZ</i>	
Hitzearbeitsplatz Sauna?	423
<i>Bernhard KAMPMANN und Bernhard KALKOWSKY</i>	
Ein Modell zur Vorhersage des Feuchtempfindens auf Fahrzeugsitzen bei Hitzebelastung	427
<i>Peter BRÖDE und Barbara GRIEFAHN</i>	
Subjektive Beurteilung der Arbeitsbedingungen in Tiefkühlzentren mit lagerspezifischen Arbeitsumgebungstemperaturen von +3°C und -24°C	431
<i>Karsten KLUTH, Mario PENZKOFER und Helmut STRASSER</i>	
Physiologische Auswirkungen von Kältearbeit bei +3°C bzw. -24°C auf den Blutdruck	437
<i>Mario PENZKOFER, Karsten KLUTH und Helmut STRASSER</i>	
Anthropometrische Daten in Normen als Grundlage für eine ergonomische Arbeitsgestaltung	443
<i>Hansjürgen GEBHARDT, Andreas SCHÄFER, Karl-Heinz LANG und Anja VOMBERG</i>	
Demografischer Wandel - Anforderungen zur ergonomischen Gestaltung von Produkten für Ältere	447
<i>Heiner W. MÜLLER-ARNECKE und Jens BOTCKE</i>	
Einflüsse altersabhängiger Veränderungen von Bedienpersonen auf die sichere Nutzung von Handmaschinen	451
<i>Stephan RIEDEL, Frank GILLMEISTER und Jens KINNE</i>	
Statische maximale Ganzkörper- und Hand-Fingerkräfte für realtypische Kraftausübungen für den montagespezifischen Kraftatlas	455
<i>Jurij WAKULA, Knut BERG, Karlheinz SCHAUB, Ralph BRUDER, Ulrich GLITSCH und Rolf ELLEGAST</i>	
Integration von Ergebnissen des montagespezifischen Kräfteatlanten in das Daimler Ergonomiewerkzeug EAB	461
<i>Karlheinz SCHAUB, Werner FRÖLICH, Kathrin REISCHKE, Ralf FRANKE, Manfred BECK, Jelena ZOKIC, Helmut SCHMIDT und Ralph BRUDER</i>	
Kumulative Wirbelsäulenbelastung bei Personen mit und ohne Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – Zusatzanalysen zur Deutschen Wirbelsäulenstudie	465
<i>Matthias JÄGER, Jürgen VOß, Ulrich BOLM-AUDORFF, Rolf ELLEGAST, Joachim GRIFKA, Martina MICHAELIS, Barbara SCHUMANN, Andreas SEIDLER und Alwin LUTTMANN</i>	
Ermittlung der Wirbelsäulenbelastung in manuellen Kommissioniersystemen	469
<i>Christian GOLDSCHIED, Jochen DEUSE und Matthias JÄGER</i>	
Wirbelsäulenbelastung beim Transfer von schwergewichtigen Patienten – Methodik und erste Ergebnisse	473
<i>Andreas THEILMEIER, Claus JORDAN, Norbert WORTMANN, Stefan KUHN, Alwin LUTTMANN und Matthias JÄGER</i>	
Einfluss der Körperhaltung auf die Kräfte in der Lendenwirbelsäule bei Ganzkörper-Schwingungen auf Containerbrücken	477
<i>Martin FRITZ und Klaus SCHÄFER</i>	
Welche beruflichen und individuellen Faktoren können im Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose stehen? Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie ArGon	481
<i>André KLUßMANN, Hansjürgen GEBHARDT, Matthias NÜBLING, Falk LIEBERS, Bertil BOUILLON, Monika A. RIEGER und die ArGon-Studiengruppe</i>	

Arbeitsbedingte Belastungen und ihre körperlichen, psychischen und sozialen Auswirkungen aus Sicht der Beschäftigten – Ergebnisse von Repräsentativbefragungen in NRW <i>Martin FIGGEN und Kai SEILER</i>	485
Verhältnisprävention in der Finanzverwaltung: Ein Ansatz zur Mitgestaltung der Arbeitsbedingungen durch die Beschäftigten <i>Peter GÖRG und Rainer WIELAND</i>	489
Lebensarbeitszeit von Polizeibeamten – Ergebnisse einer Pilotstudie <i>Friedhelm NACHREINER, Anna WIRTZ, Daniela BROWATZKI, Ole GIEBEL und Carsten SCHOMANN</i>	493
Stress und Burnout in der Erwerbsspanne – eine geschlechtsdifferenzierte Analyse bei IT-Fachleuten <i>Anja GERLMAIER und Erich LATNIAK</i>	497
Direkte, indirekte und Interaktionseffekte von Arbeitsbelastungen und Selbstkontrollanforderungen auf Indikatoren der Arbeitsbeanspruchung <i>Stefan DIESTEL und Klaus-Helmut SCHMIDT</i>	501
 <b>Arbeits- und Gesundheitsschutz</b>	
Anreizsysteme zur Verbreitung eines betrieblichen Gesundheitsmanagements – Ein Konzept für einen Anreizverbund <i>Achim MAIER, Martin J. THUL und Klaus J. ZINK</i>	509
Stufen der Veränderungsbereitschaft zur Unterstützung der betrieblichen Gesundheitsförderung bei Führungskräften <i>Stephan HINRICHS, Barbara WILDE, Carolina BAHAMONDES-PAVEZ und Heinz SCHÜPBACH</i>	513
Benchmarking in einem Gesundheitsnetzwerk: Projekt BiG <i>Veronika BÜCH, Eva-Maria SCHRAUB, Björn MICHAELIS, Ralf STEGMAIER und Karlheinz SONNTAG</i>	517
proLIFE – Medizinisches Dienstleistungssystem <i>Sabine KRAUSE und Birgit SPANNER-ULMER</i>	521
Entwicklung integrativer Präventionsansätze am Beispiel von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie <i>Gabriele WINTER, Karlheinz SCHAUB, Ralph BRUDER und Kurt LANDAU</i>	525
Minderung negativer Langzeitwirkungen bei sitzenden Arbeitstätigkeiten durch Vigilanz- und Konditionserkennung mit diskomfortbasierter Bewegungsstimulation <i>Torsten HAUBERT, Holger UNGER und Birgit SPANNER-ULMER</i>	529
Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten im Umsetzungsprozess <i>Marc-A. DANLOWSKI und Ulrike HELLERT</i>	535
Neue Managementmethoden – neue Belastungsformen? <i>Nick KRATZER, Wolfgang DUNKEL und Wolfgang MENZ</i>	539
Development of a flexible protective system for press-brakes using vision Part IV: Investigation on the error of the kinematic parameters <i>Nguyen Duy Phuong TRAN, Anh Dung NGO, Louis LAMARCHE and Phieu LE-HUY</i>	543
Management and Planning of Lockout Operations: The Case of a High Volume Packing Line <i>Malek MANSOUR, Sylvie NADEAU and Jean-Pierre KENNE</i>	547



Partizipatives Action Research als Methode zur Erhöhung der Compliance mit Arbeitssicherheitsbestimmungen	553
<i>Jens GRIGOLEIT, Sebastian WAGNER und Michael NIPPA</i>	
SOBANE – Eine lösungsorientierte Risikomanagementstrategie	557
<i>Hansjürgen GEBHARDT, Karl-Heinz LANG, Bernhard KAMPMANN und Jacques MALCHAIRE</i>	
Gefährdungsbeurteilung im Verkehrsgewerbe - Analyse des Ist-Zustandes	561
<i>Claus BACKHAUS, Andreas PATORRA, Uwe KALKREIBER, Holger SCHULZ, Christian FELTEN und Jörg HEDTMANN</i>	
Ist die Bildschirmarbeitsverordnung noch zeitgemäß? - Ansätze zu einer Regelung des betrieblichen Arbeitsschutzes für mobile IT-gestützte Arbeitsformen	565
<i>Markus KOHN und Roger STAMM</i>	
Bildschirmarbeit im Non-Office-Bereich – Umsetzung der BildschirmarbV an Beispielen aus den Bereichen Kliniken/Praxen sowie aus der Produktion	569
<i>Nathalie HENKE und Armin WINDEL</i>	
Risikobewertung von Licht emittierenden Dioden (LED)	573
<i>Ljiljana UDOVICIC, Marco JANSSEN, Günter OTT und Florian MAINUSCH</i>	

## Arbeitsgestaltung und Good Practice

Arbeitsgestaltung in der deutschen Automobilindustrie: Ergonomische Intervention am Beispiel der Getriebemontage	579
<i>Alonso ENRIQUEZ, Julia WEICHEL, Ekkehart FRIELING und Reinhard NÖRING</i>	
Prospektive Arbeitsgestaltung mit digitalen Menschmodellen – Validität der Ergonomiebewertung von simulierten Arbeitsabläufen in der Automobilmontage	583
<i>Lars FRITZSCHE und Ricardo JENDRUSCH</i>	
Entwicklung einer prozessoptimierten Fertigungslinie für Achsschenkel-Rohteile im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim	589
<i>Jörg METZLER und Matthias HILLECKE</i>	
Analyse, Optimierung und Neugestaltung von Prüfarbeitsplätzen für Pleuelstangen im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim der Daimler AG	593
<i>Mohamad ALI, Stefan HÄFELE, Matthias HILLECKE und Uwe DETTMER</i>	
Ergonomische Beurteilung von Montagetätigkeiten durch Motion-Capturing	597
<i>Thomas GUDEHUS, Jürgen KLIPPERT und Jürgen ZICK</i>	
Beratungs- und Unterstützungsangebote für die Arbeitszeitgestaltung und die Planung von Schichtarbeit in der Produktion	601
<i>Carsten SCHOMANN, OLE GIEBEL und Friedhelm NACHREINER</i>	
INQA-Vorhaben „Betriebliche Beratungs- und Unterstützungsangebote zur Prävention von Beschwerden des Hand-Arm-Systems“	605
<i>Silke PARITSCHKOW, Wilfried PRESCHER, Martin SCHMAUDER und Ralf BRUDER</i>	
Erhalt der Erwerbsfähigkeit von Mitarbeitern in der physischen Logistik vor dem Hintergrund des demographischen Wandels	609
<i>Dennis WALCH und Willibald A. GÜNTHER</i>	

Sicheres Arbeiten im europäischen Gastgewerbe – Gute Praxis aus dem EU-HORECA-Projekt <i>Dietmar ELSLER</i>	613
Messungen der Schärfenbereiche von Brillen für den Bildschirmarbeitsplatz <i>Wolfgang JASCHINSKI und Claudia HAENSEL</i>	617
365 Tage im Jahr - Arbeitszeiten in der Landwirtschaft - <i>Hiltraud GRZECH-SUKALO und Kerstin HÄNECKE</i>	621
Berufliche Kompetenzen von Auszubildenden zum Elektroniker <i>Bernd HAASLER und Felix RAUNER</i>	625
An Ergonomic Evaluation of Kitchen Knife Handles through Pressure Distribution Measurement on Surface Contact Areas <i>Kageyu NORO</i>	629
Fortschreibung des BAuA-Ergonomie-Kompandiums zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten <i>Tobias BLEYER</i>	633
Einfluss der Bauform auf das Bedienkomfortempfinden von rotatorischen Stellteilen zur Klimaregelung in Kfz <i>Bernhard KAUSCH, Mark SPINGLER und Christopher M. SCHLICK</i>	637
Untersuchungen zu Datenbrillen bei Kommissioniertätigkeiten <i>Rupert REIF und Willibald A. GÜNTNER</i>	641
Untersuchung zur Lernbarkeit des Tiefensehens bei Video-Endoskopie unter verschiedenen Aufsichtswinkeln – Training mit oder ohne Rückmeldung – <i>Felix KLIMMER</i>	645

## Methodische Entwicklungen

Die Cortisol-Aufwachreaktion: ein möglicher Indikator der physiologischen Anpassung an Nachtarbeit <i>Barbara GRIEFAHN und Sibylle ROBENS</i>	653
Änderung der Cortisolruhephase bei Nachtarbeit in Abhängigkeit von der zirkadianen Phasenlage <i>Anna ZIMMERMANN, Sibylle ROBENS und Barbara GRIEFAHN</i>	657
Herausforderungen bei der kombinierten Erfassung physischer und psychischer Belastungen <i>Maria SCHMIDT und Birgit SPANNER-ULMER</i>	661
Entwicklung eines Kraftbewertungsverfahrens im Rahmen des montagespezifischen Kräfteatlas <i>Karlheinz SCHAUB, Knut BERG, Juri WAKULA, Ulrich GLITSCH, Rolf ELLEGAST und Ralph BRUDER</i>	665
Motion Capturing Verfahren und ihre Eignung zur ergonomischen Bewertung von Tätigkeiten in der Automobilmontage <i>Jürgen KLIPPERT, Thomas GUDEHUS und Jürgen ZICK</i>	669
Prüfung der inhaltlichen Struktur der Schätzskaalen des BMS-Fragebogens <i>Martin SCHÜTTE, Stephan SANDROCK und Barbara GRIEFAHN</i>	673

Die Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Erfassung soziomoralischer Ressourcenpotentiale in Unternehmen	677
<i>Wolfgang G. WEBER, Armin PIRCHER-VERDORFER und Sarah SEYR</i>	
Zur Validität von Multisource-/Multirater-Feedbacks – eine generalisierbarkeitstheoretische Reanalyse auf Faktorenebene	681
<i>Jörg VON ASCHWEGE, Friedhelm NACHREINER und Martin SCHÜTTE</i>	
Zur Reliabilität von Videoanalysen zur Ermittlung von Fahrerschläfrigkeit	685
<i>Axel MUTTRAY, Oliver WEIRICH, Jean-Baptist DU PREL, Katrin MEINKEN, Britta GEIßLER und Lorenz HAGENMEYER</i>	
Normgerechte Durchführung von Blickerfassungsexperimenten nach ISO/TS 15007-2:2001	689
<i>Christian LANGE und Heiner BUBB</i>	

## Arbeit und Umwelt

Interne und externe Perspektiven auf ein domänenorientiertes Prozessmanagement	697
<i>Jörg BECKER, Katrin BERGENER, Milan KAROW, Felix MÜLLER-WIENBERGEN und Axel WINKELMANN</i>	
Ergonomische Untersuchung eines Tischkonzeptes mit nach vorn geneigter PC-Tastatur-Auflagefläche	701
<i>Verena BOPP, Marianela DIAZ ZELEDON, Yvonne FERREIRA und Ralph BRUDER</i>	
Der Klimaindex UTCI - Multivariate Analyse der Reaktion eines thermophysiologischen Simulationsmodells	705
<i>Peter BRÖDE, Dusan FIALA, Bernhard KAMPMANN, George HAVENITH, Gerd JENDRITZKY und COST 730 Working Group</i>	
Der Klimaindex UTCI - Validierung der Vorhersagen eines thermophysiologischen Simulationsmodells der menschlichen Beanspruchung als Funktion von Hitze und Feuchte	709
<i>Bernhard KAMPMANN, Peter BRÖDE, Dusan FIALA, Raija ILMARINEN, George HAVENITH und Gerd JENDRITZKY</i>	

## Forum Arbeitsphysiologie

Gibt es eine Veränderung der kognitiven Leistung durch lokale Reizstoffe? – Experimentelle Untersuchung zu Acetaldehyd	715
<i>Kathrin HEY, Stefan KLEINBECK, Michael SCHÄPER, Ernst KIESWETTER, Meinolf BLASZKEWICZ, Anna ZIMMERMANN, Klaus GOLKA und Christoph VAN THRIEL</i>	
Welche beruflichen und individuellen Faktoren können im Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose stehen? Design der Fall-Kontroll-Studie ArGon	719
<i>André KLUßMANN, Hansjürgen GEBHARDT, Matthias NÜBLING, Falk LIEBERS, Bertil BOUILLON, Monika A. RIEGER und die ArGon-Studiengruppe</i>	
Mobiles Online-Erfassungssystem für arbeitsphysiologische Untersuchungen	723
<i>Sebastian NEUBERT, Dagmar ARNDT, Mohit KUMA, Matthias WEIPPERT, Kerstin THUROW und Regina STOLL</i>	
Geschlechtseffekte und Korrelate im Burnouterleben sächsischer Lehrkräfte	727
<i>Katrin NEUSTADT und Reingard SEIBT</i>	

Kommissionierarbeit in Kälte – Subjektives Erleben und physiologische Beanspruchungsreaktionen	733
------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

*Mario PENZKOFER, Karsten KLUTH und Helmut STRASSER*

Objektive und subjektive Messungen zur bequemen vertikalen Blickneigung	739
-------------------------------------------------------------------------	-----

*Franziska SCHULZ und Wolfgang JASCHINSKI*

## Workshopbeiträge

Stellenwert und Bandbreite arbeitsorganisatorischer Leitbilder	745
----------------------------------------------------------------	-----

*Uwe DECHMANN, Arno GEORG und Gerd PETER*

Organisationale Achtsamkeit als Leitprinzip für intendierten Unternehmenswandel	749
---------------------------------------------------------------------------------	-----

*Guido BECKE*

Evidenzbasiertes Management gegen Organisationsmoden und -mythen	753
------------------------------------------------------------------	-----

*Peter BRÖDNER*

Arbeitspolitische Strategieansätze – Versuch einer Typologie	757
--------------------------------------------------------------	-----

*Klaus PICKSHAUS und Hans-Jürgen URBAN*

Forschungskonzepte für die Zukunft	761
------------------------------------	-----

*Ekkehart FRIELING*

Welcher Forschungsbedarf leitet sich aus den vorliegenden arbeitsbezogenen politischen Konzeptionen ab?	767
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

*Eleftheria LEHMANN und Kai SEILER*

Vorstand der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V.	773
---------------------------------------------------------	-----

Stichwortverzeichnis	775
----------------------	-----

Autorenverzeichnis	785
--------------------	-----

## **Plenarvorträge**



# Der Beitrag der Ressortforschung zur Lösung aktueller und zukünftiger arbeitswissenschaftlicher Probleme

Isabel ROTHE

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel Weg 1-25, 44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die BAuA als Ressortforschungseinrichtung ist ein Bestandteil der arbeitswissenschaftlichen Landschaft in Deutschland. Ihr primäres Ziel ist das vorausschauende Erfassen zukünftiger Handlungsfelder im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Dabei gilt es, neue Entwicklungen, Risiken oder gesundheitliche Gefährdungen möglichst frühzeitig zu erkennen. Bestandteil ihres Zielsystems ist, anders als beispielsweise bei den universitären Institutionen, die wissenschaftsbasierte, neutrale Beratung politischer Gremien. Sie entwickelt ihre Schwerpunktthemen aus dem Zusammenspiel von hoheitlichen Aufgaben und wissenschaftlichen Dienstleistungen für Politik und Gesellschaft. Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, muss die BAuA auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik sein, langfristig angelegte eigene Forschung betreiben sowie eng mit der scientific community verzahnt sein. Sowohl für den Bereich von Forschung und Entwicklung als auch im Wissenstransfer und insbesondere im Bereich der Politikberatung sind hohe Qualitätsanforderungen an die Arbeitsergebnisse der BAuA zu stellen. Dazu gehört sowohl die Einhaltung der von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) geforderten Regeln guter wissenschaftlicher Praxis als auch die Evaluation der Einrichtung.

**Schlüsselwörter:** Ressortforschung, Forschungsqualität, Zielstellung im Bereich Arbeitswissenschaft.

## 1. Einleitung

Mit der gleichen Selbstverständlichkeit mit der im Bereich der Bundesbehörden der Begriff „Ressortforschungseinrichtung“ verwandt wird, ist davon auszugehen, dass dieser Begriff für viele im Forschungsbereich Tätige nicht selbsterklärend ist. Um die Möglichkeiten und Grenzen der Ressortforschung im Allgemeinen und die der BAuA im Besonderen bezüglich ihres Beitrags zur Lösung arbeitswissenschaftlicher Fragestellungen einordnen zu können, ist es notwendig, die bestimmenden Aspekte der Ressortforschung zu definieren, um im Anschluss daran einen aktuellen Bezug zur Arbeit der BAuA herzustellen.

## 2. Ressortforschung und ihr Auftrag

Die Ressortforschungseinrichtungen sind Forschungseinrichtungen des Bundes oder der Länder. Sie sind in die jeweiligen Geschäftsbereiche der einzelnen Fachministerien (Ressorts) eingebunden. In diesem Kontext haben sie die Aufgabe, wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die jeweiligen Ministerien zu

erarbeiten und hoheitliche Aufgaben (z. B. in den Bereichen Prüfung, Zulassung und Risikobewertung) wahrzunehmen. Mit der zunehmenden Dynamik der gesellschaftlichen Entwicklung und der veränderten Arbeits- und Lebensbedingungen sowie durch die Herausforderungen der globalisierten Ökonomie nimmt der Bedarf an wissenschaftlich fundierter Beratungsleistung in der Politik kontinuierlich zu. Es ist Aufgabe der Ressortforschung aktuelle gesellschaftliche, technologische und wirtschaftliche Fragestellungen frühzeitig aufzugreifen und notwendige Handlungsoptionen zu entwickeln. Dabei steht das pro-aktive Erkennen zukünftiger Handlungsfelder im Vordergrund.

## *2.1 Definition und Zielsetzung*

An der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik muss die Ressortforschung besonderen Anforderungen genügen. Sie muss

- problemorientiert und praxisnah sein
- interdisziplinär ausgerichtet sein
- Übersetzungsleistung aus der Wissenschaft in die Anwendung erbringen
- kurzfristig abrufbare (arbeits-)wissenschaftliche Kompetenz vorhalten
- langfristig angelegte Fragestellungen forschungsbasiert bearbeiten
- im Spannungsfeld Wissenschaft - Politik aktionsfähig sein.

Damit definieren sich auch ihre Leistungsbereiche:

- Forschungs- und Entwicklungsleistungen
- Wissenschaftliche Beratungs- und Informationsleistungen
- Wissenschaftsbasierte Dienstleistungen.

Im Bereich der Forschung kommt den Ressortforschungseinrichtungen eine spezifische „Antennenfunktion“ zu. Sie müssen vorausschauend die Bereiche identifizieren, die momentan „noch“ keinen aktuellen Handlungsbedarfs bzw. Regelungsbedarf erfordern, die aber mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eine zukünftige Herausforderung darstellen. Hier kommt der Vorlaufforschung eine besondere Bedeutung zu. Um in diesem Bereich dem Anspruch der dauerhaften Sprachfähigkeit im Beratungskontext zu genügen, ist es notwendig, dass die Mitarbeiter der Ressortforschungseinrichtung selber wissenschaftlich tätig sind. Diese Eigenforschung kann oder muss je nach Themenbereich und Komplexität durch extramurale Forschung ergänzt werden.

Grundlegende Anforderung an jegliche Forschungsvorhaben sowohl Eigen- als auch Fremdforschung ist das Erfüllen definierter Qualitätsstandards wissenschaftlicher Arbeit. Anders als vielfach angenommen, kommt der Qualitätsdebatte für Ressortforschungseinrichtungen ein zunehmend hoher Stellenwert zu. Gesicherte wissenschaftliche Qualität ist eine zwingende Voraussetzung für wissenschaftsbasierte Beratungs- und Informationsleistungen im Rahmen der Politikberatung und sichert letztlich deren Neutralität.

## **3. Die arbeitswissenschaftliche Forschung der BAuA**

Der BAuA als Ressortforschungseinrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) kommt die Aufgabe zu, das Ministerium zu Fragen von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie zur menschengerechten Gestaltung von Arbeit zu beraten. Der arbeitswissenschaftliche Kontext des Gegenstandsbereichs ist damit sehr breit und interdisziplinär angelegt. Dabei reicht das Aufgabenspektrum der BAuA von der Politikberatung und der dazugehörigen Vorlaufforschung über die Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben bis hin zum Transfer in die betriebliche Praxis mit Bildungs- und Vermittlungsarbeit, die in der Deutschen Arbeitsschutz Ausstellung (DASA) geleistet wird.

Die Forschung der BAuA konzentriert sich dabei auf eine langfristig angelegte strate-



gische Programmforschung und systematische Aktivitäten zur vorausschauenden wissenschaftlichen Erfassung und Bewertung relevanter Trends und Entwicklungen. Im Vordergrund stehen die Veränderungen in der Arbeitswelt und ihre Auswirkungen auf die Gestaltung der Arbeit und die Beschäftigungsfähigkeit der Mitarbeiter. Im Bereich neuer Technologien verfügt die BAuA über eine langjährige Expertise zur Risikoforschung zu physischen, chemischen und biologischen Einflussfaktoren sowie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Für die zukünftige Arbeit stehen die Anforderungen, die sich aufgrund der neuen Informationstechnologien ergeben, und mögliche Risiken für die Beschäftigten durch Nanotechnologie im Fokus.

Ausbauen wird die BAuA zukünftig ihre Aktivitäten im Themenbereich „Psychische Belastungen vor dem Hintergrund neuer Arbeitsformen“. Insbesondere für den Bereich der neuen Arbeitsformen fehlen nicht selten theoretische Konzepte zur Beschreibung des Wirkzusammenhangs zwischen psychischen Belastungen sowie Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Ziel von Forschungs- und Entwicklungsprojekten der BAuA wird es sein, Methoden zur Bewertung und Gestaltung psychischer Belastung weiter zu entwickeln und zu etablieren. Mit dem Fokus des langfristigen Erhalts der Beschäftigungsfähigkeit wird die BAuA ebenfalls Forschungen zur Frage des Zusammenhangs fördernder Arbeitsbedingungen zum Erhalt und zur Steigerung der kognitiven und emotionalen Leistungsfähigkeit weiter intensivieren.

Auch die Frage der multifaktoriellen Genese arbeitsbedingter Erkrankungen wird ein weiterer Schwerpunkt in der Arbeit der BAuA sein. Arbeitsbedingte Erkrankungen sind nicht selten durch eine Kombination verschiedener Risikofaktoren bedingt. Wie bei der Frage der kombinierten Belastungen stellt sich auch hier die Frage der spezifischen Interaktionen der einzelnen Faktoren in Bezug auf die Entwicklung von Erkrankungen. Schwerpunkte der BAuA-Forschung werden auf Grund des hohen Präventionspotentials und der damit möglichen ökonomischen Entlastung der sozialen Sicherungssysteme und der Betriebe die arbeitsbedingten Erkrankungen des Muskel-Skelett- und des Herz-Kreislauf-Systems sein.

#### **4. Entwicklungsprojekte**

Die Entwicklungsaktivitäten der BAuA greifen aktuelle Fragestellungen der Politik, aktuelle Veränderungen des Rechtsrahmens im europäischen und nationalen Raum, der betrieblichen Praxis sowie neue Erkenntnisse der Forschung auf und überführen diese auf der Grundlage des aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes kurz- und mittelfristig in zielgruppengerechte Lösungen/Produkte.

Entwicklungsaktivitäten erfolgen möglichst in enger Kooperation mit den Zielgruppen/zukünftigen Nutzern oder werden durch externe Projektbeiräte begleitet. .

#### **5. Transfer in die betriebliche Praxis**

Für die Ressortforschung sind Aufgaben im Bereich des Transfers als bedarfsorientierte und praxisgerechte Übersetzung von Rechtsvorschriften und wissenschaftlichen Erkenntnissen in Hilfestellungen und Handlungsanleitungen für Unternehmen, Beschäftigte und Beratungseinrichtungen von besonderer Bedeutung. Zielstellung ist es, die Transferaktivitäten als integralen Bestandteil aller Produktentwicklungen der BAuA von Anfang an bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit zu planen. Dazu gehören die zielgruppenspezifische Aufbereitung der Inhalte und die Schaffung geeigneter Distributionswege.

Die Schwerpunkte der Transferaktivitäten orientieren sich – basierend auf den Aufga-

ben einer Ressortforschungseinrichtung – an den aktuellen Entwicklungen in der Politik (Gesetzesänderungen, Regeln, Verordnungen, Initiativen etc.) sowie an den hoheitlichen Aufgaben.

## **6. Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben**

Die BAuA ist, wie andere Ressortforschungseinrichtungen auch, mit hoheitlichen Aufgaben betraut, die sich aus der Schutzfunktion des Staates gegenüber dem Menschen oder der Umwelt ableiten. Schwerpunkte bilden die gesetzlichen Aufgaben zum Vollzug chemikalienrechtlicher Bestimmungen, die Unterstützung der für die Marktaufsicht zuständigen Behörden und die Informations- und Meldeverpflichtungen im Bereich der Produktsicherheit. Im Rahmen dieser Aufgaben beeinflusst die BAuA sehr unmittelbar und mit hoher Verbindlichkeit die Unternehmens- und Arbeitschutzpraxis insbesondere im Schwerpunktbereich der Chemikalien.

Für die verantwortungsvolle Wahrnehmung der hoheitlichen Aufgaben muss die BAuA auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik sein. Daher ist die Verzahnung dieser Aufgaben mit den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der BAuA von großer Bedeutung. Diese fachliche Fundierung der hoheitlichen Aufgaben sichert auch die erforderliche Neutralität der BAuA.

## **7. Bildungs- und Vermittlungsarbeit – DASA**

Als interaktive Bildungseinrichtung bietet die Deutsche Arbeitsschutzausstellung (DASA) als eines der wenigen großen Ausstellungshäuser zur Arbeitswelt einen didaktischen Erlebnis- und Erfahrungsort für die Vermittlung präventiven Denkens und Handelns im Bereich von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Durch die Einbindung in die BAuA ist eine produktive Verzahnung mit den Bereichen der Wissensgenerierung gegeben. Mit ihrer Methode des informellen und non-formalen Lernens besteht ihre Vermittlungskompetenz sowohl im Orientierungs- als auch im Handlungswissen und ergänzt damit das Qualifizierungsangebot der BAuA.

## **8. Fazit**

Die BAuA als Forschungseinrichtung des Bundes übernimmt im Rahmen der arbeitswissenschaftlichen Forschung eine wichtige Aufgabe, indem sie aufgrund ihrer spezifischen Rahmenbedingungen langfristige Forschungsfragen verfolgen kann. Die Zusammenführung verschiedener wissenschaftlicher Fachdisziplinen ermöglicht einen integrativen Blick auf unterschiedliche Aspekte der Arbeits- und Lebenswelt. Gleichzeitig ist sie durch ihre Anbindung an die politischen Handlungsfelder und ihren hoheitlichen Auftrag in der Lage auf der Basis wissenschaftlicher Kompetenz Erkenntnisse aus dem Wissenschaftsbereich in politische Handlungsoptionen zu übersetzen.

# Arbeitsgestaltung und Produktivität im globalen Wettbewerb

Jochen DEUSE, Julian SCHALLOW und Reiner SACKERMANN

*Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme, Technische Universität Dortmund,  
Leonhard-Euler-Straße 5, D-44227 Dortmund*

**Kurzfassung:** Verschärfte Wettbewerbsbedingungen auf globalen Märkten zwingen Unternehmen zur Anpassung ihrer Arbeitsgestaltungsleitsätze. Derzeit werden Ansätze entwickelt, die von einer Rückbesinnung auf tayloristische Elemente der Arbeitsgestaltung bis hin zu neuartigen Synthesen unterschiedlicher, bekannter Gestaltungsansätze reichen. Besonders unter den veränderten demografischen Bedingungen wie alternden Belegschaften und verlängerter Lebensarbeitszeit muss zusätzlich die Frage der langfristigen Beschäftigungsfähigkeit im Kontext dieser Gestaltungsansätze diskutiert werden. Erste Denkanstöße hierzu soll die folgende Auseinandersetzung mit bestehenden Gestaltungsparadigmen liefern.

**Schlüsselwörter:** Paradigmen der Arbeitsgestaltung, Taylorismus, Humanisierung der Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit.

## 1. Einleitung

Im Zuge der zunehmenden Globalisierung hat sich das wirtschaftliche Umfeld für die Unternehmen grundlegend verändert. Ein erhöhter wirtschaftlicher Druck auf europäische Unternehmen, z. B. durch geringe Lohnkosten in Schwellenländern, führt zu einer Fokussierung auf Erfolgsfaktoren wie kurze Produkteinführungszeiten, hohe Qualität und Individualisierung von Produkten. Dies macht eine strategische Anpassung der unternehmerischen Handlungsleitsätze erforderlich.

Ein wesentliches Element dieser Anpassungsreaktion ist die Neuausrichtung der Arbeitsgestaltung. Hinzu kommen insbesondere in den Industrieländern neue Anforderungen an die Arbeitsgestaltung durch den demografischen Wandel. Da für viele Unternehmen vergleichbare Herausforderungen bestehen, sind ähnliche Anpassungsreaktionen innerhalb einer Branche zu erwarten. Zusätzlich werden etablierte Prinzipien im Sinne des Best-Practice oft nachgeahmt, wodurch die Neigung zu vergleichbaren Lösungsansätzen verstärkt wird. Im Ergebnis ist ein deutlich erkennbares Muster der Prinzipien der Arbeitsgestaltung unter den jeweiligen wirtschaftlichen Bedingungen erkennbar.

Die je Zeitspanne charakteristische Ausprägung der Prinzipien kann als vereinheitlichendes Element und damit als Paradigma der Arbeitsgestaltung einer Epoche bezeichnet werden. Im Folgenden werden diese charakteristischen Gestaltungsprinzipien aus arbeitswissenschaftlicher Sicht gegenübergestellt und analysiert. Hiermit soll der Zusammenhang zwischen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und den resultierenden Gestaltungsparadigmen in der Vergangenheit veranschaulicht werden. Daraus können Handlungsbedarfe für die Arbeitsgestaltung der Zukunft abgeleitet werden.

## 2. Historie der Arbeitsgestaltungsparadigmen

Die vor allem mit dem Namen F. W. Taylor verbundene Entwicklung der wissenschaftlichen Betriebsführung – bekannt als Taylorismus (Taylor 1977) – bildet die Basis des Industrial Engineering und damit vieler späterer Konzepte der Arbeitsgestaltung. Ausgehend von der These, die vorwiegend handwerklich geprägte Arbeitsgestaltung mit nur groben Planungsvorgaben sei nicht ausreichend, gestaltet Taylor eine neue Form der detaillierten Planung von Arbeitsabläufen. „Es gibt genau eine beste Methode zur Erfüllung einer Arbeitsaufgabe, welche sich mit Hilfe der wissenschaftlichen Betriebsführung ermitteln lässt“, gilt neben der strengen Trennung von Hand- und Kopfarbeit als Kernaussage Taylors. Die Ermittlung der besten Arbeitsmethode sieht Taylor als primäre Aufgabe der Betriebsleitung. Zur Realisierung werden Tätigkeiten in kleine Arbeitsschritte eingeteilt und detaillierte Bewegungs- und Zeitstudien durchgeführt. Die Durchsetzung eben dieser Arbeitsmethode in der täglichen Arbeit soll durch eine systematische Auswahl, Erziehung und Weiterbildung der Produktionsmitarbeiter erreicht werden. Die Vorgabe einer Arbeitsmethode und damit eines definierten Arbeitspensums ermöglicht eine leistungsbezogene Entlohnung als Hauptmotivationselement. Für die Mitarbeiter bedeuten diese präzisen Vorgaben eine Einschränkung der individuellen Gestaltungsspielräume. Zugleich steigt aber die Verantwortung der Betriebsleitung bei der Festlegung der Arbeitsmethode.

Nach Taylor haben vor allem F. B. Gilbreth und H. B. Maynard die analytische Arbeitsgestaltung weiterentwickelt. F. B. Gilbreth und seine Frau Lilian gelten als Begründer des Bewegungsstudiums (Gilbreth 1921). Es gelingt ihnen 17 grundlegende Bewegungselemente zu definieren, aus welchen sich jeder beliebige Arbeitsablauf zusammensetzen lässt. Sie erkennen, dass die erforderliche Arbeitszeit im Wesentlichen von diesen Bewegungselementen, und damit der Arbeitsmethode, abhängt. Diese Gliederung von Arbeitsabläufen bildet die Grundlage späterer Methoden zur Sollzeitermittlung, woraus sich die Systeme vorbestimmter Zeiten (SvZ) entwickelten. Anhand der Zerlegung von Arbeitsabläufen in Bewegungselemente und unter Berücksichtigung zeitbestimmender Einflussgrößen werden so Sollzeiten ermittelt (Maynard 1948). Der Fokus dieser Systeme liegt somit eindeutig auf einer Standardisierung der Arbeit.

Unter anderem inspiriert durch die Ideen Taylors, prägt H. Ford in der Ford Motor Company ein Arbeitsgestaltungsparadigma, welches heute als Fordismus bezeichnet wird (Hirsch & Roth 1986). Das Konzept setzt voraus, dass der Markt eine strikte Beschränkung der Produktvarianten erlaubt. Hierdurch eröffnet sich die Möglichkeit zur Verwendung standardisierter Bauteile und zur Festlegung eines streng standardisierten Arbeitsablaufes. Dies ermöglicht es, eine stark artteilige Organisationsform gepaart mit einem kontinuierlichen Produktfluss – die damals revolutionäre Fließbandarbeit – zu etablieren. Die standardisierten Prozesse erlauben eine tiefgehende Analyse der Arbeitsabläufe und zusätzlich eine optimale Anpassung der Betriebsmittel an diese. Für die Mitarbeiter bedeutet dies kurzzyklische, taktgebundene und stark repetitive Arbeitsinhalte unter eher geringer Berücksichtigung ergonomischer Aspekte, kompensiert durch vergleichsweise hohe Entlohnung.

Ein neues Paradigma wird von A. P. Sloan bei General Motors geprägt. Sloan verzichtet auf die strikte Beschränkung des Produktspektrums. Mit einer Art Plattformsystem erhöht er die Varianz des Portfolios. In einer Matrixorganisation organisiert er die Autoproduktion in Automarken und fördert nach dem Prinzip der Artteilung die Dezentralisierung von Unternehmensaufgaben und Verantwortungsbereichen. Die Steuerung der verteilten Bereiche erfolgt durch das Führen mit Kennzahlen (mana-

gement by objectives). Die Fokussierung auf Kennzahlen hat häufig eine Verringerung der Managementverantwortung für die Produktionsprozesse zur Folge, kann aber auch die Gestaltungsspielräume des Mitarbeiters vergrößern.

Veränderte Rahmenbedingungen ergeben sich während des Zweiten Weltkriegs durch den Arbeitskräftemangel. Die amerikanische Regierung legt daher mit Training Within Industry (TWI) ein Programm zur Qualifizierung von Arbeitskräften für die Rüstungsindustrie auf. Wegen der kurzen Dauer des TWI-Programmes wird die Bedeutung häufig unterschätzt. Den Mitarbeitern werden darin neben dem Wissen über die auszuführende Arbeit auch Wissen über die Verantwortlichkeiten, Fähigkeiten zum Anleiten anderer Mitarbeiter sowie Führungsqualitäten vermittelt. Der einzelne Mitarbeiter soll sich auf seine Arbeit fokussieren, aber den Gesamtzusammenhang erfassen. Hiermit ist die Motivation des Menschen zur Durchführung einer Arbeitsaufgabe ein Kernelement des Gestaltungsparadigmas (Graupp & Wrona 2006). In den USA wird das Programm direkt nach dem Zweiten Weltkrieg als nicht länger notwendig erachtet und eingestellt.

Diese Reaktion unterscheidet sich wesentlich von der Entwicklung, die sich in Deutschland vollzogen hat. Der als Wirtschaftswunder bezeichnete schnelle Wiederaufbau und der wirtschaftliche Aufschwung der Bundesrepublik Deutschland trotz zerstörter Industrie und Infrastruktur, ist vor allem auf die liberale Wirtschaftspolitik zurückzuführen. Diese fördert Eigeninitiative und eigenständiges, unternehmerisches Handeln. Als Konsequenz gelingt es, die Produktion stetig zu steigern und international wettbewerbsfähig zu werden. Diese Entwicklung wird von einer starken intrinsischen Motivation der Mitarbeiter im Streben nach der Verbesserung ihrer Lebenssituation getragen. Die Arbeitsgestaltung erlangt einen hohen Stellenwert, was sich insbesondere an dem breiten Einsatz der REFA-Methodenlehre zeigt.

Als Konsequenz der eher tayloristisch geprägten Arbeitsgestaltung werden Ende der 60er Jahre vermehrt die negativen Auswirkungen dieser Gestaltungsparadigmen an der starken Unzufriedenheit von Arbeitnehmern deutlich. Unter den positiven wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wird die Vereinbarkeit von Humanisierung der Arbeit und Rationalisierung der Arbeitsvorgänge optimistisch eingeschätzt. Flexible und selbstbestimmte Arbeitszeiten, autonome Gruppenarbeit, Arbeitsbereicherung und Enthierarchisierung sind typische Gestaltungsansätze dieser Periode, die allgemein als „Humanisierung der Arbeit“ bezeichnet werden. Insbesondere die autonome Gruppenarbeit lässt sich mit der Managementphilosophie des Führens durch Kennzahlen ideal vereinbaren; die Führungskräfte entbinden sich damit der operativen Verantwortung für die Produktionsprozesse.

Einen anderen Weg als die deutsche Industrie beschreitet die japanische Industrie nach dem Zweiten Weltkrieg, geprägt vor allem durch Toyota. Aufgrund unzureichender Finanzmittel und geringer Marktkapazitäten wird dort auf äußerst flexible und durchlaufzeitoptimierte Produktionssysteme gesetzt. Dies führt zu einem schnellen Rückfluss der eingesetzten Ressourcen und sichert so das wirtschaftliche Überleben des Unternehmens. In der Synchronisierung der Arbeitsabläufe und deren Standardisierung sowie der Vermeidung von Fehlern und Verschwendung finden sich wesentliche Elemente der Arbeitsgestaltungsparadigmen nach Taylor und Ford, allerdings im Kontext einer anderen Managementphilosophie. Das Toyota Production System (TPS) ist nicht die viel zitierte Rückkehr zum Taylorismus. Insbesondere die Qualifizierung der Mitarbeiter zur kontinuierlichen Verbesserung der Produktionsprozesse bildet die Basis des als TPS weltweit bekannten Paradigmas (Ohno 1993). Für den Mitarbeiter bedeutet dies ein stetiges Streben nach dem Idealzustand und damit beharrliche Anstrengungen zur Verbesserung der Prozesse.



### 3. Fazit und Handlungsbedarf

Moderne Gestaltungsansätze sind, wie bereits in früherer Zeit, vermehrt in der Automobilindustrie zu finden. Die deutschen Unternehmen orientieren sich dabei stark an den Prinzipien des TPS, kopieren jedoch oft nur die sichtbaren Elemente wie Kanban oder Standardisierte Arbeit. Der wirkliche Kern des TPS, das Führungssystem, welches den Motor zur kontinuierlichen Verbesserung bildet, wird in der Regel nicht erkannt. Die sichtbaren Elemente, welche bei Toyota nur temporäre Zielzustände sind, werden zum Selbstzweck und geben vordergründig dem TPS den Anschein tayloristischer Prägung. Exemplarisch sei die Einführung des Eintakters bei der Daimler AG erwähnt (Hawranek 2008). Hierbei wurden Teilaspekte des TPS, gepaart mit modernen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen, unter unternehmensspezifischen Gestaltungsansätzen umgesetzt. Auch das Auto 5000-Projekt der VW-AG adaptiert Teilaspekte des TPS, kombiniert diese jedoch insbesondere mit Prinzipien der Arbeitsstrukturierung wie Autonomie, Job Enrichment, Job Enlargement (Huber 2006). Beide Initiativen sollen unter Nutzung der Methoden des Industrial Engineering die Wirtschaftlichkeit der Produktion erhöhen und so der globalisierten Wirtschaft Rechnung tragen.

Die Entwicklung der Paradigmen der Arbeitsgestaltung zeigt eine deutliche Abhängigkeit von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Unternehmen und Branchen. In Zeiten starken wirtschaftlichen Drucks, wie bei dem Entstehen des TWI-Programms, des Wirtschaftswunders oder auch der Konzeption des TPS, ist eine verstärkte Fokussierung auf die detaillierte Gestaltung der Arbeitsmethode zu beobachten. Der individuelle Gestaltungsspielraum der Mitarbeiter wird in diesen Phasen nur bedingt gefördert. In den durch geringeren wirtschaftlichen Druck geprägten Zeiten entstehen demgegenüber Gestaltungsansätze, welche die individuellen Bedürfnisse des Menschen im Arbeitssystem stärker in den Mittelpunkt stellen, wie dies bei der „Humanisierung der Arbeit“ zu erkennen ist.

Diese Interpretation lässt leicht die Schlussfolgerung entstehen, Beschäftigungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit seien konträre Ziele, welche je nach wirtschaftlichen Randbedingungen unterschiedlich gewichtet werden. Die historischen Beispiele lassen jedoch auch einen anderen Schluss zu. So ermöglichten die Organisationsformen Fords und besonders die Maßnahmen des TWI-Programms nicht nur Facharbeitern sondern einer breiten Bevölkerungsschicht die industrielle Erwerbstätigkeit. Ebenfalls ist zu bedenken, dass auch bei Toyota die Mitarbeiter bis zum Ende ihrer Lebensarbeitszeit beschäftigt werden. Welcher Weg aber als zukunftssträchtiger für die Entwicklung des Produktionsstandortes Deutschland ist, sollte ebenso Gegenstand der Diskussion sein, wie die Entwicklung weiterer Alternativen. Die Arbeitswissenschaft nimmt im Spannungsfeld zwischen Beschäftigungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit eine Schlüsselrolle ein. Es muss ihre Aufgabe sein, mit innovativen Lösungen beiden Anforderungen gerecht zu werden.

### 4. Literatur

1. Taylor, F.W. 1977, Principles of Scientific Management, in das Deutsche übersetzt von Roeseler, R. 1913, Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. Weinheim: Beltz.
2. Gilbreth, F.B. 1921, Bewegungsstudien. Berlin: Verlag Julius Springer.
3. Maynard, H.B., Stegemerten, G.J. & Schwab, J.L. 1948, MTM Methods-Time Measurement. London: McGraw-Hill.

4. Hirsch, J. & Roth, R. 1986, Das neue Gesicht des Kapitalismus - Vom Fordismus zum Post-Fordismus. Hamburg: VSA-Verlag.
5. Graupp, P. & Wrona, R.J. 2006, The TWI Workbook: Essential Skills for Supervisors. New York: Productivity Press.
6. Ohno, T. 1993, Das Toyota-Produktionssystem. Frankfurt: Campus.
7. Hawranek, D. 2008, Neues Takt-Gefühl, Der Spiegel, 33, 76-77.
8. Huber, B. 2006, Fertigungsperspektiven in Deutschland – Arbeitspolitik als Beitrag zu einer mitbestimmten Unternehmenspolitik In: M. Schumann, M. Kuhlmann, F. Sanders & J. Sperling (Hrsg.), VW Auto 5000: Ein neues Produktionskonzept: Die deutsche Antwort auf den Toyota Weg? Hamburg: VSA-Verlag.





# Technik, Umwelt und Alter. Der Mensch im Mittelpunkt der Arbeitsforschung

Edmund WASCHER

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystrasse 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Das IfADo ist in seiner Tradition stets den Entwicklungen der Arbeitswelt gefolgt. Es versteht sich jedoch vor allem – ganz nach dem Motto der Leibniz Gemeinschaft – als Brücke zwischen Grundlagenwissenschaften und Anwendung. Auf diesem Hintergrund betreibt es eine auf den Menschen zentrierte Erforschung moderner Arbeitssituationen in einem breiten Spektrum von Disziplinen. Es werden Belastungen und die Grundlagen menschlicher Leistung von der Zellebene bis zur sozialen Interaktion am Arbeitsplatz betrachtet. Hier wird dieses Vorgehen exemplarisch an einem Forschungsstrang dargestellt, der den alternden Menschen im Mittelpunkt sieht, dessen Grundprinzipien sich allerdings in viele Bereiche moderner Arbeitsumgebungen generalisieren lassen.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsforschung, Altern, Informationsverarbeitung, technische Arbeitsumgebungen.

## 1. Einleitung

Die Geschichte des IfADo ist lang und wechselhaft. 1912 als Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie in Berlin gegründet, wechselte es 1929 in das Ruhrgebiet, nach Dortmund, in die räumliche Nähe zur Stahl- und Montanindustrie. Körperliche Belastungen und Ernährung lagen für lange Zeit im Mittelpunkt des Forschungsinteresses. Mit der Eingliederung der früheren „Abteilung für Arbeitspsychologie an der Deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie“ unter der Leitung von Otto Graf noch im Jahr des Umzuges wurde der Bedeutung psychischer Belastungen im Arbeitsleben Rechnung getragen. Anfang der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts wurde das Fächerspektrum des Instituts durch einen Lehrstuhl für Toxikologie erweitert.

Aufgrund der wirtschaftlich-technischen Entwicklung vollzieht sich ein Wandel von der Arbeits- zur Dienstleistungsgesellschaft. Damit hat sich auch das IfADo gewandelt, um den Anforderungen einer modernen Arbeitswelt besser gerecht zu werden. So hat sich neben den Themen auch der Name (jetzt: Leibniz-Institut für Arbeitsforschung) verschoben. Aktuell sind die Kompetenzen vor allem in folgenden Themenbereichen gebündelt:

- Der arbeitende Mensch in technischen Umgebungen
- Herausforderung Arbeit und Altern
- Äußere und innere Faktoren für Wohlbefinden und Leistung bei der Arbeit
- Gifte am Arbeitsplatz und deren Wirkung

## 2. Bestandsaufnahme

Auch wenn die physikalische Belastung noch immer einen Kernaspekt der ergo-

nomischen Forschung am Institut darstellt, so haben doch kognitive Aspekte im Laufe der Zeit einen immer höheren Stellenwert erhalten. Im Folgenden wird am Beispiel des alternden Arbeitnehmers dargestellt werden, wie gesellschaftliche und technische Entwicklungen in der Arbeit ineinandergreifen und wie das Institut sich dieser Herausforderung annimmt. Das herausgegriffene Thema stellt jedoch auch einen Modellfall für eine Reihe an Problemen moderner Arbeitswelt dar.

## *2.1 Der demographische Wandel und Arbeit*

Es ist kein neues Thema der Arbeitsforschung, dass durch die zunehmende Alterung neue Situationen auch in der Arbeitswelt entstehen, welche als Belastung, aber auch als Chance gesehen werden können. Infolge des Geburtenrückgangs kann die Arbeitswelt nicht mehr, wie früher, auf ältere Arbeitnehmer verzichten. Die längeren Verweildauern in der Arbeit ermöglichen es Arbeitgebern, auf viel gewachsene Kompetenz in einem Betrieb zurück greifen zu können, mitunter führen sie jedoch auch dazu, dass die Altersheterogenität in Arbeitsgruppen steigt, womit die Gefahr produktionshemmender Konflikte zunimmt (Wegge et al. 2008). Kritisch im Zusammenhang von Arbeitseffizienz und Alter scheint auch die zirkadiane Rhythmik zu sein. Die Verschiebung des Leistungsmaximums auf frühere Tageszeiten macht älteren Arbeitnehmern vor allem bei der Schichtarbeit Probleme (Griefahn 2007).

Neben diesen eher generellen Aspekten von Arbeit und Altern beschäftigt sich das IfADo zunehmend mit den Anforderungen an die Informationsverarbeitung in modernen technischen Arbeitsumgebungen, der Notwendigkeit, sich in neue Arbeitssituationen einzubringen und lebenslang zu lernen.

## *2.2 Technische Umwelt*

Es ist eine unübersehbare Tatsache, dass technische Geräte immer stärker sowohl das Berufsleben als auch den Alltag prägen. Der Umgang mit einem PC, das Führen eines Fahrzeugs, die Bedienung eines Mobiltelefons, die Arbeit in einem modernen Operationssaal, all dies sind Situationen, in denen Menschen mit technischen Systemen interagieren. Der Umgang mit technischen Systemen ist offensichtlich nicht mehr auf wenige, spezialisierte Berufsgruppen beschränkt, sondern dringt in alle Lebensbereiche ein. Die Bemühungen der Industrie, immer neue und technisch aufwändigere Geräte auf den Markt zu bringen, lassen die Entwicklungszyklen immer kürzer werden. Dadurch eilt in manchen Bereichen die technische Entwicklung der Evaluation der Nutzbarkeit beziehungsweise Benutzerfreundlichkeit weit voraus. Dies führt einerseits zu Gefahrenpotenzialen, aber auch dazu, dass sehr hilfreiche Technik nicht in dem Ausmaß genutzt wird, wie dies sein könnte (Wickens & Hollands 2000).

## **3. Identifikation und Untersuchung der Grundfunktionen**

Die teilweise Inkompatibilität von Mensch und Technik ist ein zentrales Thema der psychologischen Arbeitsforschung. Die Beschäftigung mit diesem Thema kann dabei sehr problemorientiert sein, indem man an einem spezifischen Arbeitsplatz (technischem Gerät) Verbesserungen vornimmt, die es dem Einzelnen ermöglichen, sowohl die Belastung zu verringern als auch die Leistung zu verbessern. Nachhaltiger ist es allerdings, das Defizit in seinen Grundlagen zu evaluieren und daraus generelle Prin-

zipien abzuleiten. Evident wird dieses Problem in all den Situationen, in welchen von menschlichem Versagen gesprochen wird. Kann man die Ursachen einer Fehlfunktion einem Element der Interaktion zuschreiben, wenn wir die Fehlerursachen gar nicht vollständig verstehen?

Allgemein bekannt sind die Gedächtnisprobleme älterer Menschen, deren Ursachen weitgehend ungeklärt sind. Resultieren sie alleine aus der Unfähigkeit, Inhalte zu behalten? Neue Untersuchungen in diesem Zusammenhang deuten darauf hin, dass bei Anwesenheit von Ablenkinformation (die ständig präsent ist) das Gedächtnisdefizit in seinen Ursachen nicht bei der Abspeicherung von Informationen liegt, sondern in einer Unfähigkeit, irrelevante Signale zu kontrollieren (Gazzaley et al. 2005). Gedächtnisprobleme scheinen also eher das Resultat einer Informationsüberlastung zu sein, die aufgrund defizitärer zentraler Kontrolle entsteht. Diese Störung wirkt sich auf viele Bereiche der Informationsverarbeitung aus.

Diese exekutive Kontrolle stellt eine kognitive Kernfunktion dar, welche es ermöglicht, relevante Information von irrelevanter zu trennen, zwischen unterschiedlichen Aufgaben zu wechseln, Fehler zu erkennen und zu korrigieren u.s.w.. Viele dieser Prozesse sind Grundlage für höhere kognitive Funktionen, wie z. B. das Gedächtnis. Sie werden durch neuronale Netzwerke realisiert, an denen wesentlich der präfrontale Kortex beteiligt ist. Dieser reift in der Kindheit am spätesten aus und zeigt im Alter als erster einen Abbau (Raz et al. 1999).

Die genaue Analyse derartig zentraler Funktionen kann helfen, mit dem Alter entstehende Defizite genauer zu beschreiben und auch Vorhersagen zu machen, wie sich alternde Menschen in informationsreichen Situationen zurecht finden werden. Dieser Gedanke wird im IfADo konsequent verfolgt. Um Probleme bei der Kontrolle von Informationen von Wahrnehmungs- und Bewegungsdefiziten zu trennen, werden zusätzlich zu einer Reihe experimenteller Verfahren elektrophysiologische Maße (EEG) eingesetzt. Mit Hilfe dieser sehr umfassenden Herangehensweise kann gezeigt werden, dass die Reizverarbeitung in ihren grundlegenden Mechanismen im Alter keineswegs generell gestört ist, sondern in speziellen Fällen sogar verbessert sein kann (z. B. Yordanova et al. 2004). Die Störung durch irrelevante visuelle wie auditorische Signale im Alter nimmt jedoch deutlich zu (Mager et al. 2007; Mager et al. 2005). In einer aktuellen Studie fanden wir Evidenz dafür, dass bei älteren Menschen die Tendenz dazu besteht, irrelevante Information überzubewerten, wodurch sich erst nach längerer Bearbeitungszeit die Informationsverarbeitung auf die relevanten Inhalte richten kann (Wild-Wall et al. In Vorbereitung). Dieser letzte Befund zeigt, dass im Kern meist kein Problem vorliegt, solange der ältere Mensch ausreichend Zeit zum Handeln hat. Ist dies nicht der Fall, wie dies z. B. im Straßenverkehr auftreten kann, dann treten Fehler auf, die durchaus kritisch sein können (Wilschut et al. 2008).

Grundsätzlich scheinen sich ältere Menschen ihres Defizits in der Informationsverarbeitung jedoch durchaus bewusst zu sein. Nicht nur, dass sie belastende Situationen (zum Beispiel Autofahrten bei Nacht) zu vermeiden versuchen, auch auf einer makroskopischen Ebene neigen sie dazu, Genauigkeit bei der Lösung einer Aufgabe zugunsten der Geschwindigkeit zu präferieren (Wild-Wall et al. 2008). Durch effiziente Kontrolle der Aufmerksamkeit können Einschränkungen der kognitiven Kontrolle bereits auf sehr basaler Ebene kompensiert werden (Wild-Wall et al. 2008). So können sie in vielen Bereichen, auch in der Arbeit, durch ihre Erfahrung Leistungen zeigen, welche die jüngerer Menschen sogar übersteigen kann. Allerdings kann man davon ausgehen, dass Kompensation Energie kostet (z. B. Wild-Wall et al. 2007) und daher keine ideale Lösung des Defizitproblems ist.

## 4. Interventionsmöglichkeiten

### 4.1 Training

Situationen, welche für die Informationsverarbeitung problematisch sein können, lassen sich aber nicht nur durch Vermeidung verhindern oder durch Erfahrung und strategische Veränderungen der Informationsverarbeitung kompensieren, es besteht auch die Möglichkeit, kognitive Prozesse zu trainieren (z. B. Bherer et al. 2005). Hier ist allerdings zu beachten, dass die Leistungsverbesserung meist auf die trainierte Funktion beschränkt bleibt (z. B. Ball et al. 2002). Aus diesem Grunde erscheint es ratsam, die kognitive Leistungsfähigkeit auf einer sehr breiten Basis zu trainieren, um so eine globale Leistungssteigerung zu erreichen. Eine oft nicht beachtete Möglichkeit kognitive Leistungsfähigkeit zu trainieren stellt die tägliche Arbeit dar. Intensive langjährige kognitiv anspruchsvolle Aktivität in Alltag und Beruf scheint kognitive Kompetenz zu fördern und kognitiven Abbau zu verringern (z. B. Hultsch et al. 1999).

Aber nicht nur geistige Beschäftigung, sondern auch körperliche Fitness spielt eine große Rolle beim Erhalt kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter. Aerobes Training fördert die geistige Leistungsfähigkeit auf einer breiten Basis, vor allem jedoch im Bereich der exekutiven Kontrollfunktionen, die im Alter besonders beeinträchtigt sind (Colcombe & Kramer 2003).

Basierend auf diesen Befunden laufen zur Zeit am IfADo eine Reihe von Studien, welche die Veränderung kognitiver Funktionen und ihrer neurophysiologischen Grundlagen sowohl durch berufliche und individuelle Einflussfaktoren, aber auch durch physisches und kognitives Training untersuchen.

### 4.2 Anpassung technischer Geräte

Denkt man nur an die Vermeidung offensichtlich defizitärer Funktionen, dann kann man versuchen, jedes technische System einfach so weit zu reduzieren, dass ein bestimmter Arbeitsablauf von einem gut trainierten Benutzer ohne große Fehlerhäufigkeit bedient werden kann. In manchen Kontexten kann dies durchaus sinnvoll sein, in anderen schränkt es jedoch die Möglichkeiten des Bedieners stark ein und kann sogar so aufwändig sein, dass sich die Anpassung nicht lohnt. So verfügt jeder handelsübliche PC über eine Vielzahl an Funktionen, welche von den meisten Nutzern nie verwendet werden. Diese große Anzahl an Möglichkeiten stellt meist kein Problem dar, da sie ignoriert werden kann. Für manche Nutzer wird sie aber zu einer unüberwindbaren Schranke. Es ist nicht die zu kleine Schrift und die ungewohnte und motorisch aufwändige Benutzung der Maus (beide Probleme lassen sich in den meisten Systemen durch „Accessibility Tools“ mindern), die viele ältere Menschen von der Benutzung dieser Geräte abhält, nein die meisten haben Angst davor, etwas falsch zu machen.

Generelle Anpassungen von technischen Geräten an die Bedürfnisse älterer Menschen haben sich bislang am Markt nicht durchgesetzt, da sie vom Gedanken getragen waren, Funktionen weitgehend einzuschränken. Das sieht nach Behinderung aus und wird daher abgelehnt. Wenig Funktionen sind kein Kaufargument, auch wenn die vielen nicht benötigten Funktionen potenziell stören. Ein möglicher Weg zu mehr Benutzbarkeit muss also darin liegen, technische Geräte besser an den Nutzer, seine Fähigkeiten und Defizite anzupassen. Dazu ist die kognitive Grundlagenforschung eine wichtige Basis, da nur sie die Möglichkeit gibt, diese Anpassungen gezielt und generalisiert vorzunehmen.

Ein gutes Beispiel hierfür ist die Positionierung eines Computermonitors auf dem Schreibtisch. Auch wenn diese korrekt und nach allen Angaben vorliegender DIN-Normen vorgenommen wird, kann es passieren, dass der Benutzer den ganzen Tag mit dem Kopf im Nacken davor sitzt und sich Abends fragt, warum der Kopf schmerzt. Dies wird jedem passieren, der eine Gleitsichtbrille hat und diese auch bei der Arbeit am Computer trägt. Die Lösung dieses Problems ist ebenso einfach wie effizient. Wird der Monitor so stark geneigt, dass er sich dort befindet, wo man ein Blatt Papier zum Lesen halten würde, so kann eine entspannte Kopfhaltung eingenommen werden. Dies ist eine effiziente Anpassung einer technischen Umgebung an ein Defizit, das im Alter entsteht, aber nicht behindern muss. Das Ziel ist es, diesen Gedanken in möglichst vielen technischen Umgebungen einzubringen und letztendlich bei individualisierten Systemen anzukommen, welche die Stärken und Schwächen des Benutzers kennen.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Die demographische Entwicklung erfordert es, dass sich die Arbeitsforschung der Herausforderung Altern annimmt. Ältere Arbeitnehmer sind nicht einfach „altes Eisen“, sondern können, wenn ihre Fähigkeiten gesehen werden, viel zum Erfolg eines Unternehmens beitragen. Dazu ist es allerdings notwendig, dass man Stärken und Schwächen erkennt und in der Gestaltung des Arbeitsplatzes darauf eingeht.

Das IfADo hat durch seine interdisziplinäre Struktur die Möglichkeit, sich diesem Thema umfassend anzunehmen. Es ist nicht nur in der Lage, Defizite aufzuzeigen, sondern sowohl deren Ursache in einer fundierten Weise zu evaluieren als auch Ideen für die Gestaltung von Arbeitsplätzen zu generieren, die sich sehr spezifisch dem alternden Menschen annehmen. Darüber hinaus werden Wege aufgezeigt, wie man geistige und körperliche Leistungsfähigkeit über ein Arbeitsleben hinweg erhalten und fördern kann.

Auch wenn Altern ganz im Zentrum dieses Beitrages steht, so versteht sich das IfADo nicht als Institut für Alternsforschung. Altern ist einer von vielen Faktoren, welche sich auf Arbeitszufriedenheit und Arbeitsleistung auswirken können. Daneben haben Lärm, chemische Substanzen, Ermüdung und anderes Auswirkungen, die möglicherweise in ihren Wirkmechanismen mit dem Altern vergleichbar sind. Das macht das Altern – zumindest auf Verhaltensebene – zu einer Art Modellfall, auf dem eine Reihe anderer Forschung aufbauen kann. Nicht umsonst taucht zumindest in der kognitiven Ergonomie immer wieder der Leitspruch auf: „Design for elderly = design for all“. In diesem Sinne sehen wir es als eine unserer Aufgaben an, auf Basis eines umfassenden Ansatzes, technische Umgebungen in einem sehr generellen Sinn zugänglicher zu machen.

## 6. Literatur

1. Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K.F., Jobe, J.B., Leveck, M.D., Marsiske, M., Morris, J.N., Rebok, G.W., Smith, D.M., Tennstedt, S.L., Unverzagt, F.W. & Willis, S.L. 2002, Effects of cognitive training interventions with older adults: a randomized controlled trial, *Journal of the American Medical Association*, 288, 2271-2281.
2. Bherer, L., Kramer, A.F., Peterson, M.S., Colcombe, S., Erickson, K. & Becic, E. 2005, Training effects on dual-task performance: are there age-related differences in plasticity of attentional control?, *Psychological Aging*, 20, 695-709.



3. Colcombe, S. & Kramer, A.F. 2003, Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study, *Psychological Science*, 14, 125-130.
4. Gazzaley, A., Cooney, J.W., Rissmann, J. & D'Esposito, M. 2005, Top-down suppression deficits underlies working memory impairment in normal aging, *Nature Neuroscience*, 8, 1298-1200.
5. Griefahn, B. 2007, Die individuelle Phasenlage - Beurteilung der Schichtarbeitstoleranz. In: S. Letzel & D. Nowak (Hrsg.), *Handbuch der Arbeitsmedizin: Arbeitsphysiologie, Arbeitspsychologie, klinische Arbeitsmedizin, Prävention und Gesundheitsförderung*. Landsberg: ecomed Medizin.
6. Hultsch, D.F., Hertzog, C., Small, B.J. & Dixon, R.A. 1999, Use it or lose it: engaged lifestyle as a buffer of cognitive decline in aging?, *Psychological Aging*, 14, 245-263.
7. Mager, R., Bullinger, A., Brand, S., Schmidlin, M., Schärli, H., Müller-Spahn, F., Störmer, R. & Falkenstein, M. 2007, Age-related changes in cognitive conflict processing: an event-related potential study. *Neurobiological Aging*, 28, 1925-1935.
8. Mager, R., Falkenstein, M., Störmer, R., Brand, S., Müller-Spahn, F. & Bullinger, A. H. 2005, Auditory distraction in young and middle-aged adults: a behavioural and event-related potential study, *Journal of Neural Transmission*, 112, 1165-1176.
9. Raz, N., Briggs, S.D., Marks, W. & Acker, J.D. 1999, Age-related deficits in generation and manipulation of mental images: II. The role of dorsolateral prefrontal cortex, *Psychological Aging*, 14, 436-444.
10. Wegge, J., Roth, C., Neubach, B., Schmidt, K.H. & Kanfer, R. 2008, Age and gender diversity as determinants of performance and health in a public organization: The role of task complexity and group size, *Journal of Applied Psychology*, 93, 1301-1313.
11. Wickens, C.D. & Hollands, J.G. 2000, *Engineering psychology and human performance*, 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall.
12. Wild-Wall, N., Falkenstein, M. & Hohnsbein, J. 2008, Flanker interference in young and older participants as reflected in event-related potentials, *Brain Research*, 1211, 72-84.
13. Wild-Wall, N., Falkenstein, M. & Wascher, E. in Vorbereitung, Age effects on processing irrelevant cues.
14. Wild-Wall, N., Hohnsbein, J. & Falkenstein, M. 2007, Effects of ageing on cognitive task preparation as reflected by event-related potentials, *Clinical Neurophysiology*, 118, 558-569.
15. Wilschut, E., Rinkenauer, G., Brookhuis, K.A. & Falkenstein, M. 2008, Effects of visual search task complexity on lane change performance. In: *Proceedings European Conference on Human Centered Design for Intelligent Transport Systems (INRETS, France)*, 23-32.
16. Yordanova, J., Kolev, V., Hohnsbein, J. & Falkenstein, M. 2004, Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor-generation processes: evidence from high-resolution event-related potentials, *Brain*, 127(Pt 2), 351-362.

# **Dosismaxime und Energie-Äquivalenz bei der Beurteilung von Lärm sowie Physiologische Kosten von Schallbelastungen – Physikalische versus ergonomische Paradigmen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes**

Helmut STRASSER

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen,  
Paul-Bonatzstr. 9 – 11, D-57068 Siegen*

**Kurzfassung:** Die Ergonomie hat sich grundsätzlich nicht nur mit der Beurteilung von Belastungen aus der Arbeit zu befassen. Im Hinblick auf präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutz müssen vor allem die Beanspruchungen, d. h. Kurz- und Langzeitwirkungen von Belastungen auf den Menschen fokussiert werden. Bei der konventionellen Beurteilung von Arbeitsumgebungsbelastungen werden – auf den ersten Blick zwar plausibel – hohe Intensitäten bei kurzen Wirkzeiten gleich eingeschätzt wie niedrige Intensitäten bei entsprechend längeren Expositionen. Dieses Prinzip einer energie-äquivalenten Verrechnung basiert auf der Hypothese, dass eine gleiche Dosis auch gleiche Wirkungen habe. Solche Denkweisen sind jedoch mehr an physikalischen Paradigmen orientiert als an den psycho-physiologischen Eigengesetzlichkeiten des Menschen. Die exakte, durchaus logisch erscheinende Vorgehensweise beim konventionellen Messen, Bewerten und Beurteilen von Schallbelastungen wird aus ergonomischer Sicht kritisch hinterfragt und mit Daten aus umfangreichen Untersuchungen zu den Wirkungen von Lärm auf das Gehör konfrontiert. Anhand erheblicher Divergenzen zwischen dosisgleichen Belastungen einerseits und höchst unterschiedlichen „Physiologischen Kosten“ andererseits, die das Gehör für energie-äquivalente Expositionen zu „bezahlen“ hat, wird evident, dass es bei strikter Anwendung konventioneller Beurteilungsverfahren zwangsläufig zu folgenschweren Fehleinschätzungen der Auswirkungen auf den Menschen kommen muss. Statistisch gesicherte Erkenntnisse widerlegen die Dosismaxime bzw. die Energie-Äquivalenz in praktisch allen Belangen. Demnach kann die gängige, auf den 8-h-Tag bezogene Beurteilung von Lärm in vielen Fällen nicht als ergonomisches Paradigma betrachtet werden. Vielmehr sind mit den unzulässigen Vereinfachungen erhebliche Risiken im Arbeits- und Gesundheitsschutz verbunden. Mehr Transparenz der Methoden und ein sachdienliches Offenlegen von Problemen gängiger Vorgehensweisen im Arbeits- und Gesundheitsschutz sind jedoch eine unabdingbare Voraussetzung für notwendige Verbesserungen.

**Schlüsselwörter:** Energie-Äquivalenz, Physiologische Kosten von Schallbelastungen, Ergonomische und physikalische Paradigmen, Arbeits- und Gesundheitsschutz.

## 1. Einleitung

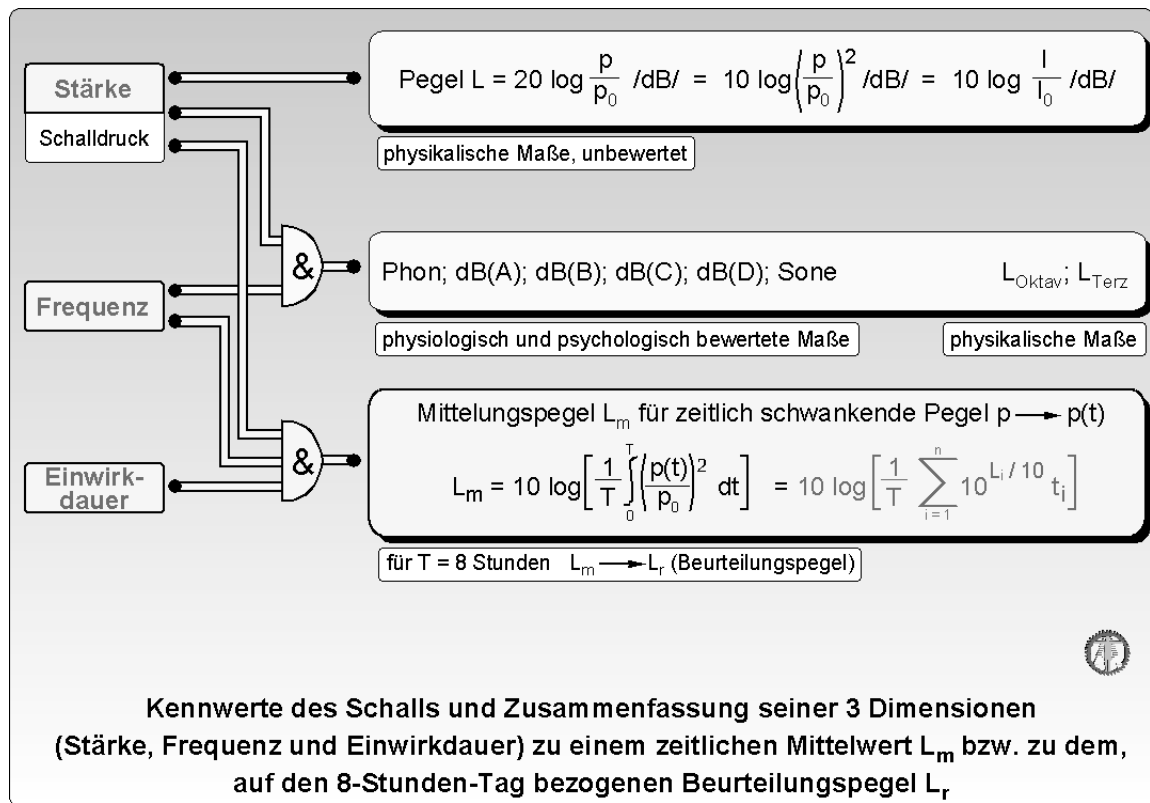
Bei den bislang angewandten Verfahren zur konventionellen Beurteilung von Umgebungsbelastungen dominieren nach Normen, Richtlinien, Verordnungen und Arbeitsschutzvorschriften physikalische Prinzipien der Dosis. Dabei werden in einer energie-äquivalenten Verrechnung – auf den ersten Blick durchaus plausibel und nachvollziehbar – hohe Intensitäten während kurzer Wirkzeiten gleich eingeschätzt wie niedrige Intensitäten bei entsprechend verlängerten Expositions- bzw. Wirkzeiten. Dieses Prinzip basiert auf der Hypothese, dass gleiche Energie oder Dosis (Konzentration  $\times$  Expositionszeit) gleiche Wirkungen auf den Menschen hervorruft. Für dynamische Muskelbelastung ist das auch als das Prinzip der gleichen Arbeit bekannt. Solche Denkweisen sind jedoch mehr an physikalischen Paradigmen orientiert als an den physiologischen Eigengesetzlichkeiten des Menschen. Ergonomie und Arbeitsmedizin haben sich jedoch mit den Kurz- und Langzeitwirkungen auf den Menschen in der Ebene der Beanspruchung zu befassen, und dürfen sich nicht auf die Beurteilung von Belastungsdaten beschränken. Es wäre unverantwortlich, sich im Arbeitsschutz auf die bequeme Position einer physikalischen Betrachtungsweise von Belastungen zu beschränken, und dabei zu ignorieren, dass Menschen auf Expositionen nach physiologischen und psychologischen Eigengesetzlichkeiten reagieren, und eben nicht lediglich nach der Physik der leblosen Materie „funktionieren“. Die konventionelle Vorgehensweise bei der Messung, Bewertung und Beurteilung von Schallbelastungen ist zwar hochpräzise und mathematisch exakt. Aus ergonomischer Sicht ist sie jedoch als sehr problematisch einzuschätzen. Ferner belegen experimentelle Daten aus umfangreichen Laboruntersuchungen, dass die Wirkungen von Schallbelastungen und Lärm nicht mit dem Prinzip der Energie-Äquivalenz vereinbar sind.

## 2. Konventionelles Messen, Bewerten und Beurteilen von Schallbelastungen

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, wird die Stärke von Schallbelastungen durch den Pegel  $L$  mit einem logarithmischen Maß angegeben, wobei der zu messende Schalldruck  $p$  bzw. die Schallintensität  $I$  auf einen Bezugsschalldruck  $p_0$ , bzw. eine Bezugsschallintensität  $I_0$  bezogen wird. Die Bewertung unterschiedlicher Frequenzen in einer Schallbelastung erfolgt mit Filtern, wobei allerdings aus ergonomischer Sicht lediglich Schallereignisse eines Pegels bis zu 60 d(B) mit der Filterkurve A gewichtet werden dürfen, die nur eine grobe Näherung für die Kurven gleicher Lautstärke in der Nähe der Hörschwelle darstellen kann. Für lautere Schallereignisse im Pegelbereich von 60 bis 90 dB war ursprünglich die im tieferen und höheren Frequenzbereich weniger stark dämpfende Filterkurve B, und für noch lautere Schallereignisse bis zu 120 dB die Filterkurve C vorgesehen. Alle noch lautereren Schallereignisse sollten unverändert in einen Einzahl-Wert eingehen. Wenn die Lästigkeit von Schallbelastungen im Vordergrund steht, dann sollte die Filterkurve D Verwendung finden, die im Frequenzbereich zwischen 1 und 8 kHz, nicht wie die anderen Bewertungskurven dämpft, sondern die Schallereignisse entsprechend ihrer besonderen Lästigkeit sogar noch verstärkt. Inzwischen wird allerdings für alle Dynamikbereiche von Schallbelastungen die Filterkurve A benutzt, wobei vor allem Lärm mit ausgeprägten energetischen Anteilen im tieferen und höheren Frequenzbereich, aber auch schmalbandige gegenüber breitbandigen Geräuschen erheblich unterbewertet werden (vgl. Strasser et al. 2007, 2008).

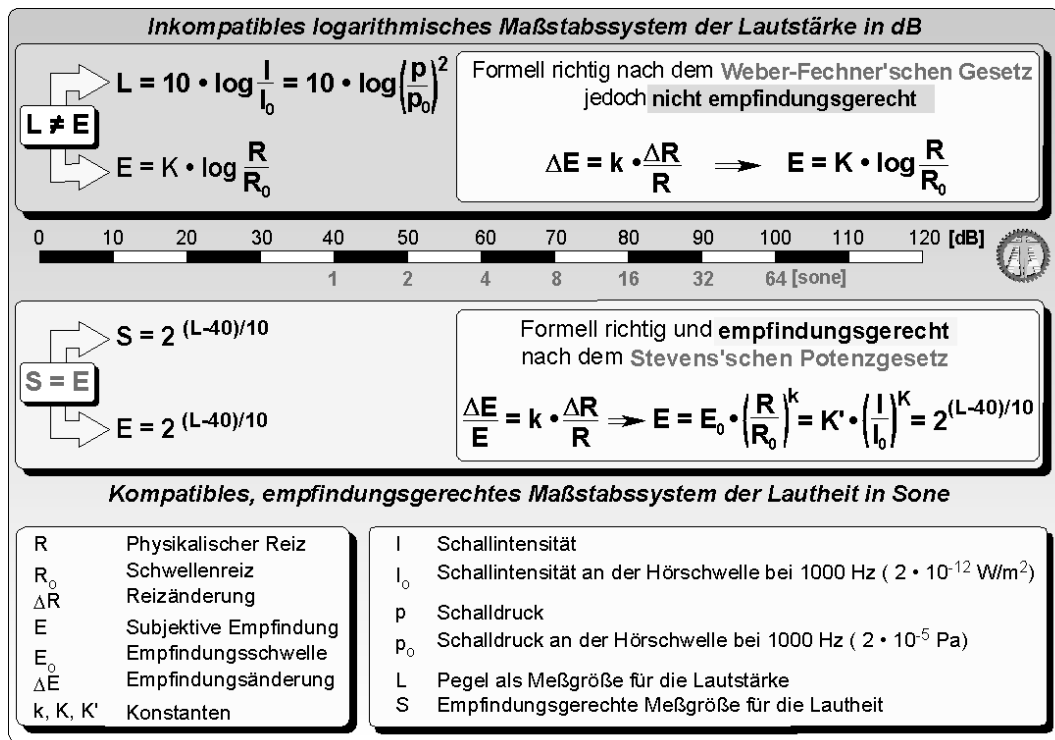


Da Schallbelastungen in der Regel innerhalb einer längeren Expositionszeit nicht konstant sind, sondern zeitlich schwanken, gilt es, sie zu mitteln, wobei gemäß der im unteren Teil von Abbildung 1 dargestellten Formel traditionell eine energie-äquivalente Mittelung erfolgt, deren Ergebnis bei einer 8-stündigen Belastung zum so genannten Tages-Lärmexpositionspegel bzw. zum „Beurteilungspegel“ führt. Der hohen Komplexität des Gehörsinns wesentlich besser angepasste Verfahren, wie z. B. binaurale Lautheitsmessungen oder psychoakustische Methoden (vgl. Zwicker & Fastl 1990), mit denen auch die akustische Qualität von Geräuschen beurteilt werden kann, bleiben dabei zugunsten leicht handhabbarer Einzahl-Werte völlig außen vor.



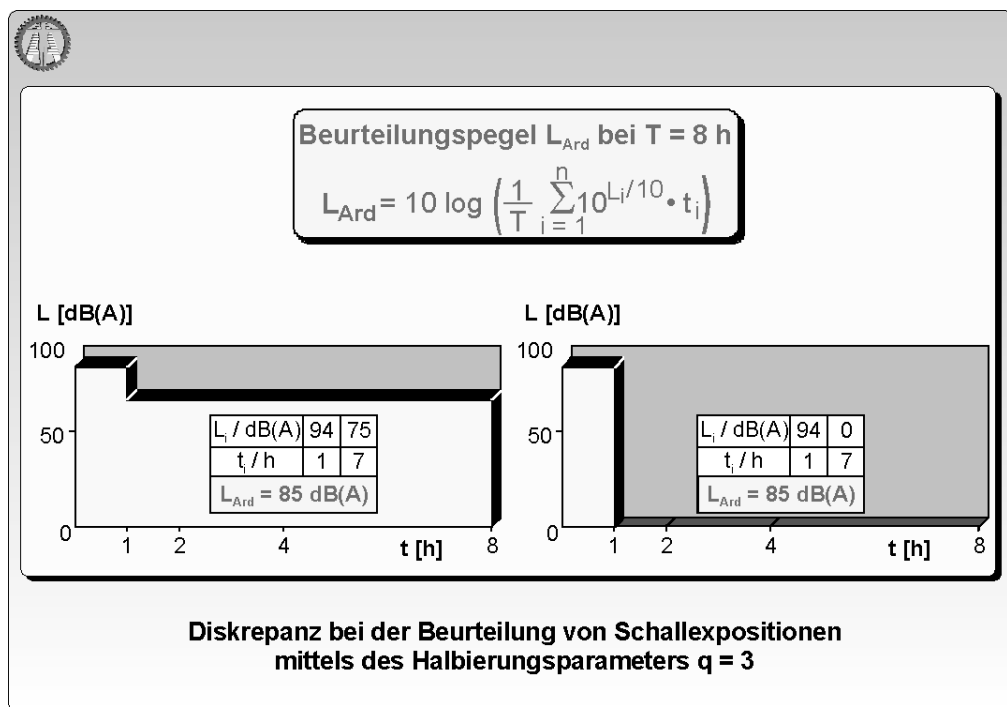
**Abbildung 1:** Formelmäßige Beschreibung der Quantifizierung der Stärke von Schallbelastungen, ihrer frequenzmäßigen Bewertung und zeitlichen Mittelung im Beurteilungspegel bzw. Tages-Lärmexpositionspegel

Wie in Abbildung 2 zusammengestellt, sind die hier kurz beschriebenen Maßsysteme der Akustik nicht einmal kompatibel mit den Empfindungen der Stärke von Schallbelastungen. Eine akustische Belastung von z. B. 100 Dezibel (dB) wird nicht lediglich doppelt so laut empfunden wie ein Pegel von 50 dB. Sie repräsentiert sogar das „100 000-fache“ von 50 dB, und damit eine unvorstellbar höhere Belastung. Selbst in einer nur um 3 dB höheren Belastung steckt bereits die doppelte Energie bzw. Belastung für das Gehör. Es muss aber eine Schallbelastung um 10 dB höher sein, dass sie auch doppelt so laut empfunden wird. Weil eben nicht das Weber-Fechner'sche Gesetz sondern das Stevens'sche Potenzgesetz erwiesenermaßen Gültigkeit besitzt, sollte zumindest das einigermaßen empfindungsgerechte Maßstabssystem der Lautheit mit der Einheit Sone Verwendung finden. Das Benutzen des allseits bekannten „dB“ schafft nicht selten Verwirrung und führt oftmals, ebenso wie die alleinige Verwendung des A-Filters in allen Dynamikbereichen, zu gravierenden Fehleinschätzungen.



**Abbildung 2:** Inkompatibles Maßstabssystem der Lautstärke und empfindungsgerechte Maßeinheit der Lautheit in Sone

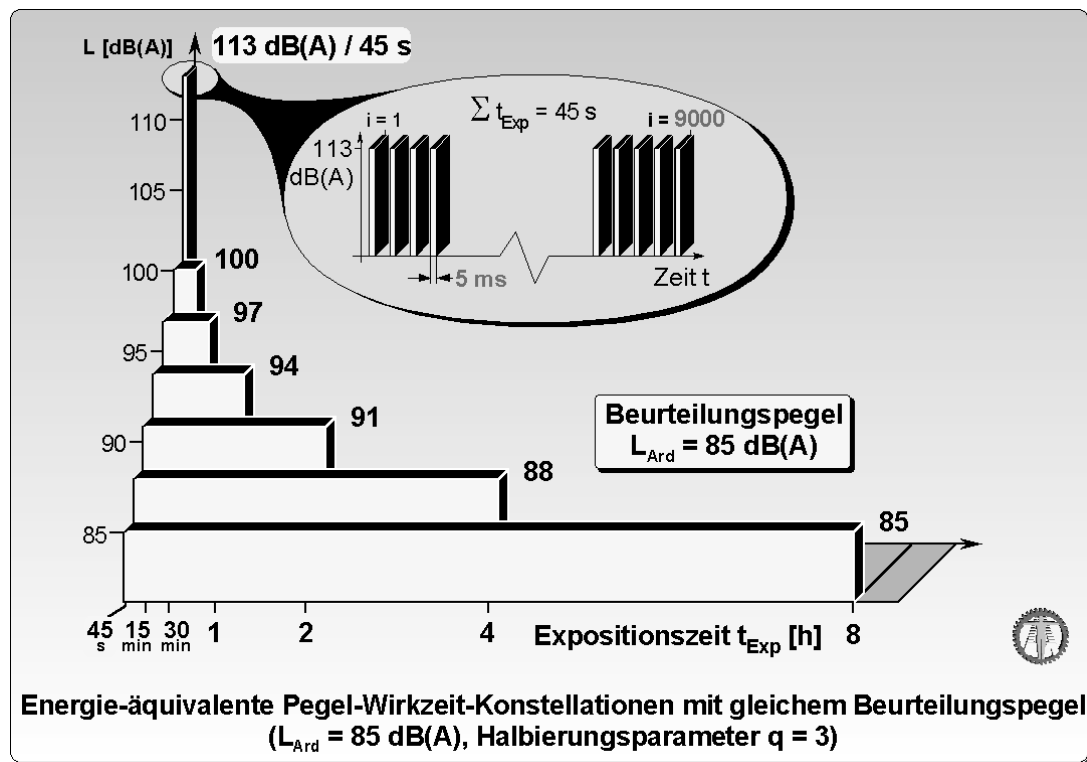
Wie Abbildung 3 veranschaulicht, kann z. B. bei einer Schallbelastung von 100 dB(A), die 1 Stunde lang vorliegt, weiterer Lärm völlig unberücksichtigt bleiben, wenn er (bei gleicher Einwirkdauer) nur um 10 dB niedriger ist.



**Abbildung 3:** Beispiel für das zulässige Auffüllen von Ruhephasen mit Lärm ohne Auswirkungen auf den Tages-Lärmexpositionspegel (Beurteilungspegel), wenn der zusätzliche Lärm unter dem dominierenden Spitzenpegel liegt

Selbst 75 dB, die 7 Stunden lang vorliegen, bleiben bei einer energetischen Mittelung absolut unberücksichtigt. Das öffnet „Tür und Tor“ für das Auffüllen von Ruhephasen mit Lärm, weil sich das keineswegs auf den Tages-Lärmexpositionspegel bzw. den Beurteilungspegel auswirkt. Auch gut gemeinte Lärmschutzmaßnahmen werden damit nicht selten zur Farce, weil sie nicht in einer Reduzierung des konventionellen Beurteilungsmaßstabs evident werden (vgl. Strasser & Irle 2006).

Die Energie-Äquivalenz bei der zeitlichen Mittelung von Schallbelastungen mit dem Halbierungsparameter  $q = 3$ , wonach eine Halbierung der Einwirkzeit eine Erhöhung des Pegels um 3 dB gestattet und vice versa, erlaubt auch das ergonomisch überhaupt nicht nachvollziehbare Umrechnen von Impulsschall in Dauerschall. Wenn also, wie in Abbildung 4 veranschaulicht, 85 dB über 8 h mit 88 dB über 4 h, 91 dB über 2 h etc. gleichgesetzt werden, dann wird selbst ein kurz dauerndes Schallereignis mit einem Pegel von 113 dB, das nur 45 Sekunden dauert, mit einer über einen 8-Studentag anhaltenden akustischen Belastung von 85 dB gleichgesetzt. Es dürfte kaum jemand anzweifeln, dass diese kurze hohe akustische



**Abbildung 4:** Zur Equilibrierung von Dauer- und Impulsschall

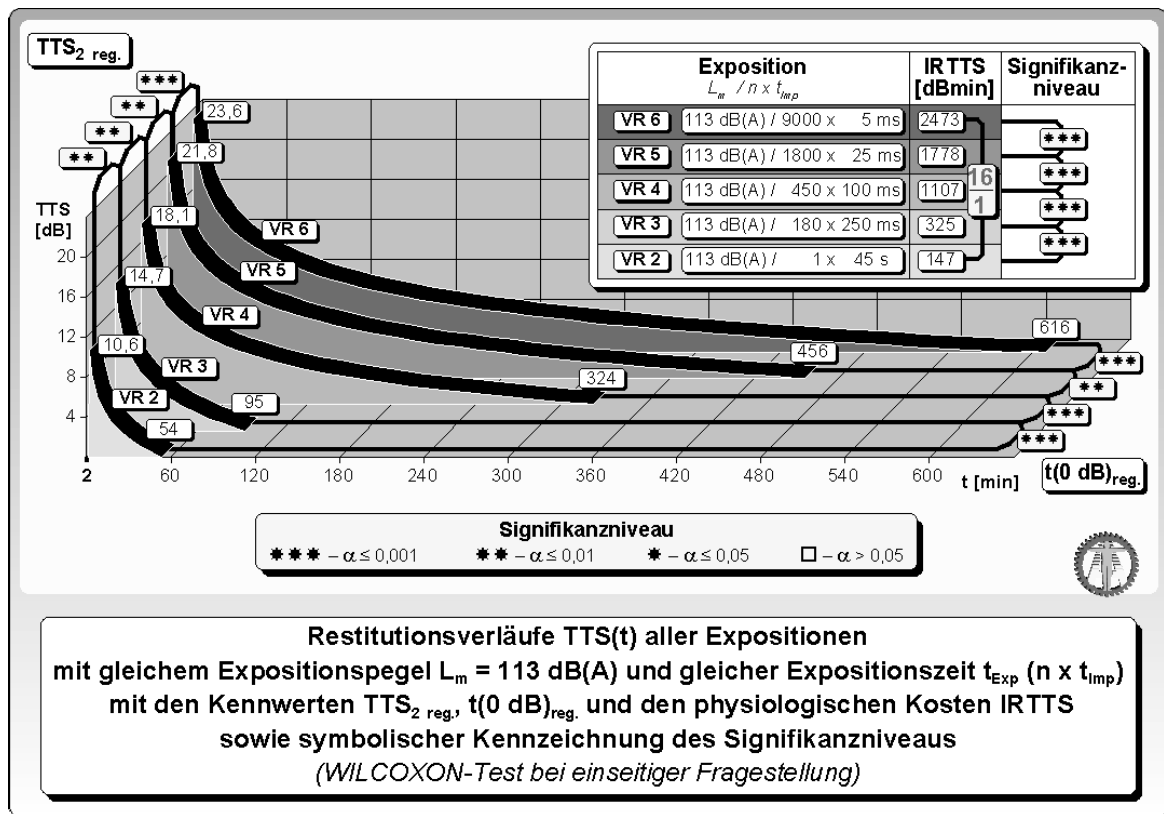
Belastung wesentlich verträglicher ist als die Dauerbelastung. Doch wenn die 113 dB auf Impulse verteilt, z. B. 9000 Schallereignisse einer Dauer von jeweils nur 5 ms, auf das Gehör einwirken, sollten wohl berechtigte Zweifel an der Gültigkeit der Energie-Äquivalenz bzw. der Dosismaxime aufkommen.

### 3. Unterschiedlich hohe Physiologische Kosten des Gehörs nach energetisch gleichen Schallbelastungen

Statistisch gesicherte Erkenntnisse aus einer Vielzahl von Vertäubungsstudien im Laboratorium, die neben diversen Veröffentlichungen in Zeitschriften und Procee-

dings von nationalen und internationalen Kongressen (vgl. u. a. Irle et al. 1998; Strasser 2007; Strasser et al. 2007, 2008) und vor einigen Jahren auch in einer Monographie (Strasser 2005) der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurden, widerlegen die Energie-Äquivalenz in praktisch allen Belangen.

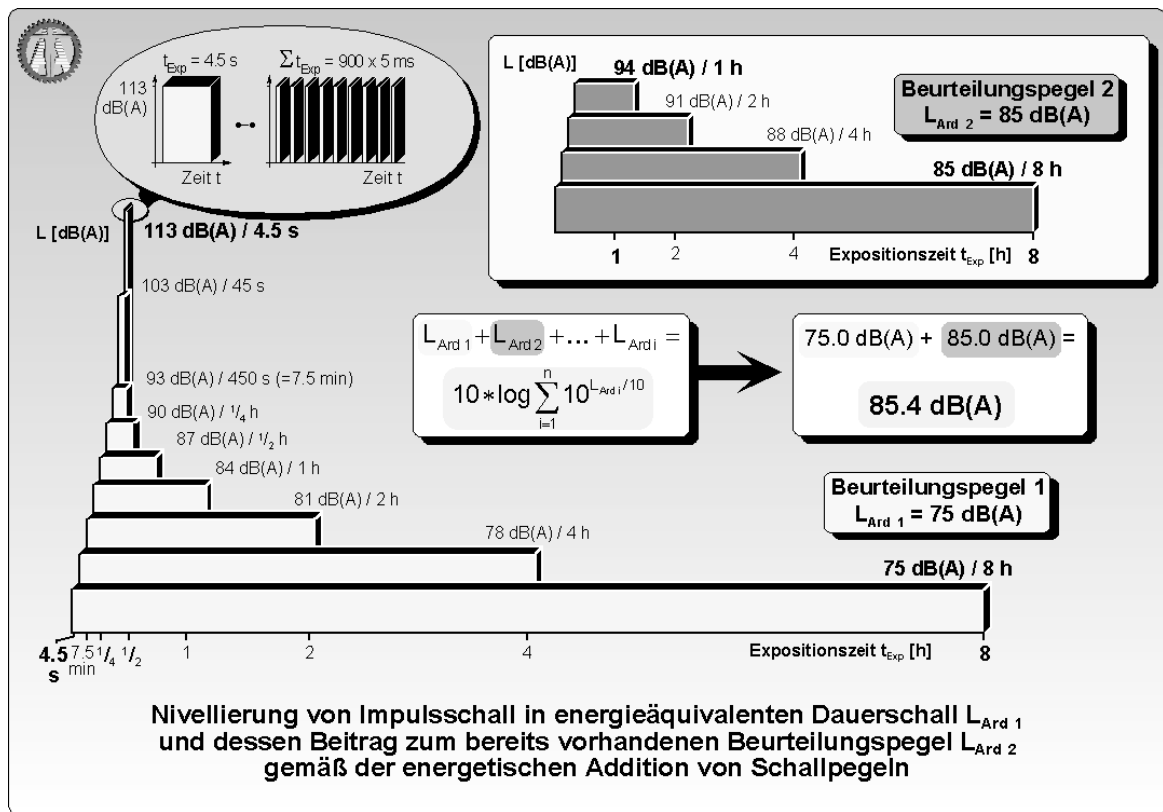
Energie-äquivalente, kurz dauernde hohe Schallbelastungen führen z. B. gegenüber länger anhaltenden niedrigeren Schallbelastungen einerseits zu signifikant geringeren zeitweiligen Hörschwellenverschiebungen TTS<sub>2</sub>, d.h. Temporary Threshold Shifts, die unmittelbar nach der Belastung gemessen werden können, sowie auch zu kürzeren Restitutionszeiten.



**Abbildung 5:** Auswirkungen des Aufsplittens von Dauerschall in Impulsschall unterschiedlich langer Einzelimpulse auf die Physiologischen Kosten, die das Gehör für die energetisch gleichen Belastungen zu „bezahlen“ hatte (aus Irle et al. 2006)

Wie in Abbildung 5 dargestellt, ist allerdings das „Aufsplitten“ einer Schallbelastung mit einem hohen Pegel über eine kontinuierliche Expositionszeit, z.B. eines kurz dauernden Geräusches mit einem Pegel von 113 dB(A) über 45 s, (energetisch identisch mit 94 dB/1 h oder 85 dB/8 h) in eine entsprechende energie-äquivalente Anzahl von Impulsen (z.B. 9000 Schallereignisse mit einer Dauer von jeweils 5 ms, die einer Gesamtdauer von  $9000 \times 0,005 \text{ s} = 45 \text{ s}$  entsprechen), mit einer beträchtlichen, hoch signifikanten Zunahme der TTS<sub>2</sub> verbunden. Die erforderliche Rückwanderungszeit der Hörschwellenverschiebungen nach einer solchen Impulsschallbelastung, die z.B. aus 9 000 Hammerschlägen auf einen Amboß stammen könnte, beträgt sogar ca. 10 h. Die Integrated Restitution Temporary Threshold Shifts (IRTTS), d.h. die Gesamtheit der Vertäubungen, die das Gehör nach Schallbelastungen erfährt, verdeutlicht das besondere Risiko solcher, durchaus noch legaler Impulsschallbelastungen. Sie verursachen nämlich erheblich (16 mal) mehr an physiologischen Kosten als energie-äquivalenter Dauerschall.

Wenn Dauerlärm mit einem niedrigen Pegel oder Impulsschall zu einem bereits existierenden Dauerlärm eines um 10 dB höheren Pegels addiert wird, dann verursacht das nach der 3-dB-Regel praktisch keine Erhöhung des Beurteilungspegels (vgl. Abb. 6).

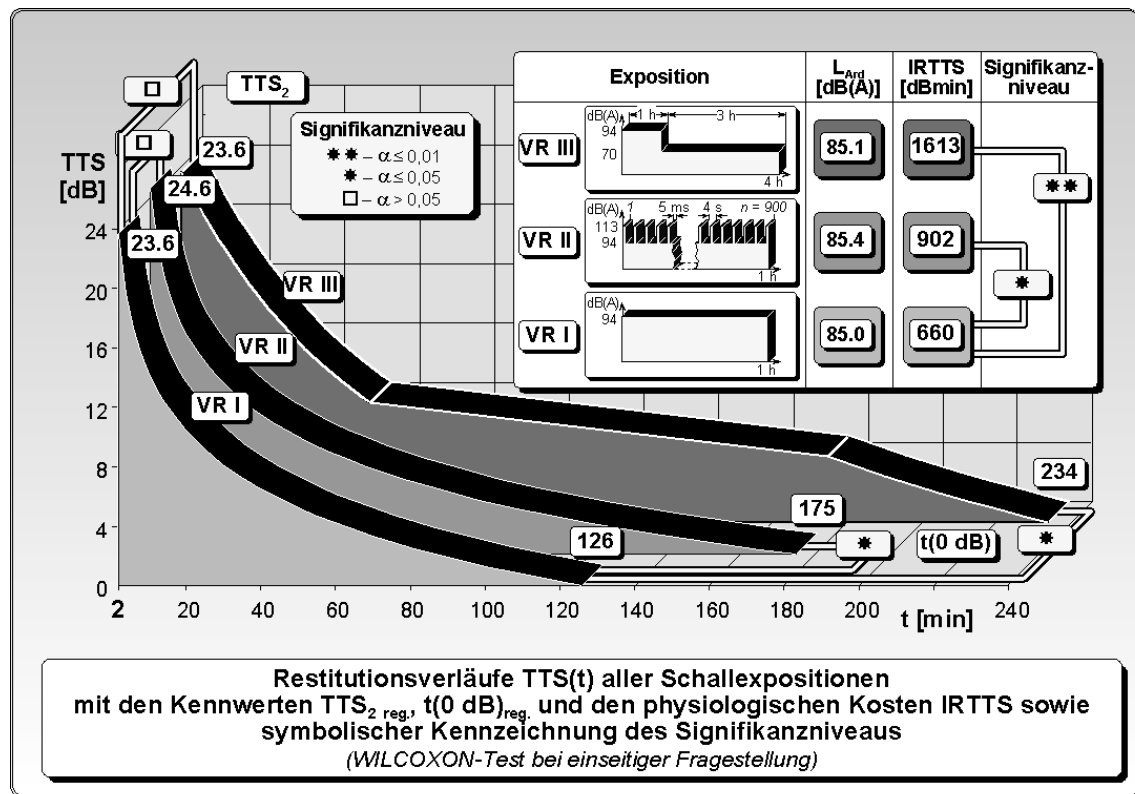


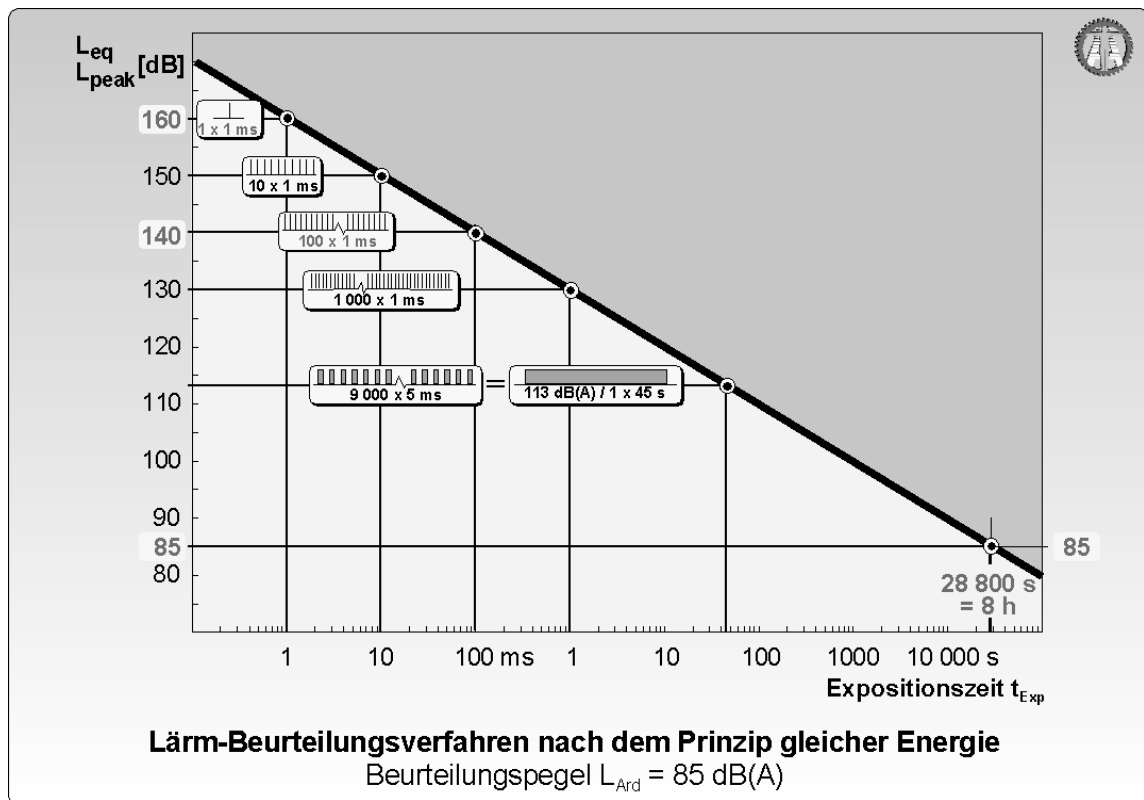
**Abbildung 6:** Tages-Lärmexpositionspegel von 85,4 dB(A) als Summe aus 94 dB(A)/1h (85 dB(A)/8h) und einer Belastung von 900 Impulsen von je 5 ms mit einem Pegel von 113 dB(A) (113 dB(A)/4,5 s = 75 dB(A)/8h)

Die physiologischen Kosten dieser Expositionen, d.h. das was das Gehör dafür zu „bezahlen“ hat, sind jedoch nicht vernachlässigbar. Dauerlärm von z.B. 94 dB über 1 h ruft gewöhnlich Hörschwellenanhebungen um ca. 20 dB hervor, die erst nach ca. 2 h wieder völlig abgeklungen sind. Zusätzlicher Impulsschall, bestehend aus energetisch vernachlässigbaren 5-ms-Impulsen mit einem Pegel von 113 dB(A), die den Beurteilungspegel (den Tages-Lärmexpositionspegel) nur um 0,4 dB auf 85,4 dB(A) erhöhen, führt zwar zu einer kaum messbaren Zunahme der TTS2-Werte (der maximalen Vertäubungen), ist aber mit deutlichen Verlängerungen der Restitutionszeit verbunden (vgl. Abb. 7).

Folgt auf Dauerlärm mit 94 dB über 1 h eine Exposition mit einem Pegel von z.B. 70 dB über 3 h, wodurch der Beurteilungspegel um lediglich marginale 0,1 dB auf 85,1 dB erhöht wird, so zieht das eine beträchtliche Veränderung der Restitutionszeit von ungefähr 2 h auf ca. 4 h nach sich. Ferner wird die Gesamtheit der „Physiologischen Kosten“, die durch die IRTTS repräsentiert wird, auf mehr als das Doppelte erhöht (nämlich von 660 dB min auf 1613 dB min).

Entsprechend der Dosismaxime bzw. der Energie-Äquivalenz bei der Beurteilung von Lärm wird der Beurteilungspegel (Tages-Lärmexpositionspegel) beinahe ausschließlich durch den höchsten Pegel bestimmt. Lärm, der um 10 dB unter dem Spitzenpegel liegt, wird praktisch vernachlässigbar. Das bedeutet aber auch, dass im





**Abbildung 8:** Zu einem Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB energie-äquivalente Pegel-Wirkzeit Konstellationen

Knallbelastungen kommen zweifelsohne einem Orkan gleich, einem Tornado, der nicht folgenlos über den Teppich der Haarzellen im Innenohr hinweg ziehen kann, wie auch eine Sturmböe, die über ein Kornfeld „fegt“ oder sich in einem Segel verfängt, nicht die gleiche Wirkung haben kann, wie eine länger wehende leichte Brise. Impulsschall besteht auch nicht aus harmonischen, sinusförmigen, langsam an- und abschwellenden Druckschwankungen, wie das bei den, klassischer Musik zugrunde liegenden Schallereignissen der Fall ist. Erwiesenermaßen sind akustische Reize mit derartigen Zeit- und Frequenzstrukturen eher kompatibel zu den anatomisch-physiologischen Besonderheiten des Gehörs, zumal die Physiologischen Kosten, die das Gehör dafür, selbst bei lauter Musik, zu bezahlen hat, um ein Vielfaches geringer ausfallen, als das bei Industrielärm oder auch bei Heavy Metal oder Techno-Musik - gleichsam engen Verwandten des letzteren - der Fall ist (vgl. Irle et al. 2005, Strasser et al. 2005).

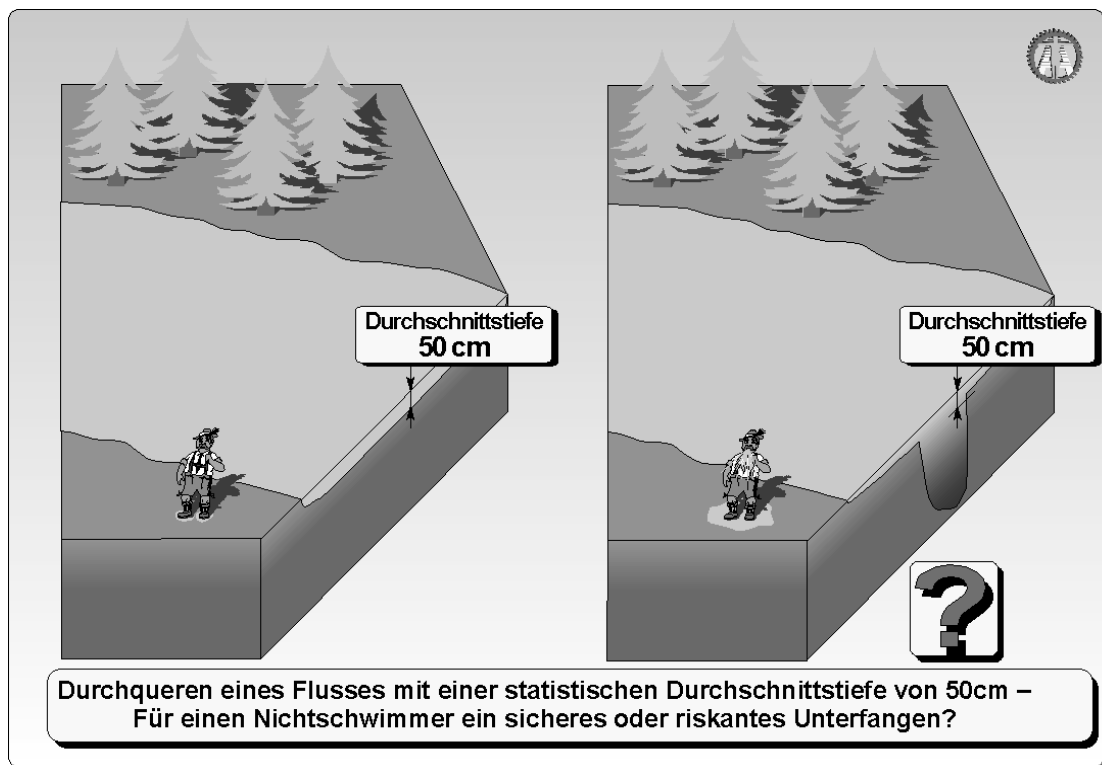
Das Gehör funktioniert keinesfalls wie ein Dosimeter, das die über den Tag verteilte Schallenergie akkumuliert, um sie mathematischen Verrechnungen nach der Dosismaxime unterwerfen zu können. Das Dosisprinzip „funktioniert“ auch nicht bei anderen Sinnesorganen. Ansonsten wären ja auch lokale Temperaturerhöhungen von noch so kurzer Dauer, z. B. beim Berühren der Fingerkuppe einer heißen Herdplatte, locker in eine momentane wohlige Wärme des Gesamtorganismus umrechenbar, würde ein Lichtblitz oder ein Laserstrahl, der die Netzhaut trifft, nicht blenden oder sogar Schaden anrichten, würde ein kurzer Nadelstich nicht Schmerz hervorrufen, sondern als taktile Streicheleinheit der betroffenen Stelle über eine längere Zeitspanne interpretiert werden dürfen.

Wenn schließlich in der Verfahrens- und Umformtechnik eine Energiebündelung für zu gestaltendes Material eine unabdingbare Voraussetzung ist, dann ist im Um-



kehrschluss geradezu zwingend davon auszugehen, dass bei zeitlich komprimiert erfahrenen Belastungen irreversible Veränderungen im Organismus des Menschen entstehen müssen, auch wenn die Belastungen bei einer Nivellierung nach dem Energie-Äquivalenzprinzip bzw. der Dosismaxime als tolerabel erscheinen mögen.

Das schließlich in Abb. 9 visualisierte Paradigma zur Gefährlichkeit des statistischen Ermitteln der Durchschnittstiefe von Gewässern mit Untiefen möge noch einmal das obsoleute, zeitliche und räumlich-örtliche Mitteln von Expositionen bzw. Immissionen für den Menschen akzentuieren.



**Abbildung 9:** Veranschaulichung des riskanten „Statistischen Mittels“

## 5. Schlussfolgerungen

Mit dem Spruch „Dosis facit venenum“ ist keinesfalls gemeint, was häufig als Rechtfertigung für die Energie-Äquivalenz bzw. die Dosismaxime bei der Beurteilung von physikalischen Umgebungsbelastungen und toxischen Arbeitsstoffen herangezogen wird, wenn bei abwechselnd hohen und niedrigen Immissionen eine arbeitsplatztypische mittlere Tagesbelastung als Einzahl-Wert ausgewiesen wird. Wer genau bei Paracelsus nachschlägt, wird feststellen, dass sich in dem ihm zugeschriebenen Spruch die Erfahrung und Erkenntnis des Arztes widerspiegelt, dass ein Medikament (der Extrakt einer Heilpflanze) in mehreren Gaben (das „rechte Maß“) heil bringend ist, wogegen die gesamte Menge auf einmal (die Dosis) tödlich sein kann. Damit soll keinesfalls in Abrede gestellt werden, dass eine täglich wiederkehrende Belastung über Jahre hinweg (als Arbeitsdosis) durchaus mit, am Menschen dingfest zu machenden Wirkungen bzw. sogar organischen Abnutzungserscheinungen korrelieren kann. Keinesfalls aber sollte die Dosismaxime dem Verständnis von Paracelsus zufolge als Legitimat für das Nivellieren von im Laufe eines Arbeitstages schwankenden Umgebungsbelastungen verstanden werden, die in ihrer Wirkung

oftmals vorschnell mit der einer energie-äquivalenten Dauerbelastung gleichgesetzt werden.

Die gegenseitige Kompensation von Anzahl, Pegel und Dauer von Schallereignissen mit der Zunahme des Spitzenpegels bei entsprechender Verkürzung der Expositionszeit erlaubt das Überschreiten physiologischer Grenzen. Audiometrische Untersuchungen belegen andererseits, dass selbst mit gesetzlich noch tolerablen Belastungen bereits äußerst bedenkliche Effekte auf das Gehör die Folge sind. Experimente mit wirklich gefährlichen Lärmbelastungen verbieten sich jedoch aus ethischer Sicht. Nach den vorliegenden experimentellen Fakten kann die Energie-Äquivalenz zur Beurteilung von Umgebungsbelastungen nicht als ergonomisches Paradigma für Arbeitsschutz und Ergonomie betrachtet werden.

## 6. Literatur

1. Irle, H., Hesse, J.M. & Strasser, H. 1998, Physiological Cost of Energy-Equivalent Noise Exposures with a Rating Level of 85 dB (A) – Hearing Threshold Shifts Associated with Energetically Negligible Continuous and Impulse Noise, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 451-463.
2. Irle, H., Körner, F. & Strasser, H. 2005, Vertäubung und Erholung des Gehörs nach energie-äquivalenter Beschallung durch Heavy-Metal-, Techno- und klassische Musik, *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 52, 46 – 54.
3. Irle, H., Hesse, J.M. & Strasser, H. 2006, Physiological Costs of Noise Exposures: Temporary Threshold Shifts. In: W. Karwowski (Edt.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. London: Taylor & Francis, 1846 – 1853.
4. Strasser, H. (Ed.) 2005, *Traditional Rating of Noise versus Physiological Costs of Sound Exposures to the Hearing*. Amsterdam: IOS Press.
5. Strasser, H. & Irle, H. 2006, Noise: Measuring, Evaluation, and Rating in Ergonomics. In: W. Karwowski, (Edt.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. London: Taylor & Francis, 44- 85.
6. Strasser, H., Irle, H. & Scholz, R. 2005, Physiologische Kosten energie-äquivalenter akustischer Belastungen durch „Weißes Rauschen“, *Industrielärm, Heavy Metal-Musik und Klassische Musik*, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 59, 395 – 407.
7. Strasser, H. 2007, Zur angeblich drastischen Minderung der Schutzwirkung von persönlichen Gehörschutzmitteln bei Verkürzung der Tragezeit - Zu Sinn und Unsinn des Energie-Äquivalenz-Prinzips bei Schallbelastungen nach nationalen und internationalen Normen. In: S.-R. Mehra & P. Leistner(Hrsg.), *Fortschritte der Akustik*, CD der wissenschaftlichen Beiträge zur 33. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DAGA'07), ISBN 978-3-980 8659-3-7, 775 –776.
8. Strasser, H., Chiu, M.C., Irle, H. & Grünig, T. 2007, Threshold Shifts and Restitution of the Hearing after Energy-Equivalent Narrow-Band and Wide-Band Noise Exposures. In: *Proceedings Internoise 2007*, Istanbul-Turkey, CD, 1 –10.
9. Strasser, H., Chiu, M.-C. & Müller, O. 2008, Threshold Shifts and Restitution of the Hearing after Energy- Equivalent Noise Exposures with an Equal NRC-Value and Non-Equal Frequency Composition. In: *Proceedings-CD of 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN)* Foxwoods, Connecticut, 1 – 9.
10. Zwicker, E. & Fastl, H. 1990, *Psychoacoustics, Facts and Models*. Berlin: Springer Verlag.



# Participatory Approaches and Future Developments in Product Ergonomics Design

Kageyu NORO

*Waseda University and ErgoSeating Co. Ltd.  
Tokyo, Japan*

**Abstract:** A quarter of a century has passed since participatory ergonomics (PE) was first proposed. This paper outlines a big difference seen in researchers' interest in PE between Western countries and Japan, followed by description of a PE project as an example developed in Japan in which an ergonomics specialist played a leading role throughout a design process ranging from proposition of basic ideas to product placement on the market. Specifically, it is aimed to report model development of kitchen knives to be available in the Japanese and Western markets as well as design process of participatory approaches necessary for the development. PE will continue to be reformed in line with changes of the times. Lastly, author's future expectations about PE and future developments of product ergonomics design are described

**Keywords:** participatory ergonomics, design process, kitchen knife.

## 1. Introduction

Participatory ergonomics (PE) with its concept and methodology is traced to an implication Noro realized as he was inspired by reports on improvement activities in 1983 from 313 small groups at the Yawata Works of Nippon Steel Corporation (Noro 1984; Noro et al. 1984; Noro 1991). One symbolic fact was that quite a number of reports revealed ergonomics-related problem findings by small-group members who were not specialists in ergonomics. The necessity for specialists and non-specialists to share knowledge and experience for seeking the common goal remains the same even today as it was those days. The object to be shared is information; namely, PE is nothing but an activity to develop an information loop for promoting ergonomics activities (Noro 1997)

There are two key factors worthy to note in making equal sharing of knowledge and methods more effective. One is that designer-user interactions should be organized in such a way as to articulate the inventiveness of both parties (Beguín 2003). The other is the fact exemplified by Sundin et al. (2004) that implementing PE actions at the early design stage brings about a great impact on final product and manufacturing process design.

PE was defined in the early 1980s as a company-wide activity or an activity within organizations, but the activities of this kind are still enjoying popularity after a quarter of a century. However, there exists a big difference in researchers' interest in PE between Western countries and Japan. The articles of Western researchers' reports that deal with specific processes and techniques, for example, include product design process (Vink 2007), intervention process (Pehkonen 2009), stakeholder involvement (Vink 2008), and participatory design techniques (Lindgaard 2001). It seems that research on intervention has gained growing popularity especially in the 2000s.

In Western business communities, it looks like person's specialty plays a great role in his or her behavioral patterns, whereas people are more group-oriented in Japan, self-actively contributing to activities of the group they belong to, thereby characterizing human linkage between Japanese people. The small-group activities on which PE is based are those activities that most typically represent Japanese characteristic features.

As far as the academic field of PE is concerned, an overwhelmingly larger number of research papers are reported from Western countries than from Japan. This poor situation in Japan in the number of papers is considered as stemming from the aforementioned dispositional characteristics of Japanese people. In other words, Western researchers are apt to view PE itself as a research target, while in Japan PE is seen adopted as a matter of course in corporate activities to be kept inside of corporations without being exposed to the outer world. A limited number of research papers from Japan, including the ones by Udo et al. (2006) and Kogi (2008), put more emphasis on specific descriptions of achieved effects. There are other papers focusing on the technical aspect of PE, as exemplified by the report to be cited in the next paragraph which deals with presence communication.

For promotion of PE, technology plays an important role as a mediator or catalyst. The technology as a promoter of PE has a characteristic feature to be aimed at facilitating information sharing between people concerned by overcoming difference in their social position or background knowledge. The articles of presence communication (Noro 1996), virtual environments (Määttä 2007), and pressure distribution measurement (Noro 2009), all have such a type of technology for their basis as could be easily understood and shared between non-specialists in PE.

## **2. Research objectives**

This research aims to describe model development of commercial products to be available in the Japanese and Western markets, and to design participatory approaches necessary for the development. Kitchen knives were picked up as target products. Our specific goal was to develop kitchen knife handles that are easy to use from the ergonomic viewpoint. The product development efforts were characterized by our approach to develop knife handles resting on traditional Japanese knives but still adaptive to the Western style of cooking as well. The following are two basic lines of thought behind the research.

### *2.1 Ergonomics on kitchen knife handles*

Only quite a small number of research papers exist on research regarding kitchen knives. Of them, there is a research report referring to a large kitchen knife handle which had a sculpted 'ergonomic' shape being used as one of six test samples (Horsfall et al. 2005). The 'ergonomic' shape cited here is well known worldwide with a number of manufacturers adopting the shape for their products. Our research reasonably includes reevaluation of this shape in view of the above-mentioned research objective. In the field of machine shop tools, on the other hand, a massive amount of theories have already been established (Kluth et al. 2004). The author aspires for completing kitchen handle design theories in the future modeling after those for machine tools.

## 2.2 Consideration of traditions

Of traditional tools, there are many that are appropriate from the ergonomic viewpoint. The author opted to employ a development policy to respect their merits, while also making improvement on them in line with change of the times. Japan and Western countries have established their respective cooking styles on their own over a long period of time. Japan has its unique arts and crafts skills originated in the 14th century that were used for crafting Japanese swords or katana (cf. <http://en.wikipedia.org/wiki/Katana#History>). Blade and handle design of Japanese kitchen knives are based indirectly on such historical background. Cooking knives developed inherited from these traditions are called Japanese cooking knives.

Japanese cooking knives with octagonal handle were selected as having the basic form of handle in the design project this time. They facilitate users to make easier position control of a blade of a knife by placing their index finger onto the back of the blade. Accordingly, it is this form of handle that assures delicate settings of Japanese-style dishes arranged by professional cooks. Such Japanese cooking knives, however, are tools to be used only by professional cooks, and not by household wives at any price.

Under these circumstances, our project this time was aimed to develop kitchen knife handles easy to use and acceptable by household wives from across the globe. It goes without saying that Western countries have their own traditions on kitchen knives to be used for cooking Western-style dishes. As such, the development goal was set to develop kitchen knife handles based on the traditional form of Japanese cooking knives, while also taking into consideration the adaptability to the Western-style cooking.

## 2.3 Necessity of PE

Described in the following is the rationale for appropriateness of PE to be applied to this design project. It is worth noting that ergonomics specialists are not necessarily familiar with cooking. With regard to household cooking, household wives are most experienced specialists. It is essential, therefore, to have them provide as much information as possible on their ideas and evaluation results of trial products. This kind of problem recognition would necessarily suggest that PE is required on the international scale for the project.

## 3. Ergonomics on kitchen knives

A kitchen knife is a kind of knife. As pointed out earlier, ergonomics studies on knives so far have been biased on another kind of knives, or in other words, industrial knives. The design project this time selected household kitchen knives as its design target out of consideration for lack of studies to date on this type of knives.

### 3.1 Preceding studies

In connection with development of study methods, research on measuring methods has been conducted mostly in studies dealing with assessment of knife sharpness (Marsot et al. 2007) and with design of handles for meat cutting knives used in meat packing industries (e.g., Marklin et al. 1998). Regarding research on handles,

studies are reported on the effect of their shape on stabbing performance (Horsfall et al. 2005) and on measurement of grip force (McGorry et al. 2004; Kong et al. 2004).

### 3.2 Characteristics of kitchen knives

Kitchen knives are characterized by two distinct points compared with industrial knives: one is that they don't need large power and movements, and the other that they need instead delicate movements and position control of blades by weak force (especially the case for cooking Japanese-style dishes).

## 4. Participatory ergonomics design

The fundamental policy was adoption of a method by which an ergonomics specialist was in charge of leading the entire course of development ranging from proposition of basic ideas to product placement on the market. Given this, the design project covered not only its design phase, but also every phase from development of trial products to distribution in the market of commercial products.

### 4.1 Development process

The development process that has been most commonly adopted was applied to development of new products. Table 1 summarizes the process.

**Table 1:** Development process

Creation of the idea
Japanese traditional knives
Building the scheme for research and development
Task analysis
Hypothesis
Development of methods of measurement
Measurement and evaluation
Modeling of handles
Blade design
Total model for pre-marketing

The participants selected for the project are listed on Table 2.

These participants were selected from several nations in line with the objectives of the development. Majority of users were from Europe with a small number of those from America and Japan. In particular, since the development activities were based in Japan, two users from Japan were required to try out lots of competitive products from other manufacturers. The restaurant chef selected is working for the sushi division at a French restaurant in New York.

The roles played by ergonomics specialists are summarized on Table 3.



**Table 2:** *International participants in kitchen knife development project*


---

Ergonomics specialists
Product designer
Manufacturer
Users
Restaurant chef

---

**Table 3:** *Roles played by ergonomics specialists*


---

Concept making for development
Application of knowledge on human anatomy and functional specification
Model construction
Implementation of analysis
Implementation of evaluation
Monitoring of product performance, including as appropriate implementation of tests and ensuing modification/improvement

---

Specifically, ergonomists are required to have roles to play as specialists, including concept making for development as shown in Table 3, selection and persuasion of participants, and construction of interface as the basis for measurement. Of them, items of crucial importance will be mentioned in the next chapter.

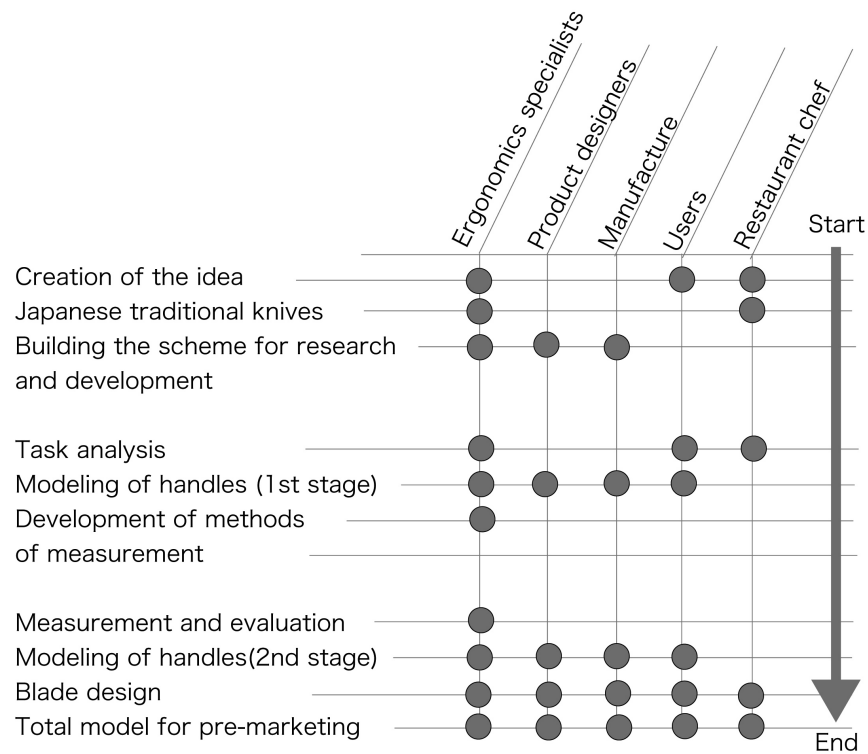
Figure 1 represents the development process chart with items from Table 1 and Table 2 allotted on the vertical and horizontal axes, respectively.

## 5. Implementation

The project was developed in accordance with the development process chart shown in Figure 1. Some of the findings obtained in the course of the development process are described in the following.

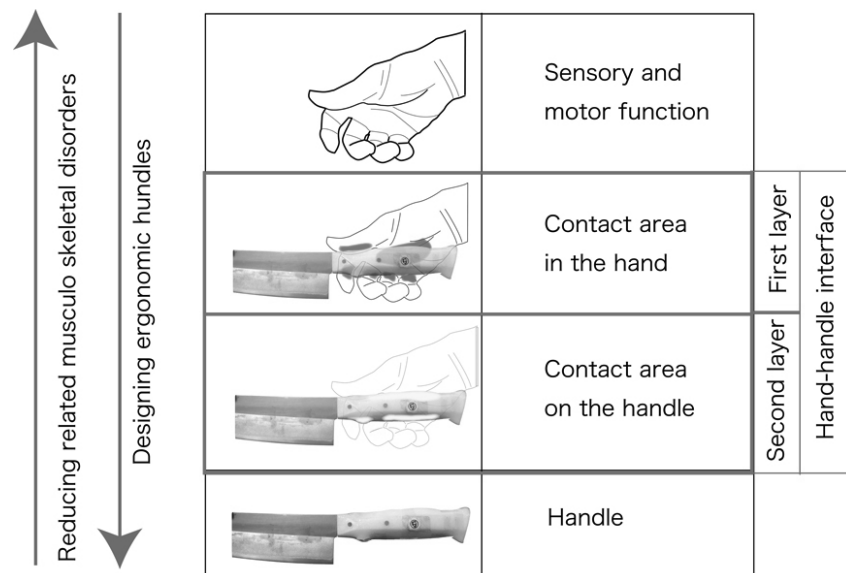
### 5.1 Construction of concept for development and interface formation

The dominant conception has already been mentioned at the front of chapter 2. For details, however, a variety of issues have to be resolved in the course of the project development. Construction of design concept in consideration of left handers is one of such examples. And handle size of a small kitchen knife is traditionally small. Review for appropriateness of this fact is another example.



**Figure 1:** Development process chart

The function of a knife is to transfer human power to its blade to cut off foodstuff. Hence gripping the handle with human hand to move it is the basic action, in which an interface emerges between human hand and knife handle. As shown in Figure 2, the interface was decomposed into two layers in this project so as to meet the needs from analysis based on two different standpoints.



**Figure 2:** Decomposition of human-knife interface

## 5.2 Task analysis and creation of trial models

There is a huge variety in ways of cooking depending on regions on the globe,

East or West. Foodstuff also is rich in diversity. Consequently, considerable differences are seen in ways of how to use knives. To grasp what is going on, task analysis is of great importance. Cooperation from household wives as project participants was helpful in creation of trial models of kitchen knife handles.

### 5.3 Development of measuring method

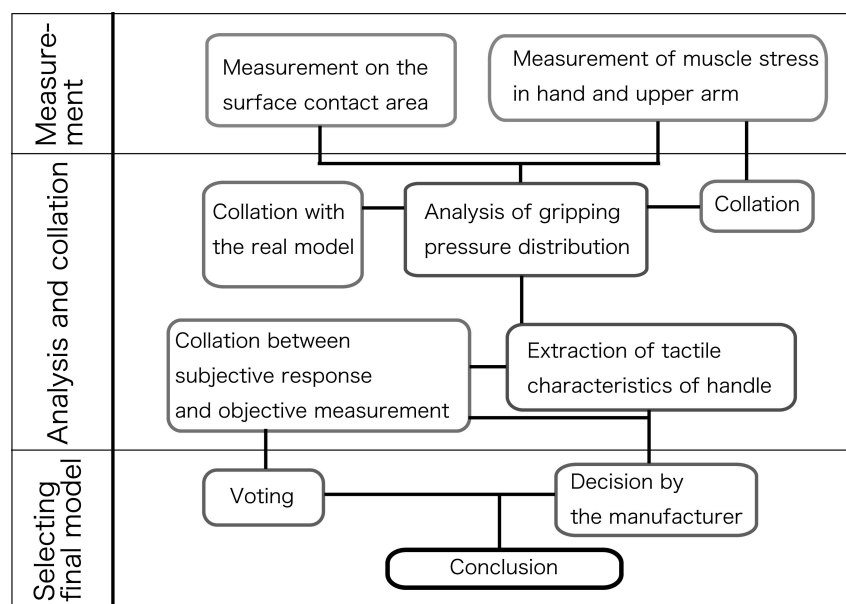
The conventional measuring methods in connection with knives are described in section 3.1. In view of characteristic features of kitchen knives mentioned in section 3.2, however, those conventional methods are not appropriate for kitchen knives. Hence we developed a new measuring method for pressure distribution measurement on surface contact area (Noro 2009).

### 5.4 Evaluation items and test results

The most essential factor for evaluation is that the trial models need to be accepted by many customers in the market as ergonomically-friendly kitchen-knife handles. However, people could not give their decision by applying this criterion to evaluation of the quality of handles at the trial manufacture stage. As such, we were obliged to do with the second best criteria.

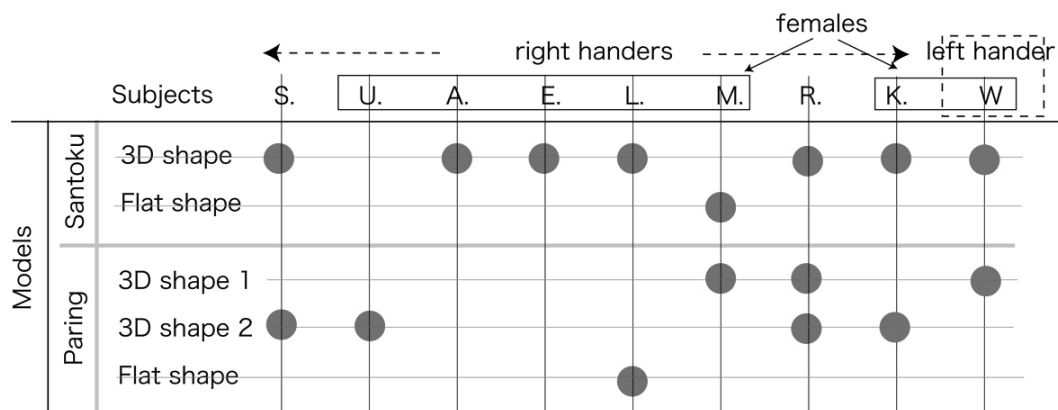
According to Consumer Reports.org, cutting performance, handle comfort, and balance are reasonably listed as evaluation items. In the concerned project, we implemented an objective evaluation as well as a subjective one. For the objective evaluation, the pressure distribution patterns were measured on surface contact areas in terms of two layers of the interface (Noro 2009). As for the subjective evaluation, users from each participating region were asked in their kitchens for comments on their preference level for each of the trial models. Besides, in the case of Japanese participants, their comments were collated with corresponding pressure distribution patterns, to ascertain consistency between objective and subjective evaluations. This method, dubbed ‘clinic’, helped enhance credibility of evaluation by users.

Figure 3 represents an overall algorithm adopted in this research for evaluation of trial models.



**Figure 3:** Overall algorithm for evaluation

Later, votes were polled from all the participants as users over their favorite trial models. The obtained result is shown in Figure 4.



**Figure 4:** Voting result by participants

## 6. Conclusions

### 6.1 Future expectations about PE

In the early 1980s, the concept of PE was formulated, but it is undergoing changes after a quarter of a century. The move is propelled by the socioeconomic changes from past to present. The changes with regard to PE include:

- Globalization and multinationalization of enterprises;
- International specialization of industry;
- Earnings given the highest priority in management; and
- Respect for corporate ethics.

In addition, emergence of nonprofit organizations and scholar-led ventures also might affect PE to a certain extent.

Under these circumstances, the internalization of PE that stems from characteristic disposition of Japanese people could not be allowed to remain any more. They will be urged to make their PE more transparent viewed from foreigners.

On the other hand, some limitation seems to exist in the specific Western-style approach in which principles and formalism are given higher priority such that PE activities are developed within the organizational framework, or that only ergonomics specialists are eligible to intervene in and study work processes in the workplace. The author would like to point out that this type of approach would fail to allow ergonomics to exert its influence beyond a process or organization concerned. It is worth noting on the part of both Japanese and Western people that ergonomics could be utilized in wider areas of application.

### 6.2 Future development of product ergonomics design

- Impact from ergonomics as a differentiating feature of products  
 The word ergonomics is becoming increasingly popular even among general public. This move is attributable largely to the fact that for a variety of products nowadays user-friendly or ergonomics-based feature has come to serve as a strong sales-point. In Japan, for example, Internet shopping sites are seen to garner and sell lots of ergonomics-related goods (e.g. <http://direct.sanwa.co>).

jp/contents/sp/ergonomics/-index.html). This fact indicates that ergonomics-based design provides commercial products with a certain added value. Business firms and manufacturers have begun to recognize ergonomically designed commercial products as a source for producing more profits. This trend must be a kind of following wind on the part of ergonomics specialists. Unlike the conventional way of approach seeking to apply PE to existing processes, it is becoming possible for ergonomics specialists to have complete control over the whole process concerned. The project mentioned above may be considered a model for this type of approach by ergonomists.

Another effort also will be necessary for ergonomics specialists to play a key role as a superordinate in the workplace. Even if a manufacturing company develops a new product and intends to sell it with a lot more profit expected thereby, it has to make a decision on who is to take a risk of initial investment for manufacturing and who to shoulder an inventory risk. It is ergonomics specialists who have to be responsible for persuading project partners concerned into taking on such burdens. Technically sophisticated demonstrations often serve as an effective measure helpful in successful persuasions.

- Ergonomics divide

There is a growing trend that various commercial products are labeled with user-friendliness or ergonomics-based design as a differentiating feature for sales promotion. On the contrary, there are many items left unblessed with achievements from ergonomics-related research. This fact implies a sort of ergonomics gap viewed from people without benefit from ergonomics.

In the field of studies on knives, for example, the traditional research has been centered on knives for industrial use, with kitchen knives used in households left nearly excluded from ergonomic studies. Another gap is seen in the genre of chairs. Noro et al (2006) reported an overwhelming number of research papers presented at the past HFES conferences in the United States were focused on office chairs. Research on chairs for household use is all but forgotten.

What is common to the above two examples is that ergonomics is by far distant from household wives. The situation is the same in products for children. These unhappy stories, however, represent the reverse side of a new possibility from ergonomics research along with expectations for emergence of newly developed ergonomics products.

## 7. References

1. Béguin, P., 2003, Design as a mutual learning process between users and designers, *Interacting with Computers*, 15, 709-730.
2. Horsfall, I., Watson, C., Champion, S., Prosser, P. & Ringrose, T. 2005. The effect of knife handle shape on stabbing performance, *Applied Ergonomics*, 36, 505-511.
3. Kluth, K., Chung, H. & Strasser, H. 2004. Verfahren und Methoden zur Prüfung der ergonomischen Qualität von handgeführten Arbeitsmitteln Professionelle Schraubendreher im Test. Heidelberg: Haefner-Verlag.
4. Kong, Y., Freivalds, A. & Kim, S. 2004. Evaluation of handles in a maximum gripping task, *Ergonomics*, 47, 12, 1350 – 1364.
5. Kogi, K. 2008. Facilitating participatory steps for planning and implementing low-cost improvements in small workplaces, *Applied Ergonomics*, 39 475-481.
6. Lindgaard, G. & Caple, D. 2001. A case study in iterative keyboard design using participatory design techniques, *Applied ergonomics*, 32, 71-80.
7. Määttä, T. 2007, Virtual Environments in Machinery Safety Analysis and Participatory Ergonomics, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 17, 435–443.

8. Marklin, R. & Monroe, J. 1998, Quantitative biomechanical analysis of wrist motion in bone – trimming jobs in the meat packing industry, *Ergonomics*, 41, 2, 227-237.
9. Marsot, J., Claudon, L. & Jacqmin, M. 2007, Assessment of knife sharpness by means of a cutting force measuring system, *Applied Ergonomics*, 38, 83-89.
10. McGorry, R., Dempsey, P. & O'Brien, N. 2004. The effect of workstation and task variables on forces applied during simulated meat cutting, *Ergonomics*, 47, 15, 1640-1656.
11. Noro, K. 1984. A workshop, International Conference on Occupational Ergonomics, May, Toronto.
12. Noro, K. & Imada, A. 1984, A workshop on Participatory Approach of Ergonomics □ Hawaii, 1st ODAM meeting.
13. Noro, K. 1991. Concepts, methods and people. In: K. Noro & A. Imada (Ed.), *Participatory Ergonomics*. London: Taylor & Francis.
14. Noro, K., Kawai, T. & Takao, H. 1996, The development of a dummy head for 3-D audiovisual recording for transmitting telepresence, *Ergonomics*, 39, 1381-1389.
15. Noro, K., 1997. Participatory Ergonomics. In: W. Karwowski & W. Marras (Ed.), *The Occupational Ergonomics Handbook*. New York: CRC Press.
16. Noro, K., Lueder, R., Yamada, S., Fujimaki, G., Oyama, H. & Hashidate, Y. 2006, Revisiting sitting focusing on cross-cultural aspects. In: *Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society*, on DVD.
17. Noro, K. 2009, Developing seating designs that support traditional Japanese sitting postures. In: C. Schlick (Ed.), *Methods and Tools of Industrial Engineering and Ergonomics for Engineering Design, Production, and Service — Tradition, Trends and Visions*. Berlin: Springer-Verlag.
18. Pehkonen, I., Takala, I., Ketola, R., Viikari-Juntura, E., Leino-Arjasa, P., Hopsu, L., Virtanen, T., Haukka, E., Holtari-Leino, M., Nykyri, E. & Riihimäki, H. 2009, Evaluation of a participatory ergonomic intervention process in kitchen work, *Applied Ergonomics*, 40, 115-123.
19. Sundin, A., Christmansson, M. & Larsson, M. 2004, A different perspective in participatory ergonomics in product development improves assembly work in the automotive industry, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33, 1-4.
20. Udo, H., Kobayashi, A. & Branlund, B. 2006, Participatory Ergonomic Improvement in Nursing Home, *Industrial Health*, 44, 128-134.
21. Vink, P. & Eijk, D. 2007, The effect of a participative product design process on user performance, *Safety Science*, 45, 567-577.
22. Vink, P., Imada, A. & Zink, K. 2008, Defining stakeholder involvement in participatory design processes, *Applied Ergonomics*, 39, 519-526.

## Acknowledgements

The author thanks Professor H. Strasser for his valuable advice. He is grateful to the staff at ErgoSeating Co., Ltd. for their continued support. The author gives special thanks to PE participants from New York, Linz, and Tokyo for their ardent cooperation in the project, and to S. Fujita, president at Fujitora Industry Co., Ltd., along with his development staff for their effort in crafting trial models.



# Anforderungen an den Beitrag der Arbeitswissenschaft zur Lösung der betrieblichen Probleme

Jürgen PFISTER

*Leiter des Konzernbereichs Personal und Soziales der METRO AG,  
Schlüterstraße 1, D-40235 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Aus den zwei aktuell zu beobachtenden Megatrends - dem demographischen Wandel und der Entstehung einer globalen Wissensgesellschaft - resultieren für die Betriebe eine Reihe von Problemen auf der Ebene der Personalplanung, der Gestaltung von Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen sowie der Führung, zu deren Lösung die Arbeitswissenschaft wertvolle Beiträge leisten kann, wie etwa bei der Entwicklung einer integrativen Unternehmenskultur, der alters- und alternsgerechten Gestaltung von Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen, der Ermittlung der Rahmenbedingungen für erfolgreich arbeitende multigenerationale Teams, der Organisation von lebenslangen Prozessen der Kompetenzentwicklung und die Gestaltung von Arbeitsbedingungen, die dazu beitragen, dass die Beschäftigten engagiert arbeiten und bedeutsam zur Wertschöpfung beitragen. Die Arbeitswissenschaft müsste stärker in die Betriebe hineingehen und die betriebliche Praxis durch konkrete Vorschläge zur Gestaltung von Arbeitsaufgaben und -strukturen unterstützen, die nicht nur aus arbeitswissenschaftlicher, sondern auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht vertretbar sind.

**Schlüsselwörter:** Ältere Arbeitnehmer, Engagement, Gesundheit, Beschäftigungsfähigkeit, berufliche Weiterbildung, Fachkräftemangel.

## 1. Zwei Megatrends: Der demographische Wandel und die Entstehung einer globalen Wissensgesellschaft

In Europa wird die Erwerbsbevölkerung in den nächsten 20 Jahren um 20,8 Mill. bzw. um 6,8 % sinken; - allein in Deutschland von derzeit 35 Millionen auf knapp 20 Millionen. Zugleich wird der Anteil der Über-55-Jährigen an der Erwerbsbevölkerung um 24 Millionen bzw. um 8,7% steigen, während der Anteil aller übrigen Altersklassen um ca. 20 – 25 % abnehmen wird; bereits ab dem Jahre 2013 wird die stärkste Alterskohorte der Erwerbstätigen in Deutschland die der Über-50-Jährigen sein.

Zeitgleich mit den Alterungs- und Schrumpfungsprozessen in den europäischen Wirtschafts- und Gesellschaftssystemen entsteht eine globale Wissensgesellschaft. Der entscheidende Standortfaktor wird die Fähigkeit der Menschen vor Ort, mit Informationen umzugehen und mit anderen Wissensarbeitern, Kollegen und Kunden über hierarchische Strukturen hinweg zusammenzuarbeiten. Bereits heute sind 80 von 210 Mio. Arbeitnehmern (= 38%) aus 25 EU - Mitgliedsstaaten in hoch qualifizierten, nicht manuellen Tätigkeiten beschäftigt. In den wissens- und dienstleistungsinintensiven Sektoren werden bis 2015 in Europa mehr als 13 Mio. zusätzliche Jobs entstehen.

Der demographische Wandel und die Zunahme der wissens- und dienstleistungs-basierten Arbeit sind zwei Megatrends, deren Auswirkungen auf die Makrostrukturen



von Wirtschaft und Gesellschaft weithin bekannt und gut prognostizierbar sind. Dagegen wissen wir nur wenig darüber, wie sich diese Megatrends auf der Mikroebene eines einzelnen Unternehmens konkret auswirken. Vor dem Hintergrund der beiden Megatrends ergeben sich in den Betrieben eine Reihe von Problemen auf der Ebene der Personalplanung, der Gestaltung von Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen sowie der Führung, zu deren Lösung die Arbeitswissenschaft aus meiner Sicht wertvolle Beiträge leisten kann.

## **2. Fachkräftemangel**

Für die Unternehmen stellt sich die zentrale Frage, wie sie zukünftig ihren steigenden Bedarf an hochqualifizierten Fach- und Führungskräften in einem schrumpfenden Arbeitsmarkt sicherstellen können. Der Fachkräftemangel hat aber nicht nur unabwendbare Ursachen, die durch den demographischen Wandel gewissermaßen vorprogrammiert sind, sondern auch solche, die wir durchaus beeinflussen können. Eine beeinflussbare Ursache besteht darin, dass wir die in den Unternehmen und in ihrem gesellschaftlichen Umfeld verfügbaren Wissens- und Fähigkeitenpotentiale nicht genügend ausschöpfen, konsequent nutzen und weiterentwickeln. Die Produktivität in der Wissensökonomie hängt deshalb wesentlich davon ab, inwieweit es uns in den Unternehmen gelingt, die Träger von Wissen und Erfahrung zu gewinnen und einzusetzen, und zwar unabhängig davon, ob sie männlich oder weiblich, behindert oder nicht - behindert, deutscher Herkunft oder mit Migrationshintergrund, hierarchisch niedrig oder hoch stehend, alt oder jung sind. Die Entwicklung einer integrativen Unternehmenskultur wird zum zentralen Erfolgsfaktor in der Wissensökonomie.

- Frage an die Arbeitswissenschaft:  
Wie können wir in den Unternehmen eine integrative Unternehmenskultur entwickeln, in der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unterschiedlicher ethnischer Herkunft und unterschiedlicher Generationen gerne und produktiv zusammenarbeiten?

## **3. Beschäftigung älterer Arbeitnehmer**

Angesichts des zunehmenden Fachkräftemangels werden Unternehmen ihre Fach- und Führungspositionen zukünftig verstärkt mit Menschen besetzen müssen, die heute noch teilweise am Rande des Arbeitsmarkts stehen, das heißt: mit Frauen, mit Migranten und vor allem mit älteren Menschen jenseits des fünfzigsten Lebensjahrs. Wir machen zu wenig Gebrauch von der Erfahrung der älteren Mitarbeiter. Die Arbeitslosenquote steigt mit zunehmendem Alter mit der Folge, dass in der Altersgruppe der 55-64-Jährigen nur noch knapp 50 % erwerbstätig sind. Nahezu 40 % der Unternehmen in Deutschland beschäftigen noch heute grundsätzlich keine über 50-Jährigen mehr. Um die Produktivitätsreserven der älteren Mitarbeiter zu nutzen, müssen wir in den Unternehmen zu einer Neubewertung des Alters kommen. War „Alter“ in der Industriegesellschaft noch wesentlich ein Negativfaktor, so wird sein Einsatz in der Wissensgesellschaft zum Wettbewerbsfaktor. Die Stärken älterer Mitarbeiter werden in der Wissensökonomie zunehmend wichtiger, weil sie über den wirtschaftlichen Erfolg entscheiden. Um diese Stärken wirklich nutzen zu können, müssen wir dem Einzelnen zunehmend die Chance bieten, länger im Beruf bleiben zu können. Wir werden deshalb in Europa neue Modelle der Arbeitskultur entwickeln

müssen, die es Menschen ermöglichen, bis ins Alter von 67 Jahren und darüber hinaus am Wertschöpfungsprozess teilzunehmen.

- Frage an die Arbeitswissenschaft:  
Wie können Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen alters- und alternsgerecht gestaltet werden, so dass Menschen mindestens bis zum Erreichen der Regelaltersgrenze wertschöpfend tätig sein können?

#### **4. Erhalt von Erfahrung und Know How**

Die starken Jahrgänge der Babyboomer – Generation (1950 – 1965) werden ab dem Jahre 2013 beschleunigt die Grenze von 60 Jahren überschreiten. Mit ihrem verstärkten Ausscheiden werden die Unternehmen zunehmend vor der Frage stehen, wie sie den Erhalt von Know how und Erfahrung in der Organisation sicherstellen können. Altersgemischte Teams sind die Organisationsform dafür, dass ältere Mitarbeiter ihre beruflichen Erfahrungen rechtzeitig vor ihrem Ausscheiden an jüngere Mitarbeiter weitergeben und wertvolles Know How im Unternehmen verbleibt. Um den zu erwartenden „Brain Drain“ zu stoppen, müssen wir in den Unternehmen eine Kultur der generationsübergreifenden Zusammenarbeit entwickeln, in der Ältere ihr Wissen frühzeitig an jüngere Arbeitnehmer weitergeben.

- Frage an die Arbeitswissenschaft:  
Was sind die Rahmenbedingungen dafür, dass multigenerationale Teams erfolgreich arbeiten können?

#### **5. Berufliche Weiterbildung**

Im Zuge der Wissensintensivierung und des raschen Wissensverfalls ist grundsätzlich von höheren und immer wiederkehrenden Lernanforderungen und Anpassungsprozessen für alle Arbeitnehmer auszugehen. Diese Anforderungen müssen von einer steigenden Anzahl älterer Beschäftigter bewältigt werden. Grundsätzlich gilt, dass auch ältere Mitarbeiter konsequent in die betriebliche Weiterbildung einbezogen werden sollten. Spezielle Weiterbildungsangebote für Ältere sind nur in Ausnahmefällen sinnvoll. Dazu gehören z.B. Seminare oder Workshops zu Themen, in denen es um einen generationsspezifischen Nachholbedarf, wie z.B. bei den neuen IT und Web-Technologien geht. Aber auch Menschen mit geringer beruflicher Qualifikation, die über lange Zeiträume nicht gelernt haben, bedürfen eines besonderen Angebots. In der Wissensgesellschaft verändern sich Stellenbeschreibungen ebenso schnell und dynamisch wie Qualifikationsanforderungen an die Stelleninhaber. Was gestern noch zusammengepasst hat, hat sich heute bereits weit auseinander entwickelt. Der Einzelne benötigt deshalb regelmäßige Positionsbestimmungen und berufliche Entwicklungsgespräche. Weiterbildung braucht eine Perspektive. Dazu gehört, dass Führungskräfte selbstverständlich auch mit den Mitarbeitern über ihre beruflichen Perspektiven sprechen, die das 50. Lebensjahr überschritten haben. Solche Entwicklungsgespräche, die daraus abzuleitenden Maßnahmen und die ständige Herausforderung durch immer wieder neue Aufgaben sind eine Voraussetzung, um im Beruf gesund alt werden zu können.

- Frage an die Arbeitswissenschaft:  
Wie können wir die berufliche Weiterbildung in den Unternehmen von Anfang an als lebenslangen Prozess der Kompetenzentwicklung organisieren, und wie

können wir die Arbeit selbst systematisch so organisieren, dass Prozesse umweltbezogenen Lernens durch die Kombination von anspruchsvollen Aufgaben und individuellen Entscheidungskompetenzen über die gesamte Berufsbiografie hinweg kontinuierlich gefördert werden?

## 6. Erhaltung von Gesundheit und Beschäftigungsfähigkeit

Im Durchschnitt fehlen die 45- bis 54-Jährigen heute fast 65 % mehr als die unter 25-Jährigen. Bei den über 55-Jährigen sind es noch einmal 50% mehr als bei den 45- bis 54-Jährigen. Dies liegt nicht unbedingt daran, dass Ältere häufiger krank werden als Junge, sondern vielmehr an der Dauer der Erkrankung. Die Falldauer ist bei den Älteren ungefähr dreimal höher als bei den Jüngeren. Insgesamt haben deshalb die Älteren (50-plus) eine deutlich höhere Fehlzeitenquote. Weil der Anteil der Älteren deutlich steigt, wird sich – bei unveränderten Rahmenbedingungen - die Fehlzeitenrate drastisch erhöhen.

- Frage an die Arbeitswissenschaft:  
Wie können Unternehmen Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen so gestalten, dass Arbeit zukünftig gesund erhält und nicht krank macht?

## 7. Engagement

Von den 35 Millionen abhängig Beschäftigten in Deutschland arbeiten nur 12% motiviert in ihrem Unternehmen; mehr als zwei Drittel machen Dienst nach Vorschrift, und jeder Fünfte hat innerlich bereits gekündigt (Daten aus „Der Spiegel“ 17/2008, „Wie die Deutschen arbeiten“). In einer Wissens- und Dienstleistungsgesellschaft lässt sich Hochleistung unter den Bedingungen eines zunehmend knappen Potentials von qualifizierten Fach- und Führungskräften immer weniger durch Mittel der extrinsischen Motivation (materielle Anreizsysteme) und Kontrolle organisieren. Waren die Unternehmen im Industriezeitalter noch vornehmlich damit befasst, Fehlzeiten, d.h. „Absentismus“ zu vermeiden, geht es in Hochleistungsorganisationen längst darum, den „Presentismus“ (d.h. die pure Anwesenheit ohne Beiträge zu leisten – Dienst nach Vorschrift) zu bekämpfen. Die Wertschöpfungsprozesse der Zukunft erfordern weit mehr als die bloße „Anwesenheit“ der Mitarbeiter; sie sind vielmehr zwingend auf engagierte und emotional gebundene Mitarbeiter angewiesen. Dem entsprechend wird die „Fehlzeitenquote“ als indirekter Leistungsindikator in den Unternehmen zunehmend abgelöst durch die Messung des Mitarbeiterengagements. Mitarbeiterengagement ist das neue Maß für Mitarbeitergesundheit.

- Frage an die Arbeitswissenschaft:  
Wie können Unternehmen ihre Arbeitsaufgaben, Arbeitsstrukturen und ihre Kultur so gestalten, dass Mitarbeiter engagiert arbeiten und signifikant zur Wertschöpfung beitragen?

## 8. Der Beitrag der Arbeitswissenschaft

Die sich abzeichnenden betrieblichen Probleme im Zeichen des demographischen Wandels und der entstehenden Wissens- und Dienstleistungsgesellschaft müssen nachhaltig angegangen werden. Dazu ist sowohl eine Veränderung der Arbeitsauf-

gaben und Arbeitsstrukturen als auch eine grundlegende Neubestimmung der Rolle von Führung erforderlich. Leider wurde der Faktor Führung in der Arbeitswissenschaft lange Zeit als bloßer „Dissatisfyer“ unterschätzt. Heute ist klar, dass eine professionelle, dienende Führung nicht nur hilft, „Unzufriedenheit“ zu vermeiden, sondern wesentlicher Einflussfaktor für Mitarbeiterengagement und Gesundheit ist. In welche Richtung es bei der Veränderung der Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen gehen muss ist dagegen seit Jahrzehnten bekannt. Eberhard Ulich (2005) hat die Kriterien für „gute Arbeit“ wie folgt zusammengefaßt:

- Ganzheitlichkeit,
- Anforderungsvielfalt (Job Rotation, Job Enrichement),
- Möglichkeiten der sozialen Interaktion,
- Autonomie (Gruppenarbeit, flache Hierarchien, Partizipation),
- Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten,
- Zeitelastizität und stressfreie Regulierbarkeit (Zeitsouveränität),
- Sinnhaftigkeit.

Obwohl das arbeitswissenschaftliche Gestaltungswissen zur „Humanisierung der Arbeit“ also im Prinzip vorliegt, sind die vorgenannten Probleme in den Betrieben noch weitgehend ungelöst. Dies deutet darauf hin, dass wir in der Praxis weniger ein Erkenntnisproblem haben als ein Umsetzungsproblem. Wie lassen sich Arbeitsaufgaben und Arbeitsstrukturen unter realen betrieblichen Bedingungen, d.h. unter Kosten-, Effizienz- und Produktivitätsdruck aktiv nach Maßgabe der vorliegenden arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse gestalten und transformieren? Wie können wir individuelle Erwerbsbiografien einerseits und betriebliche Aufgaben- und Effizienzerfordernisse andererseits in Einklang miteinander bringen? Zusammenfassend fehlt es aus meiner Sicht –und dies gilt insbesondere für meine Branche - den Handel - weitgehend an der Fähigkeit zur Interpretation und Übersetzung der arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse in betriebliche Aufträge und Maßnahmen. Mit dieser Aufgabe sind die betrieblichen Praktiker allein weitgehend überfordert. Die Arbeitswissenschaft sollte deshalb aus meiner Sicht den Zusammenhang zwischen „guter Arbeit“ einerseits und nachhaltiger „Wertschöpfung“ andererseits stärker in den Blick nehmen. Sie sollte empirisch untermauern, dass „gute Arbeit“ ein zentraler Treiber für das Engagement und die Gesundheit der Mitarbeiter ist und dadurch auch zur Steigerung der betrieblichen Ergebnisse, d.h. Produktivität, Effizienz, Kundenzufriedenheit und Umsatz beiträgt. Dazu müsste die Arbeitswissenschaft enger mit der Betriebswirtschaft zusammenarbeiten. Bislang macht die Betriebswirtschaft ihre „Rechnung“ immer noch zu wenig ohne die Arbeitswissenschaft und umgekehrt. Um an der Nahtstelle von Arbeitswissenschaft und betrieblicher Praxis weiterzukommen, müsste die Arbeitswissenschaft stärker in die Betriebe hineingehen und die betriebliche Praxis durch konkrete Vorschläge zur Gestaltung von Arbeitsaufgaben und –strukturen unterstützen, die nicht nur aus arbeitswissenschaftlicher, sondern auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht vertretbar sind.

## 9. Literatur

1. Ulich, E. 2005, Arbeitspsychologie, 6. Auflage. Zürich: Schäffer und Pöschel.



## **Kognition, Altern und Technik**





## Kognition, Altern und Technik

Edmund WASCHER, Gerhard RINKENAUER und Michael FALKENSTEIN

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystrasse 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die Anforderungen an die Informationsverarbeitung des Menschen werden immer komplexer, sowohl in der Arbeit als auch im alltäglichen Leben. Besonders ältere Menschen klagen oft über die Informationsflut, die sie nicht mehr in den Griff bekommen. Kritische Situationen (und oft auch Unfälle) treten dabei gehäuft in Zusammenhang mit dem Umgang mit modernen Technologien auf. In diesem Symposium möchten wir diese Problematik von der Grundlagenforschung bis in die reale Arbeitssituation hinein beleuchten und dabei darlegen, wie hilfreich fundierte Modelle für die Umsetzung sein können.

**Schlüsselwörter:** Arbeit, Altern, Technik, Informationsverarbeitung.

### 1. Einführung

Jede Interaktion mit technischen Geräten benötigt eine Umsetzung der vom Gerät gelieferten Information in eine Handlung, damit vom Benutzer ein erwünschter Effekt erzielt werden kann. Die Effizienz dieser Interaktion ist im Wesentlichen durch zwei Faktoren bestimmt: 1) wie transparent die Funktionen des zu bedienende Gerät für den Benutzer sind und 2) wie viele kognitive Ressourcen der bedienende Mensch für die Verarbeitung der gelieferten Informationen zur Verfügung hat. Die optimale Abstimmung dieser beiden Aspekte wird zu einer Interaktion führen, die zielführend und nahezu fehlerfrei ist.

Die Möglichkeiten technischer Systeme entwickeln sich aktuell rasant, zum Teil so schnell, dass die Anpassung an die Kapazitäten menschlicher Informationsverarbeitung in der Entwicklung kaum mehr stattfindet. Dieser Prozess könnte erleichtert werden, wenn das Augenmerk in der Evaluation weniger auf die spezifische Interaktion sondern mehr auf generelle Prinzipien gelegt würde, welche in verschiedenen Kontexten gültig sind. Dabei ist es vorteilhaft, wenn Expertisen aus unterschiedlichsten Fachbereichen miteinander kombiniert werden können.

Ein gutes Beispiel für ein derartiges Vorgehen liefern aktuelle neurophysiologische Modelle zur Ausrichtung von Aufmerksamkeit. Sie sagen in relativ allgemeiner Weise vorher, dass die Wahrnehmbarkeit von präsentierter Information sowohl davon abhängt, ob der Betrachter sich auf diese Information konzentrieren kann als auch davon, wie stark störende Reize diesen Prozess beeinflussen. Dabei integriert dieser Ansatz nach kybernetischen Prinzipien die Kapazitäten des Betrachters und die physikalischen Eigenschaften eingehender Stimulation. Dieser Ansatz, der ursprünglich aus der tierphysiologischen Wahrnehmungsforschung stammt, findet sich im Konzept des Useful Field of View (UVOF) wieder und bildet dort die Grundlage für einen sehr gut diskriminierenden Wahrnehmungstest (Ball & Owsley 1993). Das Modell lässt sich aufgrund seiner starken theoretischen Grundlage beliebig vereinfachen und führt zu aussagekräftigen Testergebnissen wenn z.B. kognitive Kontrolldefizite älterer Menschen untersucht werden (Wascher & Falkenstein 2008). Menozzi et al. (2009) haben dieses Konzept für die betriebsmedizinische Praxis adaptiert und können zei-

gen, dass es sich für die Erfassung grundlegender kognitiver Leistungsparameter hervorragend eignet.

Hieraus wird klar, dass eine Fundierung der arbeitswissenschaftlichen Forschung in kognitiven Theorien und experimentalpsychologischen Paradigmen eine höhere Datenqualität ergibt als ein Ansatz am konkreten Arbeitsplatz. Dies zu demonstrieren ist ein wichtiges Ziel des vorliegenden Symposiums.

## **2. Kognitiv-experimenteller Zugang zur Informationsverarbeitung in technischen Systemen**

Technische Umgebungen bieten zunehmend mehr Möglichkeiten und nähern sich z.B. in der Darstellung von Information realistischen Szenarien an. Nicht nur an CAD-Arbeitsplätzen auch im Fahrzeug (und vor allem in modernen Flugzeugen) geht die Anzeigetechnik zunehmend weg von einfachen zweidimensionalen Anzeigen, hin zu drei-dimensionalen Darstellungen. Bekannte Theorien zur visuellen Aufmerksamkeit lassen sich nicht immer auf dreidimensionale Präsentationen generalisieren. Die Herren Rinkenauer & Grosjean (2009) zeigen, dass Modelle und Mechanismen der Aufmerksamkeit im 3-D Raum von bekannten zweidimensionalen Ansätzen abweichen (vergl. auch Rinkenauer & Grosjean 2008). Darüber hinaus kann mit erweiterten Untersuchungsparadigmen gezeigt werden, dass sich die Aufmerksamkeitsverteilung im dreidimensionalen Raum von jüngeren und älteren Probanden deutlich unterscheidet. Will man experimentalpsychologische Ansätze näher an die Anwendung heranbringen, so muss man sowohl bezüglich der Realitätsnähe als auch bezüglich der experimentellen Kontrollierbarkeit Abstriche machen. Hofmann et al. (2009) demonstrieren, wie man experimentalpsychologische Paradigmen in einer kontrollierten Fahrsituation zur Messung kognitiver Prozesse einsetzen kann. Dazu wird eine adaptierte Version der bekannten „Lane Change Task“ (z. B. Mattes 2003) verwendet, in welcher unterschiedliche Vorbereitungs- und Aufmerksamkeitssituationen hergestellt werden können.

Hahn et al. (2009) zeigen, dass man eine Fahraufgabe so weit vereinfachen kann, dass sogar elektrophysiologische Methoden angewandt werden können, ohne dass die grundlegenden Anforderungen an die Fahrsituation verloren gehen. Eine direkte Umsetzung dieser Forschungsstrategie stellen Wilschut et al. (2009) vor, wobei unter sehr kontrollierten Laborbedingungen die Verwendbarkeit von unterschiedlichen Displaytypen bei jüngeren und älteren Fahrern untersucht wurde. Dabei stellte sich heraus, dass die Verwendung von Head-Up Displays zu einer Verbesserung der Fahrleistung bzw. zu einer Verbesserung der Wahrnehmung in einer Sekundäraufgabe besonders bei älteren Menschen führen kann.

## **3. Modulation kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter und deren Kompensation**

Im zweiten Block des Symposiums wird vor allem die Modulation kognitiver Leistungsfähigkeit durch das Alter und andere Einflussfaktoren im betrieblichen Kontext beschrieben. Es werden Studien vorgestellt die darauf abzielen, spezifische Defizite und Probleme definierter Personengruppen in alltagsnahen Arbeitssituationen zu identifizieren.

Stamov Roßnagel (2009) setzt sich mit der Motivation älterer Arbeitnehmer auseinander. Er kann zeigen, dass die Arbeitsmotivation im Laufe eines Arbeitslebens -

immer aufgabenspezifischer wird und dass ältere Beschäftigte nachlassende Motivation bei bestimmten Aufgaben durch erhöhte Motivation bei anderen Aufgaben kompensieren.

Eine Untersuchungen in der Automobilindustrie (Stahn 2009) zeigt zum einen, dass stereotype Arbeit den altersbedingten Rückgang bestimmter kognitiver Funktionen beschleunigen kann, zum anderen zeigt sie einen erheblichen Einfluss personenbezogener und sozialer Faktoren auf basale kognitive Prozesse.

Es ist bekannt, dass ältere Menschen Defizite in der Informationsverarbeitung durchaus kompensieren können, indem sie langsamer aber genauer arbeiten. Der dabei aufgewendete erhöhte Kontrollaufwand kann aber, wie von Freude et al. (2009) gezeigt wird, zu physiologischen Kosten führen. Erhöhte kognitive Kontrolle scheint mit einer verminderten Anpassungsfähigkeit des kardio-vaskulären Systems einherzugehen und könnte dadurch langfristig mit einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden sein.

Nicht nur aus diesem Grund, sollte Kompensation im Normalfall keine notwendige Strategie von Nutzern technischer Systeme sein. Nicht der Nutzer sollte dem System, sondern das System sollte dem Nutzer angepasst werden, wobei Bühler (2009) neue Ansätze vorstellt, wie technische Geräte im Alter besser nutzbar gemacht werden können.

#### 4. Literatur

1. Ball, K. & Owsley, C. 1993, The useful field of view test: A new technique for evaluating age-related declines in visual function, *Journal of the American Optometric Association*, 64, 71-79.
2. Bühler, C. 2009, Technik für ältere und behinderte Menschen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 97-100.
3. Freude, G., Schapkin, S.A. & Erdmann, U. 2009, Geistige Leistungsfähigkeit und altersassoziierte Veränderungen: Kompensation und physiologische Kosten. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 93-96.
4. Hahn, M. & Wild-Wall, N. 2009, Alter und Doppeltätigkeit: eine Annäherung an die Fahrsituation. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 77-79.
5. Hofmann, P., Rinkenauer, G., Gude, D. & Tönnies, M. 2009, Von den Grundlagen zur Anwendung: Kognitionspsychologische Forschung mit einem fixed-base Fahrsimulator. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 73-76.
6. Mattes, S. 2003, The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In: H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch & H. Bubb (Hrsg.), *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future*. Stuttgart: ergonomia Verlag, 57-60.
7. Menozzi, M., Blum, P. & Knecht, A. 2009, Aufmerksamkeitstest in der betriebsmedizinischen Praxis. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 65-68.
8. Rinkenauer, G. & Grosjean, M. 2008, Mapping the distribution of focused visual attention in real 3D space: potential implications for interface design, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 62, 145-155.
9. Rinkenauer, G. & Grosjean, M. 2009, Altersabhängigkeit der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsverteilung im dreidimensionalen Raum. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 69-72.
10. Stahn, C. 2009, Einflussfaktoren auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Beschäftigten in der Automobil-Industrie. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 89-92.
11. Stamov Rosnagel, C. 2009, Leistungsmotivation beim Lernen im Alter. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 85-88.

12. Wascher, E. & Falkenstein, M. 2008, Entwicklung eines Wahrnehmungstests auf Basis eines neurophysiologischen Modells. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 713-716.
13. Wilschut, E.S., Rinkenauer, G., Brookhuis, K.A. & Falkenstein, M. 2009, Comparison of a Head-Down Display (HDD) versus a Head-Up Display (HUD) in a lane-change task: effects of ageing and display complexity. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert. Dortmund: GfA Press, 81-84.

# Entwicklung eines Aufmerksamkeitstests für die betriebsmedizinische Praxis

Marino MENOZZI, Philippe BLUM und Alfred KNECHT

*Technologie- und Innovationsmanagement,  
ETH Zürich, Leonhardstrasse 27, CH – 8092 Zürich*

**Kurzfassung:** Es wird ein Test vorgestellt, mit dem eine effiziente Erfassung einer aufmerksamkeitsrelevanten Leistung erfolgt. Der Test ist an Vorgaben der betriebsmedizinischen Praxis angepasst und bietet Normdaten für die vergleichende Beurteilung.

**Schlüsselwörter:** Aufmerksamkeit, Betriebsmedizin, Detektierbarkeit.

## 1. Einleitung

In der informationsverarbeitenden Gesellschaft ist die Aufmerksamkeit von zentraler Bedeutung. Eine geminderte Aufmerksamkeit kann Ursache für Unfälle als auch Ursache einer reduzierten Arbeitsleistung sein. Die Aufmerksamkeit selbst wird von einer Vielzahl von Faktoren moduliert, sodass eine Ursachenforschung komplex, langwierig wenn gar in manchen Fällen unmöglich erscheint.

Im Wissen um die Rolle der Aufmerksamkeit bei der Arbeit, ist unter anderem die Betriebsmedizin an Instrumenten zur individuellen Beurteilung der Aufmerksamkeit interessiert. Angelehnt an Studien zur Rolle der Aufmerksamkeit im Strassenverkehr (Ball et al. 1993; Charmann 1997), wird ein Test für die betriebsmedizinische Praxis entwickelt, mit dem die Fähigkeit der Ressourcenverteilung zwischen zentrales und peripheres Gesichtsfeld bewertet wird. Als abhängige Variable des Tests wird nebst der Reaktionszeit die aus der Signalentdeckung abgeleitete Detektierbarkeit ermittelt.

Die Entwicklung des Tests umfasst zum einen die Berücksichtigung der Anforderungen der betriebsmedizinischen Praxis. Zum anderen beinhaltet die Entwicklung des Tests die Erstellung von Normdaten für eine vergleichende Beurteilung der individuellen Leistung.

## 2. Aufbau des Tests

Auf einem Bildschirm (Samsung, 22“ TFT, SyncMaster 245 B Plus) wird ein Fixationskreuz dargeboten. Eine sechsstellige Zahl wird tachistoskopisch (300 ms) entweder links oder rechts vom Fixationsreiz dargeboten, dabei wird das Fixationskreuz während der Darbietung der Zahl ausgeblendet. Die Versuchsperson (VP) hat die Aufgabe, die Ziffer 3 in der eingeblendeten Zahl zu entdecken. Die Antwort (ja/nein, zwei Alternativen erzwungene Wahl) teilt die VP mittels Mausklick mit. Dem Fixationskreuz und der Zahl ist die Videoaufnahme einer Autofahrt im städtischen Bereich unterlegt. Die Videoaufnahme ist aus der Sicht des Fahrers aufgenommen worden. Der Aufbau des Tests und des Versuches lehnt sich an das in Menozzi & Blum (2008) beschriebene Experiment an. Im Unterschied dazu, wurde die Anzahl der Darbietungsorte für die sechsstellige Zahl auf zwei in der Frankfurter Ebene liegenden Orte auf dem Bildschirm reduziert. Dies erfolgte aus Rücksicht auf Gleitsichtglasträger als potentielle Prüflinge und um die Testdauer zu Verkürzen.

## 2.1 Anforderung der betriebsmedizinischen Praxis

Am Patienten werden in der betriebsmedizinischen Praxis oftmals mehrere Tests pro Visite durchgeführt. Die Dauer eines Tests ist von zentraler Bedeutung. Je kürzer die Dauer desto weniger ist der Aufwand und desto flexibler lässt sich der Test terminieren. In einer größeren betriebsmedizinischen Praxis erfolgt die Anordnung der einzelnen Tests mit Vorteil in einem gleichabständigen Zeitraster. Dies erlaubt die parallele Durchführung mehrerer Untersuchungen. In Bezug auf die Ausgestaltung unseres Aufmerksamkeitstest hat sich deshalb eine maximale Testdauer von 15 min ergeben.

In die Effizienzberechnung fließt nebst der Testdauer der Zeitaufwand des Untersuchers ein. Zum einen lässt sich der Zeitaufwand für den Untersucher durch Einführen einer Siebtestung reduzieren (Krueger 1991). Zum anderen kann durch Automatisierung des Tests der Zeitbedarf für den Untersucher minimiert werden. Der Aufmerksamkeitstest wird deshalb vollständig computerisiert durchgeführt und mit einer vom Computer dargebotenen Instruktionssequenz (Video und Audio) ausgestattet. Somit besteht der Aufwand für den Untersucher einzig im Heranführen des Patienten an den Test.

## 2.2 Erhebung der Normdaten

Im hiesigen Kontext setzten sich die Normdaten für den Aufmerksamkeitstest aus den Daten der arbeitenden Bevölkerung zusammen. In einem ersten Anlauf sollen die Messergebnisse aller Personen in die Normdaten einfließen, die den Test durchführen. In späteren Untersuchungen soll der Einfluss von Medikamenten auf die Leistung beim Aufmerksamkeitstest erforscht werden. Um für die späteren Untersuchungen Effektgrößen abschätzen zu können, wird mittels Fragebogen der Medikamentenkonsum der Versuchspersonen erfasst. Die Angaben über den Medikamentenkonsum werden als Selbstdeklaration abgegeben.

Aus einer vorgängigen Untersuchung geht der Effekt von Alkohol auf das Ergebnis des Aufmerksamkeitstests (Menozzi & Blum 2008), also auch auf die Detektierbarkeit  $d'$ , hervor. Im nüchternen Zustand beträgt der Mittelwert von  $d'$  in unserem Aufmerksamkeitstest  $\mu = 1,875$  mit einer Standardabweichung von  $\sigma = 0,654$ . Unter Alkoholeinfluss reduziert sich der Mittelwert bei einer Blutalkoholkonzentration (BAK) von 0,5 0/00 auf  $\mu = 1,376$  mit  $\sigma = 0,479$ . Wird vereinfacht angenommen, dass 0,5 0/00 BAK einen Effekt von 0,5 auf  $d'$  haben und die Standardabweichung  $\sigma = 0,5$  ist, so ergibt sich für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0,05$  und einem Power ( $1-\beta$ ) von 80% gemäss Fallzahlschätzung eine minimale Probandenzahl von 16. Wird unter gleichen Annahmen eine Differenz in  $d'$  von 0,2 erwartet, sind 100 Probanden erforderlich. Mit 300 Probanden könnten Differenzen in  $d'$  von 0,12 ( $\alpha=0,05$ , Power=80%) festgestellt werden.

## 3. Resultate

Die Erhebung der Normdaten wurde aufgrund notwendiger ethischer Anforderungen um ein halbes Jahr verzögert und konnte erst im Dezember letzten Jahres gestartet werden. Bis Ende Februar 2009 wird mit einem Datenbestand von 100 Resultaten gerechnet. Eine getrennte Auswertung der Testergebnissen von Personen ohne selbstdeklarierten Medikamentenkonsum von jenen mit Medikamentenkonsum ist



zwar vorgesehen, Effekte werden aufgrund der diesbezüglich unspezifischen Fragestellung aber nicht erwartet.

#### **4. Literatur**

1. Ball K., Owsles C., Sloane M., Roenker D. & Bruni J. 1993, Visual attention problems as predictor of vehicle crashes in older drivers, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 34, 3110-3123.
2. Charmann W.N. 1997, Vision and driving: a literature review and commentary, *Ophthalmic and Physiological Optics*, 17, 371-391.
3. Krueger H. 1991, Der Betriebsarzt im Spannungsfeld zwischen Arbeitsplatzbegehung und spezieller arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchung aus der Sicht eines Arbeitsphysiologen, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz, Prophylaxe und Ergonomie*, 41, 361-368.
4. Menozzi M. & Blum P. 2008, Suchaufgabe im peripheren Gesichtsfeld – Simulatortest zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit unter Alkohol und Medikamenteneinfluss. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer*. Dortmund: GfA Press, 665-668.





# Altersabhängigkeit der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsverteilung im dreidimensionalen Raum

Gerhard RINKENAUER und Marc GROSJEAN

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystrasse 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die Adjustierung des Aufmerksamkeitsfokus ist eine wichtige Fähigkeit, um relevante Informationen aus realen oder technischen visuellen Szenarien selektieren zu können. Frühere Untersuchungen mit zweidimensionalen Reizpräsentationen zeigen, dass die Weite des Aufmerksamkeitsfokus bei älteren Personen im Vergleich zu jüngeren Personen reduziert ist. Ziel der aktuellen Studie ist es, die altersabhängige Aufmerksamkeitsverteilung im drei-dimensionalen Raum zu untersuchen. Hierzu wurden Probanden zweier Altersgruppen mit Hilfe einer erweiterten Flankierreizaufgabe getestet. Es zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der Aufmerksamkeitsverteilung der beiden Probandengruppen. Die Ergebnisse legen nahe, dass mit zunehmendem Alter sich nicht nur die laterale Adjustierung, sondern auch die Tiefenadjustierung des Aufmerksamkeitsfokus verändert.

**Schlüsselwörter:** Aufmerksamkeitsverteilung, Altern, Selektive Aufmerksamkeit, Tiefe, Flankierreizparadigma.

## 1. Einleitung

Der visuell-räumliche Aufmerksamkeitsfokus wird oft als eine Art Fenster innerhalb des Gesichtsfelds beschrieben (für eine Übersicht siehe Fernandez-Duque & Johnson 2002). Die Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb dieses Fensters ist ungleichmäßig verteilt, das bedeutet, Reize im Zentrum des Aufmerksamkeitsfensters werden besser verarbeitet als Reize an der Peripherie (z. B. Eriksen & Eriksen 1974). Des Weiteren gibt es Hinweise dafür, dass die Größe des Aufmerksamkeitsfensters aufgabenabhängig variiert (LaBerge & Brown 1973). Im Bereich von Fahraufgaben wird das effektive Aufmerksamkeitsfenster, das bei einer einzelnen Fixierung verarbeitet werden kann, als das sogenannte "Useful Field of View" (UFOV) beschrieben (Ball et al. 1993). Ältere wie neuere Untersuchungen legen zum Beispiel nahe, dass Einschränkungen im UFOV zu einem erhöhten Unfallrisiko führen (Ball et al. 1993; Rubin et al. 2007). Viele Untersuchungen zeigen, dass sich das UFOV mit zunehmendem Alter verringert (z. B. Ball et al. 1993; Scialfa et al. 1994). Dies könnte ein Grund dafür sein, dass in manchen Verkehrssituationen das Unfallrisiko bei Älteren ansteigt.

Während Faktoren, welche die laterale Form und Ausdehnung des UFOVs bzw. des Aufmerksamkeitsfensters bestimmen, gut untersucht sind, gibt es nur wenige Untersuchungen dazu, wie die visuelle Aufmerksamkeit in die Tiefe ausgedehnt ist (z. B. Andersen & Kramer 1993) und unseres Wissens keine Studien darüber, wie sich die räumliche Verteilung der Tiefenaufmerksamkeit über die Lebensspanne verändert. Erstaunlicherweise ist trotz der immensen Forschung zu Aufmerksamkeitsphänomenen und deren altersabhängigen Veränderungen bisher hauptsächlich die frontale Ebene zur Sehachse (z. B. die Bildschirmenebene) untersucht worden, kaum

jedoch die Aufmerksamkeit in der Tiefe.

Unsere eigenen Untersuchungen zur Verteilung der räumlichen Aufmerksamkeit legen nahe, dass sich der laterale Gradient in der frontalen Ebene und der Tiefengradient des Aufmerksamkeitsfokus unterscheiden (Rinkenauer & Grosjean 2008 a, b). Des Weiteren ist die Fokussierung der Tiefenaufmerksamkeit ein zeit- konsumierender Prozess (Rinkenauer & Grosjean 2008 b), was dafür spricht, dass mindestens ein Adjustierungsprozess an der Formgebung des Aufmerksamkeitsfokus beteiligt ist. Unsere eigenen Modellierungen der bisher erhobenen Daten sprechen dafür, dass unterschiedliche Prozesse an der Adjustierung der lateralen Ausdehnung und der Tiefenausdehnung der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit beteiligt sind. Um beurteilen zu können, inwieweit sich die Aufmerksamkeitsverteilung in der Tiefe mit zunehmendem Lebensalter verändert, wurde in der aktuellen Pilotstudie die räumliche Aufmerksamkeitsverteilung zweier Altersgruppen verglichen.

## 2. Methode

In unserer Studie wurden 42 Personen mit einem mittleren Alter von 23,7 Jahren ( $SD = 3,6$  Jahre) und 46 Personen mit einem mittleren Alter von 64,0 Jahren ( $SD = 9,2$  Jahre) getestet. In dieser Untersuchung interessierten wir uns vor allem für die Aufmerksamkeitsverteilung, die während einer einzelnen Fixierung stattfindet und sich im zeitlichen Bereich von ca. 200 ms abspielt. Die Tiefenposition des verwendeten Reizmaterials wurde innerhalb des so genannten Panumbereichs variiert. In diesem Bereich entstehen keine Doppelbilder und die wahrgenommene Tiefe entspricht der Disparität (Mallot 1998). Der Sehwinkel (die Größe der retinalen Abbildung) der Reize wurde für alle Bedingungen konstant gehalten, so dass die Tiefeninformation ausschließlich über die binokulare Disparität vermittelt wurde.

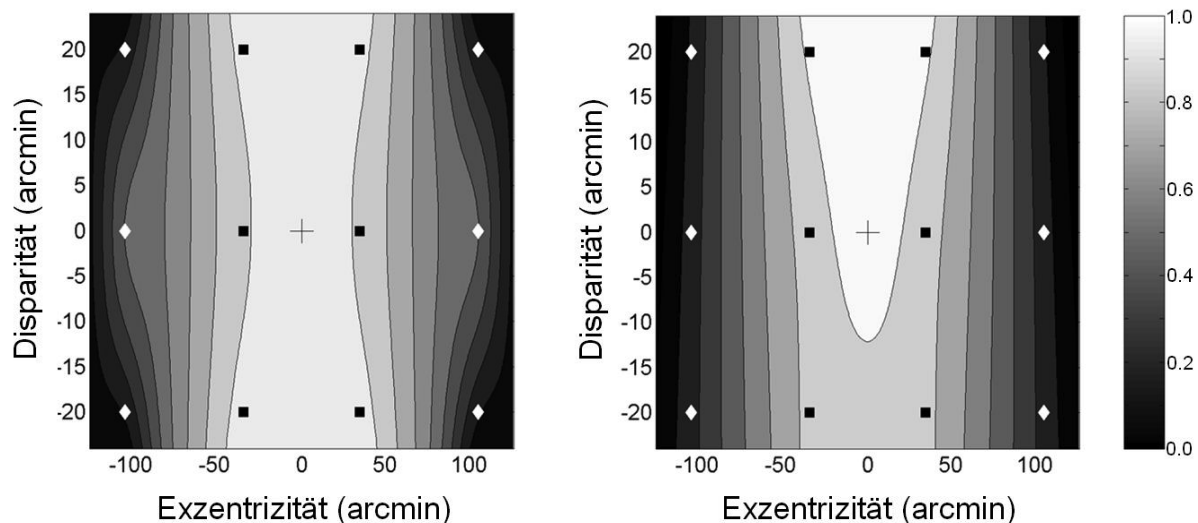
Zur Abschätzung der Aufmerksamkeitsverteilung in die Tiefe wurde das so genannte Flankierreiz-Paradigma verwendet. In der typischen Ausführung dieses Paradigmas von Eriksen & Eriksen (1974) wird auf dem Bildschirm ein Zielreiz präsentiert, neben dem seitlich Flankierreize angeordnet sind. Die Instruktion lautet beispielsweise, die linke Taste zu drücken, wenn der Zielreiz ein X ist, und die rechte Taste zu drücken, wenn der Zielreiz ein O ist. In kompatiblen Durchgängen sind Zielreiz und Flankierreiz identisch (z. B. XXX), in inkompatiblen Durchgängen sind Zielreiz und Flankierreiz nicht identisch (z. B. OXO). Ein konsistenter Befund ist, dass die Reaktionszeiten in den kompatiblen Durchgängen kürzer sind als in den inkompatiblen, wenn die Flankierreize nahe am Zielreiz angeordnet sind. Dieser Reaktionszeitunterschied zwischen kompatiblen und inkompatiblen Durchgängen (Interferenzeffekt) nimmt mit zunehmender seitlicher Distanz der Flankierreize zum Zielreiz ab und verschwindet ganz, wenn die Flankierreize außerhalb des Aufmerksamkeitsfensters präsentiert werden. Das Paradigma ist somit geeignet, um die Weite des Aufmerksamkeitsfensters abzutasten.

Um die Ausdehnung des Aufmerksamkeitsfensters in die Tiefe beurteilen zu können, wurde in unserer Untersuchung zusätzlich zur seitlichen Distanz (Exzentrizität) die binokulare Tiefendistanz (Disparität) der Flankierreize relativ zum Zielreiz manipuliert. Die Flankierreize konnten somit entweder vor oder hinter dem Zielreiz erscheinen oder in der gleichen Tiefendistanz wie der Zielreiz. Die Bedingungen mit der gleichen Tiefendistanz replizieren hierbei die in früheren Studien durchgeführte Reizpräsentation auf der frontalen Ebene. Die vordere und hintere Tiefenebene wurde mit einem Disparitätsunterschied von 20 Bogenminuten relativ zum Zielreiz reali-

siert (für eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus siehe z. B. Rinkenauer & Grosjean 2008 b). Die Exzentrizität der Flankierreize wurde im Bereich von 34 bis 105 Bogenminuten variiert. Zu Beginn jedes Durchgangs wurde die Tiefenebene des Zielreizes durch einen Fixationsreiz angezeigt. Die Probanden hatten die Aufgabe, nur auf den Zielreiz zu achten und je nachdem, ob ein X oder O präsentiert wurde, die linke oder rechte Reaktionstaste zu betätigen.

### 3. Ergebnisse

Analog zu unseren früheren Untersuchungen wurde der Interferenzeffekt als Indikator für die Aufmerksamkeitszuteilung in Abhängigkeit von der relativen räumlichen Distanz der Flankierreize zum Zielreiz verwendet. Für die jüngere Probandengruppe konnten die Befunde unserer früheren Studien repliziert werden (Rinkenauer & Grosjean 2008 a, b). Es zeigt sich die typische bauchförmige Aufmerksamkeitsverteilung um den Zielreiz herum (Abbildung 1, links). Solch ein Befund könnte dafür sprechen, dass die Aufmerksamkeit auch in der Tiefe um einen relevanten Zielreiz herum fokussiert werden kann. Die Aufmerksamkeitsverteilung der älteren Probandengruppe hingegen unterscheidet sich deutlich von dem Aufmerksamkeitsmuster der jüngeren Gruppe. Hier zeigt sich eine eher tunnelförmige Verteilung (Abbildung 1, rechts), was dafür sprechen könnte, dass die Aufmerksamkeit nur um die Tiefenachse, jedoch nicht um einen relevanten Reiz im Raum fokussiert wird.



**Abbildung 1:** Interpolierte Verteilung des normalisierten Interferenzeffektes relativ zum Zielreiz in Abhängigkeit von Exzentrizität (Distanz) und Disparität (Tiefe) in Bogenminuten (arcmin) für jüngere (links) und ältere (rechts) Probanden. Die Höhe des Interferenzeffektes ist über Grauwerte kodiert. Das Kreuz im Zentrum der Graphen markiert die Position des Zielreizes, die Quadrate entsprechen den nahen und die Rauten den fernen lateralen Flankierreizpositionen. Negative (positive) Disparitäten entsprechen Flankierreizpositionen vor (hinter) dem Zielreiz

### 4. Diskussion

Eine wichtige Fähigkeit im Umgang mit technischen Umgebungen ist die adäquate Auswahl von Informationen aus einem visuellen Szenario. Ein zentraler Aspekt die-

ser Fähigkeit ist offensichtlich die Adjustierung der Ausdehnung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus. Untersuchungen mit dem UFOV legen nahe, dass bei älteren Personen die Größe des Aufmerksamkeitsfensters reduziert ist. Diese früheren Befunde konnten in unserer Studie auf der frontalen Ebene (gleiche Tiefendistanz von Ziel- und Flankierreiz) repliziert werden. Hier zeigen die älteren Probanden eine engere Fokussierung in der lateralen Aufmerksamkeitsverteilung als die jüngeren. Auf den Präsentationsebenen vor oder hinter dem Zielreiz zeigen sich jedoch kaum Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen. Die interpolierten Aufmerksamkeitsverteilungen legen nahe, dass die jüngeren Probanden ihre Aufmerksamkeit um den Zielreiz fokussieren, wohingegen die älteren Probanden ihre Aufmerksamkeit um die Tiefenachse verteilen, auf der sich der Zielreiz befindet. Eine mögliche Interpretation der Ergebnisse wäre, dass mit zunehmendem Alter sich nicht nur die Adjustierung der lateralen Fokussierung, sondern auch die Tiefenfokussierung des Aufmerksamkeitsfensters verändert. Inwieweit die altersbedingten Veränderungen der Lateral- und Tiefenadjustierung auf einen gemeinsamen Prozess oder auf unterschiedliche Prozesse zurückzuführen sind, kann auf der aktuell vorliegenden Datenbasis noch nicht eindeutig entschieden werden. Daher werden zur Zeit noch weitere Untersuchungen durchgeführt und auch das formale Aufmerksamkeitsmodell erweitert, um die verschiedenen Prozesse der dreidimensionalen Aufmerksamkeitsfokussierung besser diskriminieren zu können.

## 5. Literatur

1. Andersen, G.J. & Kramer, A.F. 1993, Limits of focused attention in three-dimensional space, *Perception & Psychophysics*, 53, 658-667.
2. Ball, K., Owsley, C., Sloane, M.E., Roenker, D.L. & Bruni, J.R. 1993, Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers, *Investigative Ophthalmology & Vision Science*, 34, 3110-3123.
3. Eriksen, B.A. & Eriksen, C.W. 1974, Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task, *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
4. Fernandez-Duque, D. & Johnson, M. L. 2002, Cause and effect theories of attention: The role of conceptual metaphors, *Review of General Psychology*, 6, 153-165.
5. LaBerge, D. & Brown, V. 1986, Variations in size of the visual field in which targets are presented: An attentional range effect, *Perception & Psychophysics*, 40, 188-200.
6. Mallot, H. A. 1998, *Sehen und die Verarbeitung visueller Information*. Braunschweig: Vieweg.
7. Rinkenauer, G. & Grosjean, M. 2008a, Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit in der Tiefe: Einfluss irrelevanter Information in unterschiedlichen Tiefendistanzen auf die Verarbeitung eines zentralen Reizes. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer*, Dortmund: GfA-Press, 705-708.
8. Rinkenauer, G. & Grosjean, M. 2008b, Mapping the distribution of focused visual attention in real 3D space: potential implications for interface design, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 62, 145-155.
9. Rubin, G.S., Ng, E.S., Bandeen-Roche, K., Keyl, P.M., Freeman, E.E. & West, S.K. 2007, A prospective, population-based study of the role of visual impairment in motor vehicle crashes among older drivers: the SEE study, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 48, 1483-91.
10. Scialfa, C.T., Thomas, D.M. & Joffe, K.M. 1994, Age differences in the useful field of view: an eye movement analysis (1994), *Optometry and Vision Science*, 71, 736-42.

## Von den Grundlagen zur Anwendung: Kognitionspsychologische Forschung mit einem fixed-base Fahrsimulator

Peter HOFMANN, Gerhard RINKENAUER, Dietmar GUDE und Marc TÖNNES

*Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der Universität Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Um eine Brücke zwischen gut ausgearbeiteten Theorien der Kognitionspsychologie und theoretischen Fragen in der Anwendung schlagen zu können, wurde ein fixed-base Fahrsimulator entwickelt, mit dessen Hilfe Teilprozesse des Fahrens in einfachen Fahraufgaben gezielt untersucht werden können. Bisherige Untersuchungen von Vorbereitungs- und Aufmerksamkeitsprozessen konnten Grundlagenergebnisse weitgehend replizieren und ergänzen. Im folgenden Schritt sollen Paradigmen, die sich bewährt haben, in einem kommerziellen Fahrsimulator auf naturalistischere Verkehrssituationen und Umgebungen übertragen werden. Ziel der Forschung ist, die ökologische Validität kognitionspsychologischer Erkenntnisse im Anwendungskontext zu zeigen.

**Schlüsselwörter:** Fahrsimulator, Kognitionspsychologie, Handlungsvorbereitung, Aufmerksamkeitsverteilung.

### 1. Fahrsimulatoren

Die Komplexität der zu Forschungszwecken eingesetzten Fahrsimulatoren variiert erheblich (Knappe et al. 2006). So reichen fixed-base-Simulatoren von Ausbaustufen nur mit Lenkrad und Monitor über solche mit realistischen Bedienelementen und Breitwanddarstellung bis hin zu solchen mit realen Fahrzeug-Mockups mit 180°-Darstellung der Umgebung. Über die Möglichkeiten von fixed-base Fahrsimulatoren hinaus gehen dynamische Fahrsimulatoren, die Bewegungen des Fahrzeugs entlang unterschiedlich vieler Freiheitsgrade simulieren und somit Feedback über die Fahrdynamik liefern können. In gleichem Maße wie die Hardware variiert das Spektrum der eingesetzten Software zwischen selbst entwickelten und kommerziellen Systemen. Mit steigender Komplexität des eingesetzten Systems steigt gewöhnlich auch dessen Immersivität (Loomis et al. 1999).

Der Einsatz von Fahrsimulatoren für Verhaltens- und Designstudien ist aus verschiedenen Gründen attraktiv. Simulationen sparen Entwicklungskosten und Zeit und setzen Versuchspersonen und Material nicht den Risiken des Straßenverkehrs aus. Fahrsituationen lassen sich beliebig konfigurieren und wiederholen, störende Einflüsse lassen sich kontrollieren, so dass effiziente und vergleichbare Versuche durchführbar sind (Knappe et al. 2006). Nachteile bestehender Fahrsimulatoren zeigen sich in den mehr oder weniger starken Abweichungen zwischen realen und simulierten perzeptuellen Reizen (Kemeny & Panerai 2003), die bis zum Auftreten von Simulatorübelkeit führen können. Die Anschaffungs- und Unterhaltskosten steigen in der Regel mit der Komplexität des eingesetzten Systems.



## 2. Kognitionspsychologische Anforderungen an Fahrsimulationen

Die Verwendung kognitionspsychologischer Paradigmen im Experiment stellt spezifische Anforderungen an den Fahrsimulator. Sowohl die Reizpräsentation als auch die Aufzeichnung der Reaktionsdynamik müssen mit einer stabilen und hohen zeitlichen Auflösung, d. h. im Millisekundenbereich, erfolgen, da bereits kleine Veränderungen der Reaktions- und Bewegungszeit durch experimentelle Faktoren auf Veränderungen mentaler Prozesse hindeuten (Sternberg 1969; Miller 1982). Die oft hohe Variabilität der Reaktionszeiten erzwingt viele Wiederholungen experimenteller Bedingungen, um ausreichende statistische Power zu gewährleisten. Die erste Forderung nach zeitlich hoher Auflösung lässt sich durch geeignete Hard- und Software erfüllen. Die zweite Anforderung bedingt inhaltliche Einschränkungen in Bezug auf die Realitätsnähe der Untersuchungssituation. Erstens tritt dieselbe Untersuchungssituation in der Realität nicht mehrfach hintereinander auf. Zweitens darf sie selbst nicht zuviel Zeit in Anspruch nehmen, da sonst die Gesamtlaufzeit eines Experimentes aufgrund der Wiederholungszahl der Situation zu lang wird.

## 3. Begründung kognitionspsychologischer Untersuchungen im Fahrsimulator

Warum sind kognitionspsychologische Untersuchungen im Fahrsimulator sinnvoll? Schließlich ist Fahren als komplexe Tätigkeit zu betrachten, zu deren Erforschung realitätsnahe Fahrsimulatoren oder Feldversuche eingesetzt werden. Die Realitätsnähe eines Versuchs erschwert es jedoch, relevante mentale Prozesse zu isolieren und hinsichtlich der jeweiligen Fahrsituation zu interpretieren, da sich eine Situation nicht oft genug wiederholen lässt, um statistisch gesicherte Rückschlüsse auf die beteiligten Informationsverarbeitungsprozesse zu ziehen. Ergo besteht ein Tradeoff zwischen ökologischer Validität und experimenteller Kontrolle eines Versuchs (Loomis et al. 1999). Natürlich stellt die Grundlagenforschung experimentelle Techniken und Erkenntnisse bereit, die es dem Praktiker erlauben, sich eine Lösung seines Problems zu erschließen (Heuer 1987). Die reduktionistische Herangehensweise der Grundlagenforschung erschwert ihm jedoch diesen Transfer, da die ökologische Validität und die Relevanz eines Experimentes für die Fahrleistung oft schwer ersichtlich sind.

Der hier vertretene Ansatz kann als Ergänzung bestehender grundlagen- und anwendungsorientierter Methoden verstanden werden. Er versucht, grundlagenseitig gut bestätigte Erkenntnisse und bewährte experimentelle Paradigmen in den Anwendungskontext zu transportieren, um deren praktische Relevanz zu zeigen. Am IfADo werden mit Hilfe eines fixed-base Fahrsimulators Fahraufgaben entwickelt, die der gezielten Untersuchung von Teilprozessen des Fahrens, z. B. Handlungsvorbereitung und visuell-räumliche Aufmerksamkeitsausrichtung, dienen. Die Grundlagenforschung stellt für die Untersuchung dieser Prozesse leistungsfähige Paradigmen bereit, wie u. a. das Precueing Paradigma (Rosenbaum 1980) und das Flankierreiz-Paradigma (Eriksen & Eriksen 1974). Es ist denkbar, dass diese Teilprozesse relevant sind für komplexere Konstrukte in der Verkehrspsychologie, z. B. „Situation Awareness“ oder „Cognitive Tunneling“. Lassen sich Grundlagenbefunde in realitätsnahen Versuchsumgebungen replizieren und erweitern, weist dies darauf hin, dass die zugrundeliegenden theoretischen Überlegungen auf Anwendungsprobleme generalisierbar sind und somit potentielle Hilfestellungen zur Lösung von praktischen Fragestellungen bieten können.



#### 4. Der fixed-base Fahrsimulator am IfADo und Untersuchungsbeispiele

Die am IfADo entwickelte Fahrsimulation wurde in C bzw. C++ unter Zuhilfenahme einer 3D-Bibliothek entwickelt und läuft auf einem IBM-kompatiblen PC mit stereofähiger Graphikkarte. Die visuelle Darstellung erfolgt stereoskopisch mit 120 Hz auf einem Großbildschirm (ca. 45° x 35° Sehwinkel), während eines Versuchs tragen die Versuchspersonen Shutterglases. Akustische Reize werden über PC-Lautsprecher übertragen. Lenkung, Gas und Bremse werden über eine PC-Spielkonsole betätigt, so dass der Aufbau einem einfachen fixed-base Fahrsimulator entspricht. Experimente werden über ein Administrationsprogramm erstellt, mit dem einzelne Ereignisse, deren zeitliche Abfolge und Kombination zu Fahraufgaben und die Versuchsablaufsteuerung in Form von Aufgabengruppierungen definiert werden. Die Darstellung von Fahrbahn und Fahrzeugcockpit erfolgt hinsichtlich der Sehwinkelverhältnisse realitätsgetreu. Timing und Protokollierung erfolgen im Takt der stereoskopischen Darstellung, so dass die zeitliche Ungenauigkeit im Bereich von +/- 8 ms liegt. Diese Ungenauigkeit ist jedoch für Reaktionszeitunterschiede zwischen verschiedenen Bedingungen unwesentlich (Ulrich & Giray 1989).

Die bisherigen Experimente konzentrierten sich auf die zeitliche und inhaltliche Handlungsvorbereitung beim Fahren, insbesondere bei der Vorbereitung auf Spurwechselmanöver (siehe Mattes 2003). Die Ergebnisse stimmen weitgehend mit der entsprechenden Grundlagenforschung überein (Hofmann et al. 2008b, c), so dass wir annehmen, dass die Handlungsvorbereitung auf bestimmte Fahrmanöver durch gezielte Informationen beim Fahren unterstützt wird. Ebenfalls untersucht wurden die Einflüsse der Dimensionalität der Informationsdarstellung im Head-Up-Display (HUD, Hofmann et al. 2008a), wobei keine Vorteile für eine stereoskopische 3D-Reizdarstellung gegenüber einer 2D-Reizdarstellung gefunden werden konnten. Gegenwärtig wird mit Hilfe des Precueing Paradigmas untersucht, inwieweit HUDs im Vergleich zu Head-Down-Displays die Handlungsvorbereitung beim Fahren unterstützen. Wir nehmen eine bessere Unterstützung inhaltlicher Handlungsvorbereitung durch das HUD an, da in dieser Bedingung der Blick nicht von der Straße abgewendet wird und vorbereitende Informationen somit leichter, d.h. ohne zwischenzeitliche Änderung der räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung, verarbeitet werden können. Ein solches Ergebnis würde zwar eine Verbesserung der Fahrleistung durch HUDs im realen Kontext vermuten lassen, könnte jedoch gleichzeitig für ein Risiko erhöhter kognitiver Ressourcenbindung durch das HUD sprechen. Wichtig ist daher, dass moderne Anzeigesysteme über unterschiedliche kognitionspsychologische Zugänge untersucht werden, um den ergonomischen Nutzen beurteilen und Gestaltungsempfehlungen ableiten zu können.

#### 5. Ausblick

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass sich kognitionspsychologische Grundlagenergebnisse in einfachen Fahraufgaben replizieren lassen. In der näheren Zukunft sollen weitere Versuche in der beschriebenen Ausbaustufe des fixed-base Fahrsimulators durchgeführt werden, die der Verbreiterung der kognitionspsychologischen Basis für das Verständnis der Fahrleistung dienen. Beispielhaft sei die Übertragung von Erkenntnissen über die Verteilung der Aufmerksamkeit in der räumlichen Tiefe genannt (Rinkenauer & Grosjean 2008); räumliche Aufmerksamkeit ist auch entlang der Tiefenachse begrenzt, was für die Darstellung von Informationen in 3D-Displays relevant ist. Die Integration von experimentellen Aufmerksamkeitsparadigmen in den Fahrsimulator sollte somit erlauben, die Aufmerksamkeitsverteilung in einem für HUDs relevanten Bereich von ca. 2-3 m vor dem Fahrzeug in verschiedenen Fahrsituationen auszumessen. Weiterhin sind Experi-

mente geplant, die neben positiven Konsequenzen einer adäquaten Handlungsvorbereitung durch HUDs auch potentiell negative Folgen falscher Vorbereitung untersuchen. Deshalb sollen Versuche mit dem „Stop-Signal-Paradigma“ (Logan & Cowan 1984) durchgeführt und Vorbeitungsparadigmen mit validen/invaliden Hinweisreizen (z.B. Low & Miller 1999) in der Fahrsimulation eingesetzt werden. Weitere Untersuchungsreihen sollen schließlich experimentelle Paradigmen, die sich auf der im aktuell verwendeten Fahrsimulator niedrigen Realitätstreue bewährt haben, in einem kommerziellen fixed-base Fahrsimulator auf naturalistischere Verkehrsumgebungen übertragen. Diese Experimente sollen helfen, die auf der vorhergehenden, noch stark reduktionistischen, Untersuchungsebene gewonnenen Erkenntnisse noch weiter in Richtung Anwendung zu generalisieren.

## 6. Literatur

1. Eriksen, A.E. & Eriksen, C.W. 1974, Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task, *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
2. Heuer, H. 1987, Motorikforschung zwischen Elfenbeinturm und Sportplatz. In: R. Daugs (Hrsg.), *Neuere Aspekte der Motorikforschung*. Clausthal-Zellerfeld, 52-69.
3. Hofmann, P., Gude, D. & Rinkenauer, G. 2008a, Einflüsse der Dimensionalität der Informationsdarstellung im Head-Up-Display auf die Fahrleistung. In: M. Grandt & A. Bauch (Hrsg.), *Beiträge der Ergonomie zur Mensch-System-Integration*. Manching: DGLR Bonn, 217-231.
4. Hofmann, P., Gude, D. & Rinkenauer, G. 2008b, Visuelle Informationsverarbeitung im Kontext von Head-Up-Displays: Vorbereitungseffekte auf kinematische Eigenschaften der Lenkbewegung in einer Spurwechselaufgabe. In: *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer*. Dortmund: GfA Press, 717-720.
5. Hofmann, P., Rinkenauer, G. & Gude, D. 2008c, Head-Up-Displays Support Response Preparation in a Lane Change Task. In: *Human Factors and Ergonomics Society (Ed.), Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 52nd Annual Meeting - 2008*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1233-1237.
6. Kemeny, A. & Panerai, F. 2003, Evaluating perception in driving simulation experiments, *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 31-37.
7. Knappe, G., Keinath, A. & Meinecke, C. 2006, Empfehlungen für die Bestimmung der Spurhalte-güte im Kontext der Fahrsimulation, *MMI-Interaktiv*, 11, 3-13.
8. Logan, G.D. & Cowan, W.B. 1984, On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control, *Psychological Review*, 91, 295-327.
9. Loomis, J.M., Blascovich, J.J. & Beall, A.C. 1999, Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology, *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31, 557-564.
10. Low, K. A. & Miller, J. 1999, The usefulness of partial information: Effects of go probability in the choice/nogo task, *Psychophysiology*, 36, 288-297.
11. Mattes, S. 2003, The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In: H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch & H. Bubb (Eds.), *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future*. Stuttgart: ergonomia Verlag, 57-60.
12. Miller, J. 1982, Discrete Versus Continuous Stage Models of Human Information Processing: In Search of Partial Output, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 273-296.
13. Rinkenauer, G. & Grosjean, M. 2008, Mapping the distribution of focused visual attention in real 3D space: Potential implications for interface design, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 62, 145-155.
14. Rosenbaum, D.A. 1980, Human Movement Initiation: Specification of Arm, Direction, and Extent, *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 444-474.
15. Ulrich, R. & Giray, M. 1989, Time resolution of clocks: Effects on reaction time measurement - Good news for bad clocks, *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 42, 1-12.

## **Alter und Doppeltätigkeit: eine Annäherung an die Fahrsituation**

Melanie HAHN, Michael FALKENSTEIN, Nele WILD-WALL

*Leibniz-Insitut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Ältere haben vor allem bei der gleichzeitigen Durchführung sensomotorischer und kognitiver Aufgaben Probleme. In der aktuellen Studie führten jeweils 18 jüngere und ältere Probanden eine Doppelaufgabe, bestehend aus einer kompensatorischen Tracking-Aufgabe und einer visuellen Aufmerksamkeitsaufgabe, durch. Ältere zeigten in der visuellen Aufmerksamkeitsaufgabe höhere Reaktionszeiten, Gruppenunterschiede in den Fehlerraten gab es jedoch nicht. Insgesamt machten Ältere mehr Lenkfehler als Jüngere: Der Gruppenunterschied war nach einem relevanten Zielreiz in der Aufmerksamkeitsaufgabe am größten. Offenbar führte die Doppelbelastung durch die gleichzeitige Bearbeitung beider Aufgaben bei Älteren zu schlechteren Leistungen in der sensomotorischen Aufgabe, insbesondere nach relevanten Reizen in der kognitiven Aufgabe.

**Schlüsselwörter:** Alter, Visuelle Aufmerksamkeitsaufgabe, Doppelaufgabe, Tracking.

### **1. Einleitung**

Zahlreiche experimentelle Studien zeigen, dass die motorischen Fähigkeiten (Yordanova et al. 2004), das Arbeitsgedächtnis (McEvoy et al. 2001), visuospatiale Aufmerksamkeit (Curran et al. 2001) oder die Inhibition irrelevanter Information (Kok 1999) auch bei gesunden älteren verglichen mit junge Probanden im Mittel reduziert sind. Oft beobachtet wurde eine Verlangsamung der Reaktionsgeschwindigkeit mit zunehmendem Alter (Salthouse 1996). Auch in kompensatorischen Tracking-Aufgaben ist die Bewegungsregulierung bei älteren Probanden verzögert (Jagacinski et al. 1995). Besonders problematisch für ältere Menschen sind Aufgaben, die gleichzeitig motorische und kognitive Anforderungen stellen (Voelcker-Rehage et al. 2006). Das Autofahren stellt eine solche Aufgabe dar, bei der sowohl motorische Tätigkeiten (z.B. Lenken) als auch kognitive (z.B. Schilder lesen, Entscheidungen treffen) Fähigkeiten benötigt werden. In der vorliegenden Studie wurde eine fahrähnliche Doppelaufgabe mit älteren und jüngeren Probanden durchgeführt, deren Leistungen in beiden Aufgaben miteinander verglichen wurde.

### **2. Methoden**

Junge (N = 18; 9 weiblich; 20-33 Jahren; M = 25.7, SD = 3.1) und ältere Probanden (N = 18; 8 weiblich; 57-70 Jahren; M = 64.5, SD = 3.8) führten eine Doppelaufgabe, bestehend aus einer Tracking-Aufgabe (sensomotorische Primäraufgabe) und einer visuellen Aufmerksamkeitsaufgabe (kognitive Sekundäraufgabe), durch. Beide Aufgaben wurden am Vortag als Einzelaufgabe (jeweils 3 Blöcke) und an beiden Ta-

gen als Doppelaufgabe (1 Block) geübt. Am Testtag wurden insgesamt 7 Blöcke (à 11 min) der Doppelaufgabe durchgeführt.

### *2.1 Tracking Aufgabe (Primäraufgabe)*

Hier sollten die Probanden einen grünen Balken, der sich zwischen zwei vertikalen Begrenzungslinien horizontal hin und her bewegt, durch Gegenlenken mit einem Lenkrad möglichst genau in der Mitte halten. Die Balkenbewegung, mit der Seitenwind in einem fahrenden Auto simuliert werden sollte, folgte einer komplexen Sinusfunktion, bestehend aus acht verschiedenen, übereinandergelagerten und phasenverschobenen Sinuskurven. Übersteigt die Abweichung des Balkens zur Mitte 17 Pixel, wechselt er die Farbe (rot). Aufgabe der Probanden war es, einen Farbwechsel zu vermeiden und den Balken möglichst genau in der Mitte zu halten.

### *2.2 Visuelle Aufmerksamkeitsaufgabe*

Zu Beginn jedes Blocks wurden zwei zufällig ausgewählte neue Zielbuchstaben präsentiert, die jeweils einem Tastendruck (links oder rechts) zugeordnet waren. Alle übrigen Buchstaben dienten als Ablenkreize. Nach einem Fixationskreis (1000 ms) folgte ein Hinweisreiz aus zwei diagonal angeordneten Sternen (500 ms), der die für die folgenden Buchstaben relevanten Positionen anzeigte. 2000 ms nach Beginn des Hinweisreizes wurden zwei Buchstaben auf den gleichen oder gegenüberliegenden Positionen des Hinweisreizes präsentiert. Die Probanden sollten mit linkem oder rechtem Tastendruck auf den Zielbuchstaben reagieren, wenn die Position dem Hinweisreiz entsprach. Relevante Zielreize wurden zu 40% dargeboten. Irrelevante Zielreize (Zielbuchstaben auf einer anderen Position als vom Hinweisreiz angegeben) und andere Buchstaben (relevante und irrelevante Ablenkreize; je 20%), sollten unabhängig von ihrer Position ignoriert werden. Nach jeder Reaktion erhielten die Probanden ein Feedback über die Güte (richtig: „+“ oder falsch „-“) und Schnelligkeit (innerhalb der maximalen Reaktionszeit: grüne Farbe; zu langsam: rote Farbe) ihrer Reaktion. Die maximale Reaktionszeit wurde individuell angepasst. Aufgabe der Probanden war es, so schnell wie möglich korrekt (mit der richtigen Taste) auf die relevanten Zielbuchstaben zu reagieren.

## **3. Datenanalyse**

Zur Betrachtung eines möglichen Ermüdungseffektes wurde die Leistung in den ersten drei Blöcken der Doppelaufgabe mit den letzten drei Blöcken verglichen. Als Maß für die Gesamtleistung in der Tracking-Aufgabe wurde die mittlere Abweichung zwischen der Optimalstellung (Mitte) und der tatsächlichen Position des Balkens als Wurzel aus der mittleren quadrierten Abweichung (RSME) ermittelt und als relativer Prozentwert zur maximal möglichen Abweichung berechnet. Darüber hinaus wurde der Tracking-Fehler in einem 1500 ms-Zeitintervall nach dem Auftreten eines (relevanten und irrelevanten) Zielbuchstaben berechnet, dieser wurde an der individuellen Tracking-Leistung relativiert. Aus der visuellen Aufmerksamkeitsaufgabe wurden die Reaktionszeiten für korrekte Durchgänge und die Fehlerraten für die beiden Altersgruppen (Targetfehler, Auslassungsfehler, Falsche Alarme) ermittelt. Varianzanalysen mit Messwiederholung (Signifikanzniveau der p-Werte .05; korrigiert nach Greenhouse-Geisser) wurden mit dem Faktor Zeit (Anfang vs. Ende) und dem Grup-

penfaktor Alter (jung vs. alt) berechnet. Bei der Analyse der Tracking-Leistung wurde der dritter Faktor Bedingung (relevant vs. irrelevanter Reiz) eingeführt.

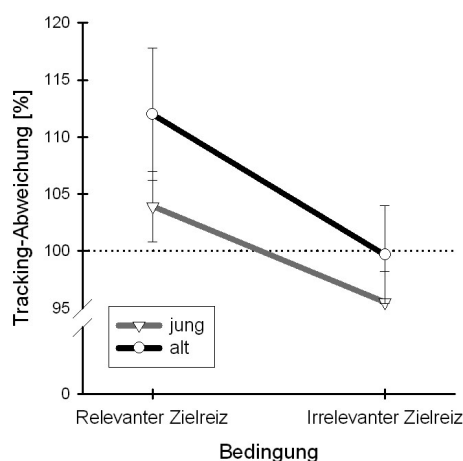
## 4. Ergebnisse

### 4.1 Visuelle Aufmerksamkeitsaufgabe

Bei der visuellen Aufmerksamkeitsaufgabe zeigten die älteren Probanden signifikant längere Reaktionszeiten (825 ms) als die jüngere Gruppe (614 ms;  $F(1,34) = 44.1$ ,  $p < .001$ ). Die Interaktion Gruppe x Zeit wurde signifikant ( $F(1,34) = 8.5$ ,  $p = .006$ ): die Älteren verbesserten ihre Reaktionszeit im Laufe des Experiments mehr (69.5 ms) als die Jüngeren (29.9 ms). Beide Gruppen wiesen vergleichbare Targetfehler-Raten auf und verbesserten sich in den letzten drei Blöcken (Faktor Zeit: 9.4% vs. 6.1%;  $F(1,34) = 14.3$ ,  $p = .001$ ). Bei den Auslassungsfehlern ergab sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit ( $F(1,34) = 6.5$ ,  $p = .015$ ): Die ältere Gruppe konnte sich im Laufe des Experiments deutlich steigern (6.4% vs. 3.7%), die jüngere Gruppe jedoch nicht (2.6% vs. 3.3%). Ähnliches gilt für die Falschen Alarme: Während sich die Älteren deutlich verbesserten (19.7% vs. 13.7%), blieb die Leistung der Jüngeren gleich (9.3% vs. 10.1%). Diese Interaktion von Alter und Zeit erreichte mit  $F(1,34) = 3.6$  und  $p = .065$  jedoch keine Signifikanz.

### 4.2 Tracking-Aufgabe

Insgesamt zeigte die ältere Gruppe eine größere Tracking-Abweichung als die jüngere Gruppe ( $F(1,34) = 28.2$ ,  $p < .001$ ).



**Abbildung 1:** Prozentuale Tracking-Abweichung der beiden Altersgruppen 1500 ms nach relevantem und irrelevantem Zielreiz, relativiert an der individuellen Tracking-Leistung

Die Tracking-Abweichung der Älteren 1500 ms nach einem (relevanten oder irrelevanten) Zielbuchstaben, relativiert an der individuellen Gesamtleistung, war ebenfalls größer als die der Jüngeren (105.8% vs. 99.7%,  $F(1,34) = 34.0$ ,  $p < .001$ ). Beide Gruppen konnten ihre Tracking-Leistung nach einem Zielbuchstaben im Laufe des Experiments deutlich verbessern (Faktor Zeit:  $F(1,34) = 7.2$ ,  $p = .011$ ) und zeigten grundsätzlich weniger Abweichung nach einem irrelevanten Zielreiz als nach einem relevanten Zielreiz (97.6% vs. 107.9%,  $F(1,34) = 132.9$ ,  $p < .001$ ).

Die Wechselwirkung zwischen Gruppe x Bedingung wurde signifikant ( $F(1,34) =$



4.6,  $p = .038$ ): Die Gruppenunterschiede in der Tracking-Leistung (s. Abbildung 1) nach relevanten Zielreizen waren stärker ausgeprägt (112.0% vs. 103.9%) als nach irrelevanten Zielreizen (99.7% vs. 95.5%).

## 5. Diskussion

Wie erwartet, zeigten die älteren Probanden bei der hier eingesetzten Doppelaufgabe (Tracking und visuelle Aufmerksamkeitsaufgabe) eine allgemeine Verlangsamung der Reaktionszeiten. Die in beiden Gruppen vergleichbaren Fehler-raten in der kognitiven Sekundäraufgabe veranschaulichen, dass ältere Personen Doppelaufgaben nicht generell weniger gut bewältigen. Vielmehr gelang es den Älteren, ihre Leistung noch deutlich zu steigern, während die Leistung der Jüngeren im Verlauf des Experiments konstant blieb. Auch andere Studien zeigten, dass die Leistung von Älteren in Doppelaufgaben durch Übung deutlich verbessert werden kann (Bherer et al. 2008). Die Tracking-Leistung der älteren Gruppe in der Primäraufgabe war schlechter als die der jüngeren Gruppe. Im Gegensatz zu der Sekundäraufgabe verbesserten die Älteren ihre Leistung hier nicht deutlich mehr als die Jüngeren. Dies kann daran liegen, dass die Tracking-Aufgabe keine Kompensationsmöglichkeiten (wie z.B. Abbremsen) bietet, die viele Ältere zur Bewältigung von gleichzeitigen Anforderungen in realen Fahrsituationen nutzen. Ein relevanter sekundärer Zielreiz erschwert die Tracking-Aufgabe, dies gilt insbesondere für Ältere. Die Gruppenunterschiede waren nach einem relevanten Zielreiz deutlich größer als nach einem irrelevanten Zielreiz. Aufgaben, in denen die Aufmerksamkeits-ressourcen durch zusätzliche relevante Reize maximal beansprucht werden, können insbesondere bei Älteren zu einer Verschlechterung der Tracking-Leistung führen. Dies sollte in realen Situationen, z.B. bei der Nutzung von Navigationstechnik beim Autofahren, berücksichtigt werden.

## 6. Literatur

1. Bherer, L., Kramer, A.F., Peterson, M.S., Colcombe, S., Erickson, K.I. & Becic, E. 2008, Transfer effects in task-set cost and dual-task cost after dual-task training in older and younger adults: Further evidence for cognitive plasticity in attentional control in late adulthood, *Experimental Aging Research*, 34, 188-219.
2. Curran, T., Hills, A., Patterson, M.B. & Strauss, M.E. 2001, Effects of aging on visuospatial attention: an ERP study, *Neuropsychologia*, 39, 288–301.
3. Jagacinski, R.J., Liao, M.-J. & Fayyad, E.A. 1995, Generalized slowing in sinusoidal tracking by older adults, *Psychology and Aging*, 10, 8-19.
4. Kok, A. 1999, Varieties of inhibition: manifestations in cognition, event-related potentials and aging, *Acta Psychologica*, 101, 129-158.
5. Li, K.Z.H. & Lindenberger, U. 2002, Relations between aging sensory/sensorimotor and cognitive functions, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 777-783.
6. McEvoy, L.K., Pellouchoud, E., Smith, M.E. & Gevins, A. 2001, Neurophysiological signals of working memory in normal aging, *Cognitive Brain Research*, 11, 363-376.
7. Salthouse, T.A. 1996, General and specific speed mediation of adult age differences in memory, *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 51, P30-P42.
8. Voelcker-Rehage, C., Stronge, A.J. & Alberts, J.L. 2006, Age-related Differences in Working Memory and Force Control under Dual-task Conditions, *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 13, 366-384.
9. Yordanova, J., Kolev, V., Hohnsbein, J. & Falkenstein, M. 2004, Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor-generation processes: evidence from high-resolution event-related potentials, *Brain and Cognition*, 127, 351-362.

## Comparison of a Head-Down Display (HDD) versus a Head-Up Display (HUD) in a simulated driving task: effects of ageing

Ellen S. WILSCHUT<sup>1,2</sup>, Gerhard RINKENAUER<sup>1</sup>, Karel A. BROOKHUIS<sup>3</sup>,  
and Michael FALKENSTEIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystrasse 67, D-44139 Dortmund*

<sup>2</sup> *TNO Human Factors, Kampweg 5, NL-3769 DE Soesterberg,*

<sup>3</sup> *University of Groningen, Grote Kruisstraat 2/1, NL-9712 TS Groningen*

**Abstract:** A complex human-machine interface of an In-Vehicle Information Systems (IVIS) can cause the eyes to be diverted from the road for a long time, causing a threat to traffic safety. In the current dual task experiment a Head-Down Display (HDD) and head-up display (HUD) were used during a simulated driving task, to evaluate potential benefits of HUDs, and to investigate whether effects were similar in different age-groups. A visual search task was used as a surrogate-IVIS. The results showed that displaying the visual search task on a HUD had a positive impact on performance. Young subjects improved their driving and visual search performance, while older subjects only improved their search performance by making fewer errors. These findings have consequences for the design and deployment of HUDs for different age groups.

**Keywords:** dual task, traffic, ageing, visual search.

### 1. Introduction

A number of studies have demonstrated the benefits of head-up displays (HUDs) while driving as compared to the similar information displayed on a head-down display (HDD). These benefits were expressed in tracking performance in the primary task, responses to events outside the car and responses to display information, but research has shown that the benefits of HUD may be reduced or reversed in response to unexpected events and in conditions of high workload (e.g. Horrey & Wickens 2004; Graham 2007). Few studies have been comparing the benefits of HUD versus HDD with effects of healthy cognitive ageing. Ageing is an important issue when looking at the implications of HUD usage because the age of the drivers covers a far wider range than the military pilots for whom the HUDs were initially developed. Kiefer (1991) found no significant differences between age groups when a speedometer was presented on a HUD compared to the usual speedometer for speed and scanning behaviour. Another study found an overall decreased performance for elderly drivers, but no interaction with display location and age. Thus the elderly showed the same improvement when the information was presented on a HUD as young drivers (Gish & Staplin 1995). In both of these studies the workload was relatively low, and reading of the speedometer in the windscreen was highly practised and involved standardized information. The aim of the current experiment was to increase workload to by increasing the complexity of the visual secondary task based on the approach of the HASTE project (Carsten & Brookhuis 2005). The performance using the



HUD was compared with the HDD. The expectation was that both age groups will improve their driving performance and visual task performance in the HUD condition. We were in particular interested in the elderly drivers. With the HUD there is no need to divert the eyes from the driving task; hence time sharing between the two tasks should become less demanding.

## 2. Method

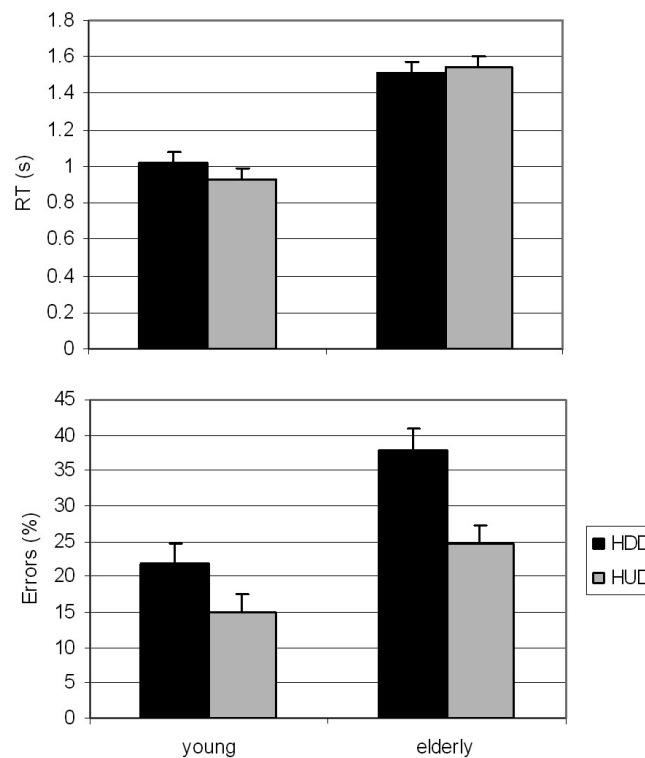
Twenty young participants aged between 20 and 29 years ( $M=23.3$ ,  $SD=2.5$ ) and twenty older people between 50 and 70 years ( $M=60.2$ ,  $SD=5.0$ ) were tested. All participants had had their driver's license for at least 2 years (young participants:  $M=5.3$ ,  $SD=2.3$ ; old participants:  $M=39.9$ ,  $SD=9.9$ ). Participants had normal or corrected to normal vision. In each group half of the participants were female.

The driving task was a simulated track consisting of a straight three-lane road (Lane Change Task, Mattes 2003). With the gas pedal pressed maximally the participant drove a distance of 3 km at a constant velocity of 60 km/h. There were 18 signs along each track indicating the lane the participant had to change to as soon as the sign was identified. The visual search task stimuli had a set size of nine arrows which were either red or green and pointed in different directions. The visual search task was presented on HUD or a HDD. The target arrows were an upward-pointing green arrow and a right-pointing red arrow; only one target or no target was present per trial. The probability of a target arrow being present was 50%. The target appeared at a random location. Participants were instructed to press a right button if a target was present, and a left button if no target was present. The duration of the visual search stimuli was 3500 ms combined in 8 blocks, each consisting of 40 trials. Participants were asked to react as quickly and accurately as possible. In the dual task blocks the participant was instructed to give first priority to the driving task. The training of the visual search task continued until the participants reached a minimum of 80% correct trials. After each block self-reports of invested effort were rated with a German version of the Rating Scale of Mental Effort (RSME; Zijlstra 1993).

The simulated driving was presented on a 67-inch CRT screen (Barco simulation products Baron). For tracking a Logitech gaming steering wheel was used with gas and brake pedals. For the HDD the visual search task was displayed on a 15-inch LCD screen that had a distance of 1.45 m with a visual angle of  $18^\circ$ . This LCD screen was located in front of the CRT screen (distance 1.96 cm, visual angle  $38^\circ \times 29^\circ$ ) without blocking the sight on the road. Additionally, a HUD was created by using a half transparent mirror, which was located in front of the participant with an angle of  $45^\circ$ . During the whole experiment the participant looked through the mirror, but only in the HUD condition a semi-transparent image of the visual search task was visible for the participant at the horizon of the driving task. For this the visual search task was presented by an additional 15 inch LCD behind the participant and this display was reflected into the visual field of the participants by the half transparent mirror (same stimulus size like in the HDD). Seat height was adjusted individually to keep the angle of the eyes equal between participants. The measure of driving performance was the deviation between a normative model and the participants' actual course on the track, further performance of the secondary task were analysed.

### 3. Results

Elderly participants drove worse than young participants when they had to combine the driving task with the visual search task. Introducing the HUD instead of the HDD did not improve their driving performance. The performance of the young participants was also decreased with the secondary task on the HDD compared to the baseline i.e. driving without the additional task. However, young participants were able to drive at a baseline level while performing the secondary task on the HUD. RTs were high when the visual search task was displayed on the HDD. When the secondary task was transferred to the HUD young participants again had an improved performance, while the RTs of elderly participants remained equally high at both displays (Figure 1). However, the error rate improved drastically for the elderly participants and the HUD caused a reduction of their error rate by 13%. Young participants also made fewer errors and reduced their error rates by 7%. Although performance of the secondary task improved with presentation on the HUD, it still suffered from a dual task decrement for both age groups. Participants reported more effort when using a HDD than with a HUD, but there were no effects of age group for the RSME.



**Figure 1:** Mean reaction time and error rate as a function of age and display type

### 4. Discussion

Overall there was a clear effect of age; elderly participants had a less accurate driving performance, had longer RTs and made more errors. The error percentage was increased drastically when the driving task was combined with the visual search task on the HDD, especially elderly participants made a large amount of errors (38%). Error percentages were still high, but improved when the visual search task was presented on the HUD rather than the HDD, for both young and elderly participants.

Thus, providing information by a HUD seems to be beneficial for performance, at least for the secondary task. The HUD had a positive effect on performance in the dual task condition. However, only young participants improved their driving performance and reaction time on the visual search task compared to driving with the HDD. Elderly drivers showed an improvement with HUD but this was only visible in a reduction of the error percentages in the search task, in which younger participants showed improvement as well. In contrast to the previously mentioned studies which found the same improvement of performance for several age groups with HUDs (Gish & Staplin 1995; Kiefer, 1991) the current study shows that the usage of HUDs can have different effects for age groups. This could be caused by the high visual complexity of the stimuli used in the current study which made the secondary task more demanding. Indications for the greater influence of visual complexity for elderly drivers were found in a driving simulator study (Merat et al. 2005). A systematic increase of the visual complexity of a secondary task caused worse lane keeping behaviour and a greater reduction of speed for elderly drivers than for young drivers. Driver age is an important factor to be considered when designing the display for in-vehicle use. Elderly drivers' performance was less erroneous, but they did not benefit as much as younger drivers when the task was presented on a HUD. And even though information presentation on a HUD is more advantageous it may still cause dual task decrements both for young and elderly drivers.

## 5. References

1. Carsten, O. & Brookhuis, K. 2005, The relationship between distraction and driving performance: towards a test regime for in-vehicle information systems, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8, 75-77.
2. Gish, K.W. & Staplin, L. 1995, *Human Factors Aspects of Using Head Up Displays in Automobiles: A Review of the Literature*, DOT HS 808 320.
3. Graham, K.E. 2007, Accommodation, cognition, and virtual image displays: A review of the literature, *Displays*, 28, 45-59.
4. Horrey, W.J. & Wickens, C.D. 2004, Driving and side task performance: the effects of display clutter, separation, and modality, *Human Factors*, 46, 611-624.
5. Kiefer, R. 1991, Effect of a head-up versus head-down digital speedometer on visual sampling behavior and speed control performance during daytime automobile driving. Paper 910111. New York: Society of Automotive Engineers.
6. Mattes, S. 2003, The Lane Change Task as a Tool for driver Distraction Evaluation. In: H. Stras-ser, H. Rausch & H. Bubb (Eds.), *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future*. Stuttgart: Ergonomia Verlag, 57-60.
7. Merat, N., Anttila, V. & Luoma, J. 2005, Comparing the driving performance of average and older drivers: The effect of surrogate in-vehicle information systems, *Transportation Research Part, F* 8, 147-166.
8. Zijlstra, F.R.H. 1993, *Efficiency in work behaviour. A design approach for modern tools*. Delft: Delft University Press.

## Die Arbeitsmotivation älterer Beschäftigter: Differenzierung statt globalen Abbaus

Christian STAMOV-ROßNAGEL

*Jacobs Center on Lifelong Learning, Jacobs University,  
Campus-Ring 1, D-28759 Bremen*

**Kurzfassung:** Zu altersbezogenen Veränderungen der Arbeitsmotivation liegen bislang kaum Daten vor. In einer Befragung von 225 Beschäftigten verglich ich alterskorrelierte Veränderungen der allgemeinen und der aufgabenspezifischen Arbeitsmotivation. Im Altersvergleich zeigte sich, dass geringere Motivation für einen Teil der Aufgaben mit erhöhter Motivation für andere Aufgaben einherging. In der Summe blieb die Motivation über die Altersgruppen gleich. Auch unterschied sich der Einfluss des Arbeitsumfelds in Abhängigkeit vom Alter. Die Passung von Person und Arbeitsumfeld war bei Älteren höher, zugleich bestimmten andere Umfeldmerkmale die Passung, als bei Jüngeren. Aus diesen Befunden leite ich einige Implikationen für die Personalentwicklung ab.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsmotivation, Altersunterschiede, Motivationsregulation.

### 1. Ausgangspunkte

Angesichts alternder Belegschaften wird es für Unternehmen immer wichtiger, ältere Beschäftigte zu halten (Ilmarinen 2006). Dies verlangt ein vertieftes Verständnis altersspezifischer Veränderungen der Arbeitsmotivation. Allerdings haben sich bislang nur wenige Forscher (z.B. Rhodes 1983; Warr 2001) mit alterskorrelierten Veränderungen der Arbeitsmotivation befasst. Einen der umfassendsten Ansätze legten Kanfer & Ackerman (2004) vor. Demnach senkt der alterskorrelierte Abbau der fluiden Intelligenz (z.B. Kurzzeitgedächtnis, Wahrnehmungsgeschwindigkeit; s. Baltes et al. 2006) die subjektive Überzeugung, ein bestimmtes Leistungsniveau erreichen zu können. Weiterhin nehmen Kanfer & Ackerman (2004) an, dass ältere Beschäftigte eine hohe Anstrengung als zunehmend weniger nützlich bewerten, weil sie eine Verbindung mit negativen Affekten (z.B. Stress, Erschöpfung) antizipieren, zugleich aber generell positive Affekte zu maximieren und negative Affekte zu vermeiden (Carstensen 2006) suchen.

Allerdings lässt die Arbeitsmotivation Älterer nicht zwangsläufig nach, weil Beschäftigte nicht lediglich passiv auf die alterskorrelierten Veränderungen von Kognition und Affekt reagieren, sondern Strategien der aktiven Motivationsregulation nutzen (Stamov Roßnagel in Druck). So setzen Menschen z.B. assimilative Strategien ein, mit denen die Diskrepanz zwischen erstrebten und tatsächlich erreichten Zielen durch aktive Korrekturmechanismen vermindert wird (Brandtstädter & Rothermund 2002). Assimilation ist insbesondere dann wahrscheinlich, wenn normative Standards gelten und die Akteure umfassende Ziele verfolgen, die kaum durch andere Ziele ersetzt werden können. Brandtstädter & Rothermund (2002) nennen den beruflichen Erfolg als ein Gebiet, in dem das Auftreten von Assimilation besonders wahrscheinlich ist.

In der hier berichteten Befragung wird die Motivationsregulation älterer Beschäftigter exploriert. Die Ausgangsüberlegung war, dass Ältere eine Assimilationsstrategie nutzen, in deren Zuge die Motivation für solche Arbeitsaufgaben sinkt, die am ehesten vom Nachlassen kognitiver Fertigkeiten betroffen sind, oder am wenigsten zu einer veränderten Motivlage passen. Im Gegenzug steigt die Motivation für die Aufgaben, die vom kognitiven Abbau weniger betroffen sind. Arbeitsmotivation würde also mit dem Alter zunehmend aufgabenspezifischer. Als Beispiel mag eine Projektleiterin dienen mit so unterschiedlichen Aufgaben wie z.B. Budgetverwaltung, Kundenservice, Studienplanung und Präsentationen vor Kunden. Empfindet die Projektleiterin auf Grund kognitiven Abbaus die Studienplanung zunehmend als anstrengender, so sinkt auf Dauer die Leistungserwartung für diese Aufgabe – und damit die Motivation (vgl. Kanfer & Ackerman 2004). Im Zuge assimilativer Motivationsregulation investiert die Projektleiterin dafür viel Mühe in die Präsentationen bei Kunden, was zugleich ihr steigendes Bedürfnis nach positiven Sozialkontakten (Carstensen 2006) erfüllt. Entscheidend ist an dieser Annahme nicht der Unterschied zu jüngeren Beschäftigten – auch diese werden für unterschiedliche Aufgaben unterschiedlich hohe Motivation zeigen. Von Bedeutung ist vor allem, dass die Entwicklung aufgabenspezifischer Motivation einem generellen Motivationsabbau – der mit negativem Affekt einherginge – entgegen wirkt.

Im Zuge der Assimilation dürfte sich auch der Einfluss des Arbeitsumfelds ändern. Als zentrale Dimensionen des Arbeitsumfelds nennen Morgeson & Campion (2003) Tätigkeitsmerkmale (z.B. Lernanlässe, Aufgabenkomplexität; vgl. Hackman & Oldham 1976), mentale Beanspruchung und den sozialen Kontext (z.B. Interdependenz, Rückmeldung). Mit dem Alter dürfte sich die relative Bedeutung dieser Dimensionen verschieben. Angesichts langer beruflicher Erfahrung mag der Bedarf an Lernanlässen zurückgehen, ebenso der Anreiz mental beanspruchender Tätigkeiten, parallel zum (wahrgenommenen) kognitiven Abbau. Die soziale Dimension des Arbeitsumfelds dürfte an Bedeutung gewinnen, weil positive Sozialkontakte als wichtiger Bestandteil positiver Emotionsregulation in den Vordergrund treten. Insgesamt dürfte für Ältere der Einfluss des Arbeitsumfelds auf die Motivation höher sein, weil langfristige Ziele (z.B. Karriereaufbau) an Priorität verlieren und weil hohe Person-Umwelt-Passung eine Quelle positiven Affekts ist.

## **2. Eine Befragung zur Motivationsregulation älterer Beschäftigter**

Zur Exploration der Motivationsregulation älterer Beschäftigter wurde eine schriftliche Befragung an vier deutschen Standorten eines Unternehmens der Baustoffindustrie durchgeführt. Eingeladen wurden 420 Beschäftigte, je 210 aus der Gruppe der Verwaltungs- und der gewerblichen Beschäftigten, und innerhalb dieser Gruppen jeweils 70 Beschäftigte aus den Gruppen der jüngeren (18-35 Jahre), mittelalten (36-50 Jahre) und älteren (51-65 Jahre) Beschäftigten. In die Auswertung gingen 225 verwertbare Fragebögen ein (Rücklaufquote 53,5%), die sich weitgehend gleichmäßig auf die Altersgruppen verteilten (37,2%, 32,1%, 30,7%). Der Kern der Befragung bestand aus Fragen (fünfstufige Likert-Skalen) zur allgemeinen Arbeitsmotivation, sowie zur Motivation für solche Arbeitsaufgaben, bei denen die Befragten a) mit Anderen zusammenarbeiten, b) ihre Erfahrung und ihre Fachkenntnisse zeigen können, c) etwas Neues dazulernen können, d) bei denen sie Anderen Wissen und Erfahrung weitergeben, e) bei denen sie die Leitung übernehmen, und f) bei denen sie selbstständig arbeiten können. Zur Berechnung eines Passungsindex' stuften die Befrag-



ten für jeden dieser Aufgabentypen ein, ob sie ausreichend Gelegenheit erhalten, an solchen Aufgaben zu arbeiten.

Regressionsanalysen zeigten, dass das Alter der Befragten die allgemeine Arbeitsmotivation nicht vorhersagt ( $\beta=0,06$ ; korr.  $R^2=0,026$ ,  $p > 0,05$ ), wohl aber den Index aus der Summe der Bewertungen der sechs Aufgabentypen ( $\beta=0,31$ ; korr.  $R^2=0,23$ ,  $p < 0,01$ ). Der Passungsindex moderierte die Beziehung zwischen Alter und aufgabenspezifischer Motivation ( $\beta=0,22$ ;  $p < 0,05$  für den Interaktionsterm). Geplante Kontraste in einer MANOVA mit Alter (18-35, 36-50, 51-65 Jahre) als Faktor und den sechs Aufgabentypen als abhängige Variablen wiesen neben einem signifikanten Haupteffekt des Alters ( $F(6,217)= 6,53$ ,  $p<0,01$ ), signifikante Mittelwertsunterschiede in drei der sechs Aufgabentypen aus (alle t-Werte  $> 2,5$ , alle  $p<0,05$  für den Vergleich der jüngeren (18-35) mit der älteren Gruppe (51-65), und zwar für die Zusammenarbeit mit Anderen ( $M=3,56$  vs.  $4,14$ ,  $SD= 0,11$  vs.  $0,13$ ), Wissen weitergeben ( $M=2,33$  vs.  $4,05$ ,  $SD= 0,55$  vs.  $0,58$ ) und Leitung übernehmen ( $M=1,57$  vs.  $3,58$ ,  $SD= 0,44$  vs.  $0,38$ ).

### 3. Impulse für die Personalarbeit

Die Ergebnisse der oben berichteten Untersuchung passen im Wesentlichen zur Annahme aktiver Motivationsregulation. Ältere Beschäftigte berichteten höhere Motivation als jüngere für Arbeitsaufgaben, in denen sie mit Anderen zusammenarbeiten, ihr Wissen weitergeben, oder die Leitung übernehmen können. Im Gegensatz dazu finden sich keine alterskorrelierten Unterschiede in der allgemeinen Arbeitsmotivation. In keiner Aufgabe berichteten Ältere eine geringere Motivation als Jüngere. Die Interpretation dieses letzteren Befunds bleibt auf Grundlage der gegenwärtigen Befragung offen. Plausibel wäre gewesen, dass Ältere für bestimmte Aufgaben erhöhte Motivation zeigen, um den Motivationsabbau in anderen Aufgaben zu kompensieren. Allerdings war die hier verwendete Liste der sechs Aufgabentypen wegen der unternehmensseitigen Vorgaben zur Gesamtdauer der Befragung nicht erschöpfend. Motivationsabbau hätte sich beispielsweise für termingebundene oder Mehrfachaufgaben zeigen können, also Bereiche, die klassischerweise von kognitiven Verlusten betroffen sind. In weiteren Befragungen sollte die Aufgabenabfrage entsprechend erweitert werden. Generell ist die vorliegende Befragung selbstverständlich nur ein erster, explorativer Schritt, dem umfassendere Studien folgen sollten, die auch Verhaltensdaten einschließen.

Aus personalentwicklerischer Sicht interessant ist der Aspekt, dass alterskorrelierte Veränderungen der Arbeitsmotivation kaum als passive, zwangsläufige Reaktionen auf eine nachlassende Leistungsfähigkeit und den kognitiven Abbau zu sehen sind. Das heißt, dass die Motivation älterer Beschäftigter grundsätzlich durch Personalarbeit beeinflussbar ist. Gerade weil Arbeitsmotivation mit dem Alter aufgabenspezifisch wird, gibt es keine einheitliche, generelle Entwicklung der Motivation über die Lebensspanne. Zwar mag die Wertigkeit der Erwerbsarbeit gegenüber anderen Lebenszielen sinken (Staudinger 1996), dennoch können Beschäftigte hoch motiviert für solche Aufgaben sein, die sich mit den persönlichen Bedürfnissen und Fertigkeiten decken. Es gibt also keinen Grund, Ältere im Hinblick auf ihre Arbeitsmotivation „abzuschreiben“.

Eine aufgaben- und kontextspezifische Perspektive auf die Arbeitsmotivation erweitert den Blick auf Stellgrößen der Motivation über Persönlichkeit, kognitive Fertigkeiten, und Tätigkeitsmerkmale hinaus. Damit bietet sich prinzipiell die Möglichkeit,

die Motivation älterer Beschäftigter differenziert zu erfassen und Ursachen geringer Motivation zu berücksichtigen, die bei rein personen- oder tätigkeitsorientierten Ansätzen möglicherweise außen vor bleiben. Der Blick auf die Bedeutung der Passung von Beschäftigten und Arbeitsumfeld kann die Entwicklung diagnostischer Instrumente fördern, die der Aufdeckung von Motivationsbarrieren dienen und im Rahmen von Platzierungsentscheidungen – auch im Zuge von z.B. Job Rotation – die Zuweisung von Tätigkeiten erleichtert, für die optimale Motivationsniveaus zu erwarten sind.

#### 4. Literatur

1. Baltes, P. B., Lindenberger, U. & Staudinger, U.M. 2006, Lifespan theory in developmental psychology. In: R.M. Lerner (Ed.), *Handbook of Child Psychology*, 6th edition, Volume 1. New York: Wiley, 569-664.
2. Brandtstädter, J. & Rothermund, K. 2002, The Life-Course Dynamics of Goal Pursuit and Goal Adjustment: A Two-Process Framework, *Developmental Review*, 22, 117–150.
3. Carstensen, L.L. 2006, The Influence of a Sense of Time on Human Development, *Science*, 312, 1912-1915.
4. Hackman, J.R. & Oldham, G.R. 1976, Motivation through the design of work: Test of a theory, *Organizational Behavior and Human Performance*, 16, 250–279.
5. Ilmarinen, J. 2006, Towards a longer worklife! Ageing and the quality of worklife in the European Union. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health.
6. Kanfer, R. & Ackerman, P.L. 2004, Aging, adult development and work motivation, *Academy of Management Review*, 29, 440-458.
7. Morgeson, F.P. & Campion, M.A. 2003, Work design. In: W.C. Borman, D.R. Ilgen & R.J. Klimoski (Eds.), *Handbook of Psychology*, Volume 12, Industrial and Organizational Psychology. New York: Wiley, 423-524.
8. Rhodes, S.R. 1983, Age-related differences in work attitudes and behavior: A review and conceptual analysis, *Psychological Bulletin*, 93, 328-367.
9. Stamov Roßnagel, C. in Druck, All is not Decline: Giving the 'Change' Multiple Directions, *Industrial and Organizational Psychology: Perspectives on Science and Practice*.
10. Staudinger, U.M. 1996, Psychologische Produktivität und Selbstentfaltung im Alter. In: M.M. Baltes & L. Montada (Eds.), *Produktivität und Altern*. Hamburg: Campus Verlag, 344-373.
11. Warr, P. 2001, Age and work behaviour: Physical attributes, cognitive abilities, knowledge, personality traits and motives. In: C.L. Cooper & I.T. Robertson (Eds.), *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, Volume 16). London: Wiley, 1-36.



# **Einflussfaktoren auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Beschäftigten in der Automobil-Industrie**

Catharina STAHN

*Lehrstuhl für Industrial Sales Engineering, Ruhr-Universität Bochum,  
Universitätsstr. 150, D-44801 Bochum*

**Kurzfassung:** Unterschiedliche Faktoren wie Alter, Arbeitsbedingungen und Stress können die geistige Leistungsfähigkeit nachteilig beeinflussen. Bei der Untersuchung von Beschäftigten des Opel-Werks Bochum wurden diese Faktoren überprüft. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass stereotype Arbeit den altersbedingten Abfall bestimmter kognitiver Funktionen beschleunigen kann. Außerdem konnte ein möglicher Einfluss personenbezogener und sozialer Faktoren auf basale kognitive Prozesse gezeigt werden.

**Schlüsselwörter:** Kognitive Leistungsfähigkeit, Arbeitsplatz, Lebensalter, Stress.

## **1. Einleitung**

Haben Erwerbstätige in der zweiten Hälfte ihres Berufslebens mit Einbußen ihrer Leistungsfähigkeit zu rechnen? Diese Frage wurde lange Zeit durch sogenannte „Defizitmodelle“ bejaht, die von einem allgemeinen Abbau der physischen und kognitiven Leistungsfähigkeit älterer Personen ausgehen. Diese Sichtweise gilt inzwischen als eindeutig widerlegt (Kruse & Packebusch 2006) und wurde durch das sogenannte „Kompetenzmodell“ (z.B. Lehr 2007; Schleiter 2006) ersetzt, das die sich über die gesamte Lebensspanne verändernden Fähigkeiten in den Mittelpunkt rückt. Der Alterungsprozess ist demnach nicht nur mit Belastung und Verlust verbunden.

Allerdings weisen Ergebnisse aus der Grundlagenforschung auf alterskorrelierte Veränderungen des Gehirns und einer damit verbundenen kognitiven Leistungsminderung hin, die allerdings nur für bestimmte Funktionen wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, räumliche Fähigkeiten oder logisches Denken bedeutsam sind (Raz & Rodrigue 2006; Schroeder & Salthouse 2004; Verhaeghen & Salthouse 1997).

Neben den negativen Auswirkungen des Lebensalters auf die kognitive Leistungsfähigkeit (Bowles & Salthouse 2003; Keys & White 2000; Kray & Lindenberger 2000; Meiran et al. 2001; Park et al. 2002; Salat et al. 2002; Shilling et al. 2002; Verhaeghen & De Meersman 1998a, b; West 2004) können sich Alterungseffekte auch nach der Beschaffenheit des Arbeitsplatzes richten (Warr 1994). Evident werden Defizite, wenn

- kognitive Funktionen durch die Tätigkeit in einem bestimmten Arbeitsfeld nicht beansprucht und gefördert werden (Bosma et al. 2003),
- monotone Tätigkeiten (Rowe & Kahn 1998) und Aufgaben mit stärkeren manuellen und geringeren intellektuellen Anforderungen (Schmand et al. 1997) im Berufsleben dominieren sowie
- Nacht- und Schichtarbeit (Folkard & Akerstedt 2004; Folkard & Tucker 2003; Rouch et al. 2005) den Arbeitsablauf bestimmen.

Stress kann als weitere wesentliche Einflussgröße auf die kognitive Leistungsfähigkeit bezeichnet werden. Dabei wirken sowohl chronischer (Caswell et al. 2003;

Öhman et al. 2007) als auch akuter Stress (Fuchs & Flügge 2001; Jellicic et al. 2004; Lupien et al. 1997) ungünstig auf die kognitive Leistung. Stress kann die Leistung im episodischen Gedächtnis (Jellicic et al. 2004) und im Arbeitsgedächtnis (Klein & Bolls 2001a, b) sowohl bei jungen als auch älteren Probanden (Caswell et al. 2003; Lee et al. 2004; Lupien et al. 1997; Wolf et al. 1998) beeinträchtigen.

Studien, die den Effekt von Stresshormonen auf die Kognition untersucht haben (Alderson & Novack 2002; Alexander et al. 2007; Lupien & Lepage 2001; Oei et al. 2006), fanden Beeinträchtigungen im deklarativen Gedächtnis und bei Aspekten des Arbeitsgedächtnis. Sowohl eine zu hohe als auch zu niedrige Ausschüttung von Stresshormonen scheint für die exekutiven Kontrollfunktionen schädlich zu sein (Arnsten 1998; Sullivan & Gratton 2002). In der Folge werden die aufwändigeren kognitiven Prozesse zugunsten von eher automatischen Abläufen aktiviert (Arnsten 1998; Arnsten & Goldman-Rakic 1998).

Eine mangelhafte Arbeits- und Organisationsgestaltung gehört zu den Faktoren, die berufsbedingten Stress hervorrufen können – ein Phänomen, das nicht nur die betroffenen Individuen in ihrem Wohlbefinden und ihrer Produktivität beeinträchtigt, sondern auch ein volkswirtschaftliches Problem (Schaufeli & Enzmann 1998) darstellt. Für Personen, die repetitive und monotone Tätigkeiten ausführen, können gerade die zu geringen Anforderungen dieser Arbeitssituation als Stressauslöser fungieren (Lundberg 1995). Berufsbezogener Stress wird als bedeutende Gefahr betrachtet, die die physische Gesundheit, das psychologische Wohlbefinden und die Arbeitsleistung beeinträchtigen kann (Kahn & Byosiore 1992).

## 2. Untersuchung

Um den Einfluss von Tätigkeit und Lebensalter auf die kognitive Leistungsfähigkeit zu untersuchen, wurden 91 jüngere und ältere Beschäftigte aus zwei Arbeitsbereichen (flexible vs. monotone Arbeit) des Opel-Werks Bochum hinsichtlich ihrer kognitiven Leistungsfähigkeit im fluiden Bereich untersucht. Zusätzlich wurden personenbezogene (z.B. Umgang mit Stress) und arbeitsbezogene Einflussfaktoren über Fragebögen erfasst.

Es ließen sich altersbedingte und arbeitsplatzbezogene Faktoren auf die kognitive Kontrolle extrahieren: die älteren Beschäftigten zeigten insgesamt Arbeitsgedächtnis- und Daueraufmerksamkeitseinbußen gegenüber jungen Beschäftigten. Zudem zeigten ältere Beschäftigte an flexiblen Arbeitsplätzen eine durchschnittlich bessere kognitive Leistung als die älteren Beschäftigten an monotonen Arbeitsplätzen, trotz eines gleichen Bildungsniveaus und sogar geringfügig höheren Alters. Hingegen zeigten jüngere Beschäftigte aus beiden Arbeitsbereichen keine wesentlichen Unterschiede in ihrer kognitiven Leistung.

Weitere Einflussfaktoren auf kognitive Funktionen, die z.T. mit dem Arbeitsplatz-Typ interagierten, waren subjektiv wahrgenommene emotionale Anforderungen, berufliche Verausgabungsbereitschaft („overcommitment“), soziale Beziehungen sowie die Besorgnis um den Arbeitsplatz.

Die Daten zeigen zum einen, dass stereotype Arbeit den altersbedingten Abfall bestimmter kognitiver Funktionen beschleunigen kann. Zum anderen deuten sie auf einen Einfluss personenbezogener und sozialer Faktoren auf basale kognitive Prozesse hin.

### 3. Literatur

1. Alderson, A.L. & Novack, T.A. 2002, Neuropsychological and clinical aspects of glucocorticoids and memory: a review, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 335-355.
2. Alexander, J.K., Hillier, A., Smith, R.M., Tivarus, M.E. & Beversdorf, D.Q. 2007, Beta-adrenergic Modulation of Cognitive Flexibility during Stress. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 468-478.
3. Arnsten, A.F.T. 1998, Development of the cerebral cortex: XIV: Stress impairs prefrontal cortical function, *Journal of American Child and Adolescence Psychiatry*, 37, 1337-1339.
4. Arnsten, A.F.T. & Goldman-Rakic, P.S. 1998, Noise stress impairs prefrontal cortical cognitive functions in monkeys, *Archives of General Psychiatry*, 55, 362-368.
5. Bosma, H., van Boxtel, M.P., Ponds, R.W., Houx, P.J., Burdorf, A. & Jolles, J. 2003, Mental work demands protect against cognitive impairment: MAAS prospective cohort study, *Experimental Aging Research*, 29, 33-45.
6. Bowles, R.P. & Salthouse, T.A. 2003, Assessing the age-related effects of proactive interference on working memory tasks using the Rasch model, *Psychology and Aging*, 18, 608-615.
7. Caswell, L.W., Vitilano, P.P., Croyle, K.L., Scanlan, J.M., Zhang, J. & Daruwala, A. 2003, Negative associations of chronic stress and cognitive performance in older adults spouse caregivers, *Experimental Aging Research*, 29, 303-318.
8. Folkard, S. & Akerstedt, T. 2004, Trends in the risk of accidents and injuries and their implications for models of fatigue and performance, *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 75, 161-167.
9. Folkard, S. & Tucker, P. 2003, Shift work, safety, and productivity, *Occupational Medicine*, 53, 95-101.
10. Fuchs, E. & Flügge, G. 2001, Psychosoziale Belastung hinterlässt Spuren im Gehirn (Tupaia), *Zeitschrift für medizinische Psychologie*, 10, 99-105.
11. Jelcic, M., Geraerts, E., Merckelbach, H. & Guerrieri, R. 2004, Acute stress enhances memory for emotional words, but impairs memory for neutral words, *International Journal of Neuroscience*, 114, 1343-1351.
12. Kahn, R.L. & Byosiore, P. 1992, Stress in organizations. In: M.D. Dunnette & L.M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial and organizational psychology*, Volume 3. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press. 571-650.
13. Keys, B.A. & White, D.A. 2000, Exploring the relationship between age, executive abilities, and psychomotor speed, *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 76-82.
14. Klein, K. & Boals, A. 2001a, Expressive writing can increase working memory capacity, *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 520-533.
15. Klein, K. & Boals, A. 2001b, The relationship of life events stress and working memory capacity, *Applied Cognitive Psychology*, 15, 565-579.
16. Kray, J. & Lindenberger, U. 2000, Adult age differences in task switching, *Psychology and Aging*, 15, 126-147.
17. Kruse, A. & Packebusch, L. 2006, Alter(n)sgerechte Arbeitsgestaltung. In: B. Zimolong & U. Konradt (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie – Ingenieurpsychologie*, Band 2, Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie. Göttingen: Hogrefe, 424-458.
18. Lee, S., Kawachi, I. & Grodstein, F. 2004, Does caregiving stress affect cognitive function in older women?, *Journal of Nervous and Mental Diseases*, 192, 51-57.
19. Lehr, U. 2007, *Psychologie des Alterns*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
20. Lundberg, U. 1995, Methods and applications of stress research, *Technology and Health Care*, 3, 3-9.
21. Lupien, S.J. & Lepage, M. 2001, Stress, memory, and the hippocampus: can't live with it, can't live without it, *Behavioural Brain Research*, 127, 137-158.
22. Lupien, S.J., Gaudreau, S., Tchiteya, B.M., Maheu, F., Sharma, S., Vair, N.P.V., Hauger, R.L., McEwen, B.S. & Meaney, M.J. 1997, Stress-induced declarative memory impairment in healthy elderly subjects: relationship to cortisol reactivity, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 82, 2070-2075.
23. Meiran, N., Gotler, A., & Perlman, A. 2001, Old age is associated with a pattern of relatively intact and relatively impaired task-set switching abilities, *Journals of Gerontology Psychological Sciences and Social Sciences*, 56, 88-102.
24. Oei, N.Y., Everaerd, W.T., Elzinga, B.M., van Well, S. & Bermond, B. 2006, Psychosocial stress impairs working memory at high loads: an association with cortisol levels and memory retrieval, *Stress*, 9, 133-141.

25. Öhman, L., Nordin, S., Bergdahl, J., Birgander, L.S. & Stigsdotter Neely, A. (2007). Cognitive function in outpatients with perceived chronic stress, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 33, 223-232.
26. Park, D.C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N.S., Smith, A.D. & Smith, P.K. 2002, Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span, *Psychology and Aging*, 17, 299-320.
27. Rouch, I., Wild, P., Ansiau, D. & Marquié, J.C. 2005, Shiftwork experience, age and cognitive performance, *Ergonomics*, 48, 1282-1293.
28. Salat, D.H., Kaye, J.A. & Janowsky, J.S. 2002, Greater orbital prefrontal volume selectively predicts worse working memory performance in older adults, *Cerebral Cortex*, 12, 494-505.
29. Schaufeli, W.B. & Enzmann, D. 1998, *The burnout companion to study and practice: A critical analysis*. Washington, DC: Taylor & Francis.
30. Schleiter, A. 2006, Demographiebewusstes Personalmanagement: Erfolgreich, gerade mit älteren Arbeitnehmern. In: Bertelsmann-Stiftung (Hrsg.), *Älter werden – aktiv bleiben*. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.
31. Schmand, B., Smit, H., Geerlings, M.I. & Lindeboom, J. 1997, The effects of intelligence and education on the development of dementia. A test of the brain reserve hypothesis, *Psychological Medicine*, 27, 1337-1344.
32. Shilling, V.M., Chetwynd, A. & Rabbitt, P.M. 2002, Individual inconsistency across measures of inhibition: an investigation of the construct validity of inhibition in older adults, *Neuropsychologia*, 40, 605-619.
33. Sullivan, R.M. & Gratton, A. 2002, Prefrontal cortical regulation of hypothalamic-pituitary-adrenal function in the rat and implications for psychopathology: Side matters, *Psychoneuroendocrinology*, 27, 99-114.
34. Raz, N. & Rodrigue, K.M. 2006, Differential aging of the brain: patterns, cognitive correlates and modifiers, *Neuroscience & Biobehavioral Review*, 30, 730-748.
35. Rowe, J.W. & Kahn, R.L. 1998, *Successful aging*. New York: Pantheon Books.
36. Schroeder, D.H. & Salthouse, T.A. 2004, Age-related effects on cognition between 20 and 50 years of age, *Personality and Individual Differences*, 36, 393-404.
37. Verhaeghen, P. & De Meersman, L. 1998a, Aging and the negative priming effect: a Meta-analysis, *Psychology and Aging*, 13, 435-444.
38. Verhaeghen, P. & De Meersman, L. 1998b, Aging and the Stroop effect: a metaanalysis, *Psychology and Aging*, 13, 120-126.
39. Verhaeghen, P. & Salthouse, T.A. 1997, Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models, *Psychological Bulletin*, 122, 231-249.
40. Warr, P. 1994, Age and employment. In: H.C. Triandis, M.D. Dunette & L.M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial and organizational psychology*, Volume 4. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press, 485-550.
41. West, R. 2004, The effects of aging on controlled attention and conflict processing in the Stroop task, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 103-113.
42. Wolf, O.T., Kudielka, B.M., Hellhammer, D.H., Hellhammer, J. & Kirschbaum, C. 1998, Opposing effects of DHEA replacement in elderly subjects on declarative memory and attention after exposure to a laboratory stressor *Psychoneuroendocrinology*, 23, 617-629.

## Geistige Leistungsfähigkeit und altersassoziierte Veränderungen: Kompensation und physiologische Kosten

Gabriele FREUDE, Sergei A. SCHAPKIN und Udo ERDMANN

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Nöldnerstraße 40 - 42, D-10317 Berlin*

**Kurzfassung:** Geistige Leistungsfähigkeit, insbesondere fluide Funktionen verändern sich mit zunehmendem Alter. Leistungseinschränkungen können z. B. durch erhöhte Anstrengung kompensiert werden. Ziel der vorliegenden Studie ist, mögliche kompensatorische Effekte auf Basis kardiovaskulärer und zentralnervöser Parameter zu objektivieren. Die Probanden hatten Aufgaben mit Anforderungen an die kognitive Flexibilität (Switch) und an das Arbeitsgedächtnis (N-Back) zu bearbeiten. Blutdruck, Herzratenvariabilität (HRV), Barorezeptorsensitivität (BRS) sowie ereigniskorrelierte Hirnpotentiale (ERPs) wurden vor, während und nach Aufgabenbearbeitung bestimmt. Unter niedriger mentaler Belastung fanden wir keine altersbezogenen Leistungsunterschiede. Bei hoher Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses und hoher kognitiver Flexibilitätsanforderung zeigten Ältere erhebliche Leistungseinbußen. Weiterhin wurde bei Älteren eine Frontalisierung der ERP-Komponente P3 beobachtet. Es wird vermutet, dass Ältere Leistungsbeeinträchtigungen durch eine stärkere Aktivierung des Frontalhirns kompensieren. Die kardiovaskulären Parameter weisen darauf hin, dass Ältere in geringerem Maße in der Lage sind, sich flexibel an wechselnde Aufgabenanforderungen anzupassen sowie auf eine beeinträchtigte Rückstellung nach kognitiver Belastung.

**Schlüsselwörter:** Geistige Leistungsfähigkeit, fluide Funktionen, altersassoziierte Veränderungen, physiologische Kosten, Kompensation.

### 1. Einleitung

In der modernen Arbeitswelt werden kognitive Fähigkeiten älterer Arbeitnehmer zunehmend gefordert. Probleme für die Arbeitsfähigkeit und Gesundheit des Menschen können dann entstehen, wenn die Arbeitsanforderungen die individuellen kognitiven Ressourcen übersteigen. Hinsichtlich einer altersgerechten Gestaltung der Arbeit ist zu fordern, dass Arbeitsanforderungen und Arbeitssysteme dem veränderten Leistungsvermögen der Arbeitnehmer angepasst werden. Um gezielte Empfehlungen für die Arbeitsgestaltung geben zu können, ist auch von Interesse, welche kognitiven Funktionen bei der geistigen Arbeit älterer Arbeitnehmer beeinträchtigt sind und wie die dabei ablaufenden physiologischen Reaktionen der Anpassung zu objektivieren und einzuschätzen.

Im Kontext von Arbeitstätigkeiten sind insbesondere exekutive Funktionen, die für die strategische Organisation und Koordination der Informationsverarbeitung verantwortlich sind, von Interesse. Die Fähigkeit zur Ausführung exekutiver Funktionen



verändert sich mit zunehmendem Alter. Davon ist z. B. die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit betroffen sowie die Bearbeitung von Aufgaben, die Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität fordern (West 1996; Verhaeghen & Cerella 2002). Ein zunehmender Abbau von Hirnstrukturen, die im Zusammenhang mit exekutiven Funktionen stehen, wird dafür verantwortlich gemacht (Hedden & Gabriel 2004). Es wird diskutiert, dass die altersassoziierte Verminderung der Leistungsfähigkeit durch eine Aktivierung zusätzlicher Hirnareale kompensiert wird (Nielson et al. 2002). Eine Einbeziehung „nicht aufgaben-bezogener“ Hirnareale wird auch als ein Indikator weniger effizienter Verarbeitungsstrategien (weniger effizienter Ressourcenallokation) gesehen.

In der vorliegenden Studie wird auch untersucht, ob die kompensatorisch erhöhte Aktivierung des ZNS mit einer veränderten Aktivierung im kardiovaskulären System verbunden ist. Für die Untersuchung dieser Fragestellung ist die Herzratenvariabilität, die als sensibler Indikator der Adaptation an Aufgabenanforderungen gilt, von besonderem Interesse.

## **2. Methode**

### *2.1 Probanden*

30 jüngere Arbeitnehmer (22 bis 35 Jahre, mittleres Alter: 28,4 Jahre, 15 Frauen und 15 Männer) und 30 ältere Arbeitnehmer (50 bis 64 Jahre, mittleres Alter: 56,5 Jahre, 15 Frauen und 15 Männer) beteiligten sich an der Studie.

### *2.2 Aufgaben*

**Task Switching:** Die Zahlen 1 bis 9 (ohne 5) wurden auf einem Computermonitor präsentiert. Diese Zahlen mussten mit der Zahl 5 nach definierten Verarbeitungsregeln („NUM“- numerischer Vergleich, „GER“- gerade/ungerade oder „SCH“- Vergleich nach Schriftgröße) verglichen werden. Während einer Sitzung wurden die Aufgaben entweder einzeln (nur eine Verarbeitungsregel) oder in „gemischten“ Blöcken (ständiger Wechsel der Verarbeitungsregeln) dargeboten. In den gemischten Blöcken waren die Aufgaben zusätzlich mit zwei unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen (cued vs. non-cued) zu bearbeiten.

**N-Back Aufgabe:** 25 verschiedene Buchstaben (außer „X“) wurden kontinuierlich auf einem Bildschirm dargeboten. Die Probanden hatten durch einen Tastendruck anzuzeigen, ob der aktuell dargebotene Buchstabe mit dem Buchstaben übereinstimmt, der zwei Trials davor dargeboten wurde (schwierige „mental load“ Bedingung). In der einfachen „mental load“ Bedingung hatten die Probanden nur auf den Buchstaben „X“ zu reagieren.

### *2.3 Psychophysiologische Parameter*

Das EEG wurde von 22 Elektroden abgeleitet. Für die Bestimmung der P3 wurden Latenz und Amplitude der größten positiven Ablenkung im Zeitfenster 600 ms nach Erscheinen des Targets erfasst.

Kardiovaskuläre Parameter wurden mittels des Sympathy-00 Systems (Suess Medizintechnik, Germany) registriert. Der beat-to-beat Blutdruck (PB) wurde kontinuierlich vom linken Mittelfinger mittels des Systems Finapres (Ohmeda, USA) be-

stimmt. Die Parameter HRV (Herzratenvariabilität) und Barorezeptorsensitivität (BRS) wurden mittels trigonometrischer Regressionsspektralanalyse (TRS, Ruediger et al. 1999) berechnet.

### 3. Ergebnisse

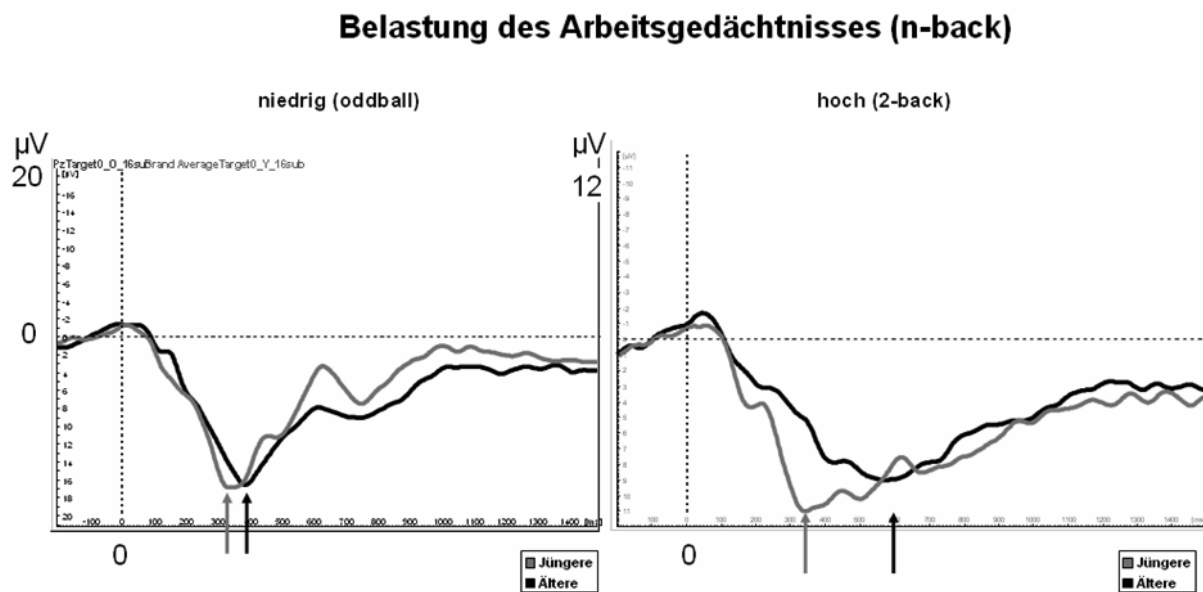
#### 3.1 Leistungsparameter

Es wurden größere globale Switchkosten bei älteren als bei jüngeren Probanden gefunden. Keine Unterschiede traten hinsichtlich lokaler Switchkosten auf. Darüber hinaus wurde ein altersbezogener Anstieg globaler Switchkosten bei größerer Aufgabenschwierigkeit ermittelt.

In der N-Back Aufgabe zeigten Ältere schlechtere Leistungen unter „high workload“, aber nicht unter „low workload“ Bedingungen.

#### 3.2 Psychophysiologische Parameter

Es wurde eine deutliche frontale Verschiebung im Amplitudentopogramm der P3 Komponente bei Älteren gefunden. Gleichzeitig ergab sich eine Verlängerung der P3 Latenz bei Älteren im Vergleich zu den Jüngeren unter hoher Belastung des Arbeitsgedächtnisses (N-Back, vergleiche Abbildung 1).



**Abbildung 1:** ERPs in der N-Back Aufgabe

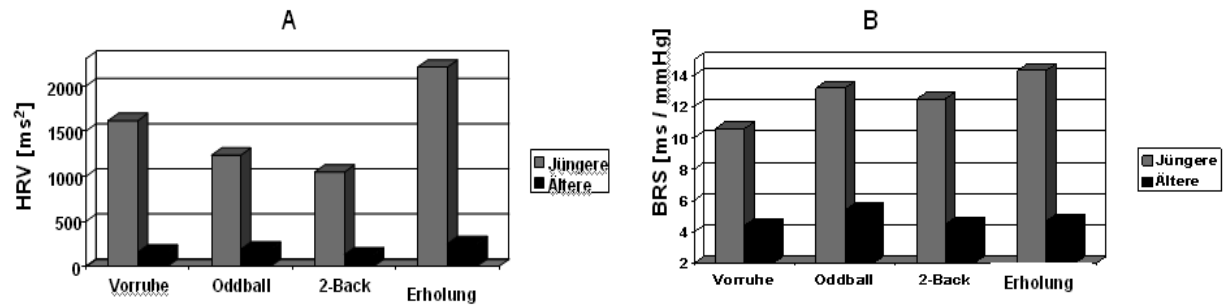
Ältere zeigten bereits unter Ruhebedingungen eine geringere HRV und eine geringere BRS (vergleiche Abbildung 2).

Bei kognitiver Belastung reagieren Jüngere mit einem deutlichen Abfall der HRV im Gegensatz zu den Älteren.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass bei Jüngeren im Vergleich zu Älteren unter Bedingungen kognitiver Belastung ein Anstieg der BRS zu verzeichnen ist.

Im Gegensatz zu den Älteren zeigen Jüngere eine schnellere Rückstellung in der Phase der Erholung.





**Abbildung 2:** Altersbezogene Unterschiede vegetativer Parameter (N-back-Aufgabe)

A: Herzratenvariabilität (HRV; gemessen als HF-Bandleistung im Bereich 0,15 – 0,40 Hz)

B: Barorezeptorsensitivität

## 4. Diskussion

Geringere Leistungen Älterer in der N-Back Aufgabe weisen auf eine geringere Kapazität des Arbeitsgedächtnisses hin. Diese Annahme wurde auch in der Aufgabe bestätigt, die eine hohe kognitive Flexibilität (switch) erfordert. Die schlechteren Leistungen Älterer (höhere globale Kosten) sind offensichtlich darauf zurückzuführen, dass es für Ältere schwieriger ist, mehrere Aufgaben im Gedächtnis zu behalten. Dagegen sind die lokalen Wechselkosten kaum beeinträchtigt, da hier lediglich ein Wechsel bereits aktivierter Aufgabenrepräsentationen (Verhaeghen & Cerella 2002, Übersicht) gefordert wird.

Offensichtlich versuchen Ältere, Leistungsdefizite durch eine erhöhte zentralnervöse Aktivierung zu kompensieren. Die frontale Verschiebung der P3- Komponente weist auf eine verstärkte Einbeziehung und einen zusätzlichen Verbrauch von Ressourcen des Frontalhirns hin, einer Struktur, die mit der Kontrolle exekutiver Funktionen in Verbindung gebracht wird.

Die kardiovaskulären Parameter weisen darauf hin, dass Ältere in geringerem Maße in der Lage sind, sich flexibel an wechselnde Aufgabenanforderungen anzupassen.

## 5. Literatur

1. Hedden, T. & Gabrieli, J.D.E. 2004, Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience, *Nature reviews Neuroscience*, 5, 87-96.
2. Nielson, K.A., Langenecker, S.A. & Garavan, H. 2002, Differences in the Functional Neuroanatomy of Inhibitory Control Across the Adult Life Span, *Psychology and Aging*, 17, 56-71.
3. Ruediger, H., Klinghammer, L. & Scheuch, K. 1999, The trigonometric regressive spectral analysis – a method for mapping of beat/to/beat recorded cardiovascular parameters on to frequency domain compared with Fourier transformation, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 58, 1-15.
4. Verhaeghen, P. & Cerella, J. 2002, Aging, executive control, and attention: a review of meta-analyses, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 849-857.
5. West, R.L. 1996, An application of prefrontal cortex theory to cognitive aging, *Psychological Bulletin*, 120, 272-292.

# Technik für ältere und behinderte Menschen

Christian BÜHLER

*Forschungsinstitut Technologie und Behinderung  
der Evangelischen Stiftung Volmarstein,  
Lehrstuhl für Rehabilitationstechnologie der Fakultät  
Rehabilitationswissenschaften, Technische Universität Dortmund,  
Grundschoßfelderstr. 40, D-58300 Wetter*

**Kurzfassung:** Mit der steigenden Lebenserwartung nimmt aufgrund der Korrelation von Alter und Behinderung auch die Behindertenquote zu. Auch ältere Arbeitnehmer mit Know-how und Erfahrung rücken vermehrt ins Blickfeld. Es stellt sich die Frage, wie die älteren Menschen und Menschen mit Behinderungen in Beruf und Freizeit unterstützt werden können. Moderne Rehabilitationssysteme richten sich an einer funktionalen Gesundheit mit Aktivitäts- und Teilhabekonzepten aus. Dabei stehen nicht die individuellen Schädigungen und Behinderungen im Vordergrund, sondern die Fähigkeiten und Ziele der Menschen und ihre Beziehung und Verknüpfung mit dem physischen und sozialen Umfeld. Der Einsatz von Technologie wird als wirkungsvolle Möglichkeit zur Unterstützung des Integrationsprozesses betrachtet. Neben der assistiven Technologie sind heute vor allem vernetzte Infrastrukturen in der Diskussion: Mit den Konzepten der ambienten Intelligenz und ambient assisted living erfährt der traditionelle Begriff der Barrierefreiheit eine Renaissance und zusätzliche Bedeutung. Die Maßnahmen der Barrierefreiheit, die für Menschen mit Behinderungen gedacht sind, bringen einen Mehrwert für weitaus größere Bevölkerungsteile.

**Schlüsselwörter:** Design für alle, Assistive Technologie, ambiente Intelligenz, Barrierefreiheit.

## 1. Einleitung

Aufgrund des sozialen, technischen und medizinischen Fortschritts hat in den letzten Jahrzehnten die Lebenserwartung der Menschen in den westlichen Industriegesellschaften zugenommen. So sind viele Menschen im Alter von 70 Jahren heute gesund und aktiv und haben noch ein gutes Lebensjahrzehnt vor sich. Diese positive Veränderung, gesund (und) älter zu werden, bringt vielfältige gesellschaftliche Konsequenzen mit sich: die Frage nach der Lebensarbeitszeit, der Finanzierung der Rente, die Forderung nach adäquaten Produkten und Dienstleistungen einschließlich der Pflege und Gesundheitsversorgung, usw. Nachdem früher vor allem die Massenarbeitslosigkeit als Problem angesehen wurde, zeichnet sich heute ein Fachkräftemangel in verschiedenen Bereichen ab. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit und Chance, dass ältere Arbeitnehmer länger im Arbeitsprozess integriert bleiben. Ältere Arbeitnehmer mit Know-how und Erfahrung rücken so vermehrt ins Blickfeld. Dabei stellt sich die Frage, wie die älteren Menschen im Berufsumfeld geeignet unterstützt werden können. Aufgrund der Korrelation von Alter und Behinderung nimmt die Behindertenquote zu und Ähnliches gilt für die noch nicht als Schwerbehinderung angesehenen Altersbeschwerden, also die vielfältigen kleineren Einschränkungen beim

Hören, Sehen, Erinnern, Verschleiß des Bewegungs- und Stützapparates und der Organe. Solche Behinderungen und Einschränkungen müssen in Zukunft verstärkt bei der Auslegung der Arbeitsplätze berücksichtigt werden. Insofern spielt die berufliche Rehabilitation in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. In der Rehabilitation von Menschen mit Behinderungen und älteren Menschen werden unterschiedliche Interventionen, wie Therapie, Training, persönliche Assistenz, Anpassung der Umgebung, psychologische und soziale Hilfen, Selbsthilfeunterstützung usw. eingesetzt. Traditionell lag der Schwerpunkt der Rehabilitation in der Medizin (Behandlung von Krankheit und Schädigung) und wurde durch berufliche Rehabilitation als wesentliches soziales Element ergänzt. Moderne Rehabilitationssysteme richten sich stärker an einer funktionalen Gesundheit mit Aktivitäts- und Teilhabekonzepten aus (WHO 2001). Sie fokussieren auf die Lebensbereiche und die Problemlösung/ Alltagsbewältigung unter Berücksichtigung der individuellen Fähigkeiten (abilities). Dabei stehen nicht die individuellen Schädigungen und Behinderungen im Vordergrund, sondern die Fähigkeiten und Zielsetzungen der Menschen und ihre Beziehung mit dem konkreten physischen und sozialen Umfeld zur tatsächlichen Umsetzung. Konsequenterweise kann Behinderung und schlechte Teilhabe als Folge schlechter Sozial- und Umgebungsbedingungen verstanden werden. In diesem Zusammenhang wird der Einsatz von Technologie als wirkungsvolle Möglichkeit zur Unterstützung des Integrationsprozesses auch im Arbeitszusammenhang betrachtet. Sie kann zur Entfaltung eigener Fähigkeiten und zur Unterstützung von Aktivitäten dienen. Die Nutzung von Technologie kann Lebensperspektiven erhalten und eröffnen, größere Unabhängigkeit und bessere berufliche Teilhabe befördern und die Lebensqualität verbessern. Die heutigen Ansätze gehen dabei weit über die klassische Rehabilitationstechnik (Vanderheiden 2007) hinaus. Das moderne Verständnis der assistiven Technologie (AT) richtet den Fokus auf die Lösung der alltäglichen Probleme von Menschen mit Behinderungen. Es wird versucht, das, was eine Person tun möchte und tun kann, mit den Anforderungen der Umgebung in Einklang zu bringen. AT umfasst dabei die klassischen Hilfsmittel, aber auch eine Vielzahl technischer Hilfen für das tägliche Leben in unterschiedlichen Lebensbereichen. Nach der Sozialgesetzgebung (BMAS 2001) stehen behinderten und von Behinderung bedrohten Menschen Leistungen zur Teilhabe zu, die individuelle Anpassungen des Arbeitsplatzes vorsehen. Neben einzelnen individualisierten Komponenten wie z.B. angepassten Computern, Anpassungen von Maschinen und Arbeitsplätzen werden komplementäre Maßnahmen in der Infrastruktur notwendig. Die klassische Barrierefreiheit in den Bereichen des Bauens und des Verkehrs wird mit Bordsteinabsenkungen, Rampen, Aufzügen, Niederflerbusse heute immer mehr zum Standard. Die Einführung moderner Informations- und Kommunikationstechniken bringt neue Optionen und Anforderungen für die Ausstattung der Infrastruktur (BMAS 2002a, b). So sind heute vor allem vernetzte Infrastrukturen in der Diskussion: Mit den Konzepten der ambienten Intelligenz und Ambient Assisted Living erfährt der traditionelle Begriff der Barrierefreiheit eine Renaissance und erhält zusätzliche Bedeutung.

## **2. Arbeiten in der Informationsgesellschaft**

Der barrierefreie Zugang zu Informationsgeräten und -diensten ist für die berufliche Teilhabe unverzichtbar geworden ist (FTB 2008). Während früher der Zugang zu den Festnetztelefonen besonders wichtig war, geht es heute um mobile Kommunikation und Datenübertragung in wechselnden Umgebungen. Dies betrifft längst nicht mehr nur die Büroarbeitsplätze großer Unternehmen, sondern auch kleine und mittelständischen Firmen im Außendienst, Service, Produktion, Vertrieb usw. Diese neuen Techniken verändern die Arbeitswelt und sind dabei gerade für ältere Arbeitnehmer relevant. Während früher Körperkraft, Beweglichkeit, Geschicklichkeit und Geschwindigkeit bei vielen Ar-

beitsprozessen verbunden mit dem unmittelbaren Handhaben von Material und Produkten im Vordergrund stand, können heute vielfach diese Aufgaben indirekt erledigt werden. So ersetzen computergesteuerte Maschinen die manuell/maschinengestützte Bearbeitung, werden Informationen digital verarbeitet und archiviert, Messvorgänge mit Prüfautomaten elektronisch gesteuert usw. Bei der Bedienung ist damit eine grundsätzliche Verlagerung von Belastungen in den kognitiven Bereich verbunden. Diese bringen häufig erhöhte Anforderungen an die Konzentrationsfähigkeit, an ein abstraktes Vorstellungsvermögen und die Zunahme von Augenermüdung, Verspannungen, usw. mit sich. Generell können komplexe Funktionsmöglichkeiten für alle Anwender eine Barriere darstellen. Einige Studien fordern die spezielle Einbeziehung der künftigen Anwender im Entwicklungsprozess (Bühler 2000; Krinner 2007). Andere Forschungen sehen Probleme und Lösungsmöglichkeiten in der Mensch-Maschine-Schnittstelle (Wolczowski 2007; Quan et al. 2003) und Potential in speziellen Trainings- und Schulungsangeboten, insbesondere für ältere Frauen (Rosenthal 2008). Andererseits stellt die Entlastung des körperlichen Bereichs eine Chance für viele Menschen dar: Arbeitsprozesse können angepasst werden und mit unterschiedlichen Bedienschnittstellen für verschiedene Anforderungen ausgelegt werden.

### **3. Ambiente Intelligenz zur flexiblen Unterstützung**

Die neuen Konzepte der ambienten Intelligenz und der mobilen Unterstützung führen zu integrierten Lösungen in der Infrastruktur. Mit Handys und Mini-Rechnern (PDA, Smartphone, Netbook, Notebook verfügen die Nutzer heute schon über mobile, individuelle Endgeräte, die über personalisierte Bedienoberflächen mit sogenannten intelligenten Umgebungen interagieren können. Dadurch ergeben sich ganz neue Möglichkeiten, die Menschen unterwegs zu unterstützen. Barrieren, die bisher schwer zu beseitigen waren – etwa bei Leitsystemen für sehbehinderte und blinde Menschen – können zukünftig in solchen Umgebungen mit ambienter Intelligenz (Aml) aufgelöst werden. Dabei wird die klassische Barrierefreiheit der gebauten Infrastruktur durch informationstechnisch vernetzte Systeme ergänzt, die über die individuellen Engeräte mit den Nutzern kommunizieren. In der direkten Anwendung für Menschen mit Behinderungen und ältere Menschen entspricht dieser Ansatz dem Ambient Assisted Living (AAL – VDI/VDE 2009). Aber der Nutzen der Aml-Umgebung ist sehr viel breiter und umfasst die gesamte Bevölkerung im Sinne eines „Design für Alle“ (Emiliani & Stephanidis 2005).

So können die Nutzer sowohl lokal als auch in größeren Netzwerken individuell unterstützt werden. Dabei werden die Systeme nicht mehr als Computer sondern als Hilfsdienste wahrgenommen und benutzt. Dies wird insbesondere durch das gewohnte individuelle Bediengerät erreicht, das die direkte Kommunikation mit den Geräten in der Infrastruktur (unbemerkt) im Hintergrund erledigt. Durch die Kombination von Elementen in der Infrastruktur, höherwertigen Aml-Diensten im Hintergrund und individuellen Bediengeräten kann so eine neue Qualität von barrierefreien Angeboten gemacht werden. Ähnlich der Anwendung von Aml für unterstütztes Wohnen (AAL) lässt sich die Idee des Aml auch auf den beruflichen Bereich übertragen. Ausgehend von der in den Unternehmen vorhandenen elektronischen Infrastrukturen ist die Entwicklung einer solchen unterstützenden Arbeitsumgebung denkbar. Die in Unternehmen vorhandenen Systeme zur Arbeitszeiterfassung, Zugangskontrolle und Sicherheit, die Software-Umgebungen, Intranets, Telefonsysteme und das Internet bilden dabei die Grundlage. Zunächst müssen die Geräte für alle Mitarbeiter barrierefrei gestaltet sein. Daran schließt sich die Frage an, wie die Systeme zu einer unterstützenden Infrastruktur ausgebaut werden können. In Abhängigkeit von der tatsächlichen Behinderung der Mitarbeiter, können sehr unterschiedliche Unterstützungsszenarien entwickelt werden, etwa bei kognitiven Einschrän-

kungen, Sehbehinderung, Hörbehinderung oder Körperbehinderung. „Ambient Assisted Working“ bietet die Möglichkeit, die Menschen durch im Netz hinterlegte Abläufe und Logiken (Intelligenz) bei der Arbeit zu begleiten und zu unterstützen.

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Durch das Zusammenwirken von assistiver Technologie, Barrierefreiheit und ambienter Intelligenz können zukünftig Systeme zur flexiblen Unterstützung für Menschen mit unterschiedlichem Bedarf realisiert werden. In diesem Zusammenhang zielt das Konzept des Design für alle (Universelles Design) nicht länger auf eine Art Kompromisslösung für alle, sondern aufgrund der Flexibilität der intelligenten Umgebung und der Möglichkeit der Interaktion mit personalisierten Bediengeräten auf eine wirklich passende individuelle Lösungsvariante für die jeweiligen Anwender.

#### 5. Literatur

1. BMAS 2001, Sozialgesetzbuch (SGB) Neuntes Buch (IX) - Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen - (Artikel 1 des Gesetzes v. 19. 6.2001, BGBl. I S. 1046).
2. BMAS 2002a, BITV - Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung vom 17. Juli 2002 (BGBl. I S. 2654).
3. BMAS 2002b, BGG - Behindertengleichstellungsgesetz vom 27. April 2002 (BGBl. I S. 1467, 1468), zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 19. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3024).
4. Bühler, C. 2008, Barrierefreier Zugang – eine Chance für Infrastrukturen von hoher Qualität, Orthopädie-Technik, Nr. 10/010/08, 753-758.
5. Bühler, C. 2000, FORTUNE guide – empowered participation of users with disabilities in projects: a summary with the main results of the FORTUNE project (DE9231). Wetter: FTB.
6. Emiliani, P., Billi, M., Burzagli, M., Burzagli, L. & Gabbanini, F. 2008, Design for All in the Ambient Intelligence Environment. In: K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler & A. Karshmer (Eds.), Computers Helping People with Special Needs. Berlin: Springer, 123-129.
7. Emiliani, P.L. & Stephanidis, C. 2005, Universal access to ambient intelligence environments: opportunities and challenges for people with disabilities, IBM Systems Journal, 44, 605-619.
8. FTB 2008, Digital informiert - im Job integriert, Dokumentation Abl-Kongress 2008. 9. und 10. April 2008, Berlin. Wetter: FTB.
9. Krinner, C. 2007, How Developers Anticipate User Behavior in the Design of Assistance Systems. Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Berlin: Springer.
10. Rosenthal, R.L. 2008, Older Computer-Literate Women: Their Motivations, Obstacles, and Paths to Success, Educational Gerontology, 34, 610 – 626.
11. Quan, D., Bakshi, K., Huynh, D. & Karger, D.R. 2003, User Interfaces for Supporting Multiple Categorization. Cambridge, MA: MIT.
12. Vanderheiden, G.C. 2007, Redefining Assistive Technology, Accessibility and Disability Based on Recent Technical Advances, Journal of Technology in Human Services, 25, 147-158.
13. VDI/VDE Innovation + Technik GmbH 2009, Ambient Assisted Living. Verfügbar unter: <http://www.aal-deutschland.de/> (abgerufen am: 05.01.2009).
14. WHO 2001, ICF – Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit, Herausgegeben (2004) vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI WHO-Kooperationszentrum für die Familie Internationaler Klassifikationen.
15. Wolczowski, A. & Suchodolski, T. 2007, Bioprosthesis Control: Human-Machine Interaction Problem. In: G. Eizmendi, J.M. Azkoitia & G. Craddock (Eds.), Challenges for Assistive Technology : AAATE 07 (Assistive Technology Research). Europe : los Pr Inc, 558-560.



# Kevin A. Lynchs Elemente mentaler Karten im Zeitalter Globaler Positionsbestimmungssysteme, Digitaler Karten und Navigationssysteme

Thomas STÜDELI

*Faculty of Industrial Design Engineering, Delft University of Technology,  
Landbergstraat 15, NL-2628 CE Delft*

**Kurzfassung:** Heute stehen räumliche Daten praktisch uneingeschränkt und in digital Form zur Verfügung; digitale Navigationshilfen sollen das Navigieren im virtuellen und im realen Raum erleichtern. Es wird ein vereinfachtes kognitives Modell eines Navigationsprozesses vorgestellt, welches räumlich-orientierende und strategisch-sicherheitstechnische Aspekte der Navigation integriert. Dieses Modell soll als Basis dienen zur Gestaltung von räumlicher Information und Navigationshilfen für Anwendungen welche eine spezielle Sorgfalt in der Navigation erfordern.

**Schlüsselwörter:** Navigationsprozess, Mentale Karte, sichere Navigation, Navigationshilfen.

## 1. Einleitung

Arbeiten „immer und überall“ und arbeiten „unterwegs“ ist heute möglich. Gesteigerte Mobilität ist ein wesentlicher Faktor der heutigen Dynamik in der Arbeitswelt. Die Bedeutung von rascher räumlicher Information nimmt generell zu und so auch der Stellenwert von Navigationshilfen bei der Arbeit. Heute sind räumliche Informationen praktisch unbeschränkt vorhanden.

Wie wird räumliche Information für den Benutzer optimal zugänglich gemacht und dargestellt? Wie wird der menschliche Navigationsprozess, gerade in heiklen Situationen, optimal unterstützt? Diesen Fragen stellen sich dem Ergonomien u.a. dann, wenn er Gestaltungskriterien für Navigationshilfen definieren soll oder risikoreiche Navigationsarbeit sicherer gestalten soll. Dazu müssen einmal die Aufgabe und das Arbeitssystem genau analysiert werden, andererseits sind auch die kognitiven Prozesse des Menschen bei der Navigation zu berücksichtigen. Navigationsforschung ist wesentlich geprägt ist von den Kognitionswissenschaften und wird in den verschiedensten Disziplinen von Psychologen, Geographen, Linguisten und Anthropologen diskutiert (Elias 2006). Bei der Entwicklung von modernen Navigationshilfen werden diese Resultate der Navigationswissenschaften von Computerwissenschaftler und Designern aufgenommen.

Diese Arbeit will nun exemplarisch eine ergonomische Sichtweise auf die Navigation präsentieren. Der Fokus liegt dabei auf Anwendungen, welche eine spezielle Sorgfalt bei der Navigation erfordern, zeitkritische und komplexe Navigationsprozesse wie sie zum Beispiel im Operationssaal bei der Chirurgischen Navigation vorliegen (Stüdeli 2008).

## 2. Der menschliche Navigationsprozess

Navigieren hat seine sprachlichen Wurzeln in der Schifffahrt. Es leitet sich aus dem lateinischen *navis* (Schiff) und *agere* (fortbewegen) ab. Bowditch, ein Begründer der modernen Schiffsnavigation beschreibt das Navigieren als "Prozess der Planung, Dokumentation, und Kontrolle der Bewegung eines Schiffes oder Gefährts von einem Ort zum anderen" (Bowditch 1802, 1995, S. 815). Im Verlaufe der Zeit haben sich in den unterschiedlichen Navigationsumgebungen auf See, an Land und in der Luft spezialisierte Navigationstechniken entwickelt, ebenso in unterschiedlichen Kulturräumen. Trotz dieser Vielzahl verschiedener Navigationstechniken baut ein Grossteil dieser auf der klassischen maritimen Navigation auf, die drei sich repetierende Schritte umfasst: (i) Positionierung, bestimmen der aktuellen Position, (ii) Wegfindung, bestimmen des nächsten Zieles, der Landmarken und der möglichen Gefahren zwischen aktueller Position und dem Ziel, (iii) Fortbewegung, Ausführen und kontrollieren der Bewegung.

Das Grundprinzip eines Navigationsprozesses erscheint intuitiv und einfach verständlich. Andererseits zeigt der Blick auf die klassische maritime Navigation auch, dass es mehr Aspekte gibt hinter „sich auf einen Weg zwischen Punkt A und B fortbewegen“ als auf den ersten Blick ersichtlich. Strategische Entscheidungen, Sicherheits- und Risikoanalysen sind wesentliche und komplizierende Faktoren.

Grundvoraussetzung einer erfolgreichen Navigationsleistung ist die Fähigkeit sich in der Umgebung zu orientieren. Für diese Orientierungs- und Positionierungsleistung spielt die Wahrnehmung von Strukturen und deren Ausrichtung eine wesentliche Rolle (Landmarken, siehe Kap. 3). Wegfindung ist der strategische Teil der Navigation und ein klassisches Forschungsgebiet der Kognitionswissenschaft. Wegfindung ist situationsabhängig (Freksta 1999). Sie ist eingebettet in ein Arbeitssystem, eine Navigationsumgebung und abhängig von der Navigationsaufgabe (Komplexität, Zeitdruck).

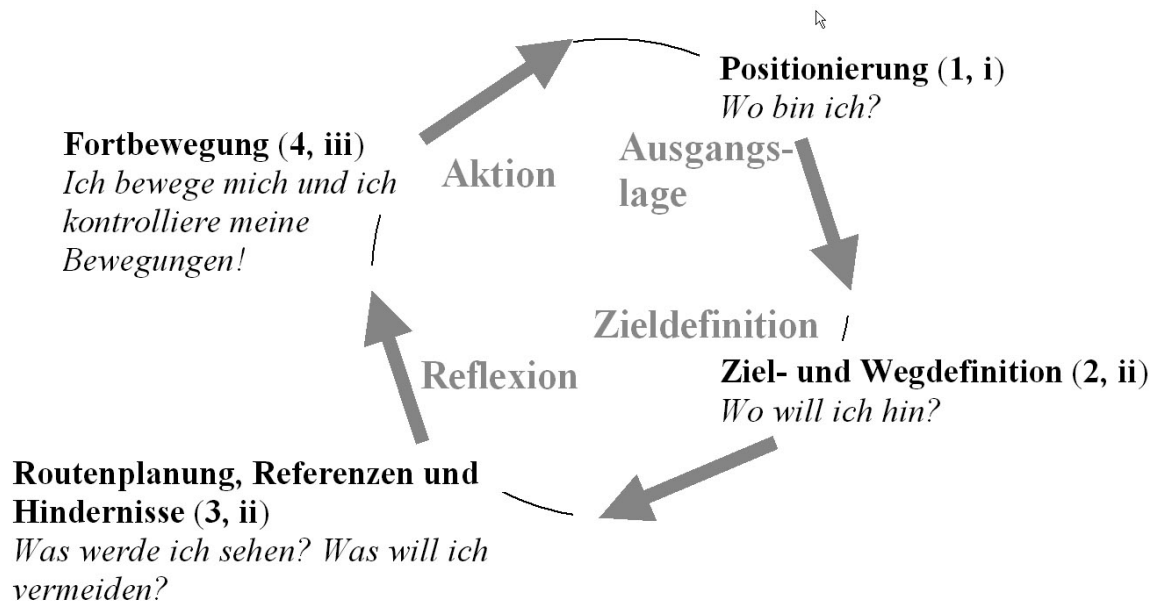
### 2.1 Die sichere Navigation

Die „sichere Navigation“ kann als Überbegriff für Navigationsmethoden definiert werden, in Situationen wo spezielle Sorgfalt und/oder Genauigkeit gefordert wird. Sicherheitsaspekte beeinflussen wesentlich die Wahl der Navigationsstrategie. Auch hier wurden verschiedene Lösungen für unterschiedliche Anwendungen entwickelt, und es lässt sich eine gemeinsame Grundstruktur erkennen: Je größer die Sicherheitsansprüche an die Navigation, umso mehr Navigationsschritte (Iterationen i-iii) werden absolviert.

Verbindet man die zwei vorgestellten Aspekten des Navigationsprozesses, den räumlich-orientierenden und den strategisch-sicherheitstechnischen kann der Navigationsprozess mit einem iterativen Problemlösungs- und Qualitätskontroll-Zyklus, wie dem Shewhart- oder Plan-Do-Check-Act – Zyklus (Shewhart 1939), verglichen werden (siehe Abbildung 1).

Neben dem iterativen Charakter ist die „sichere Navigation“ geprägt durch gleichzeitig ablaufende Qualitätskontroll-Aufgaben in den Bereichen Positionierung, Bewegungskontrolle, Sicherheit (Risikoabschätzungen) und Strategie. Diese Komplexität macht die „sichere Navigation“ zu einer kognitiven Herausforderung. Zur Unterstützung dieser Prozesse ist es deswegen angebracht neben räumlichen Informationen auch strategische und sicherheitstechnische Informationen optimal aufzubereiten.





**Abbildung 1:** Klassischer Navigationsprozess dargestellt als iterativer Problemlösungs- und Qualitätskontroll-Prozess analog zum Shewhart-Zyklus (verändert nach Stüdeli 2008)

### 3. Mentale Karten und deren Elemente

Der Mensch wendet für die Aufrechterhaltung der Orientierung respektive der Positionierung verschiedene Methoden an. Bei komplexen und schwierigen Navigationsaufgaben erscheint eine flexible, fehlertolerante Methode am erfolgversprechendsten. Die flexibelste Methode ist die Navigation auf mentalen Karten (Hunt & Waller 1999; Allen 1999). In mentalen Karten werden räumliche Information strukturiert und abgelegt, diese können jederzeit mit dem „inneren Auge“ abgerufen werden.

Lynch analysierte und beschrieb wie sich Leute in drei verschiedenen Amerikanischen Städten bewegten. Aufgrund seiner Studien kam er zum Schluss, dass die Leute fünf verschiedene räumliche Elemente (siehe Tabelle 1), sogenannte Landmarken, unterscheiden und beschreiben (Lynch 1960).

**Tabelle 1:** Kevin A. Lynchs Elemente mentaler Karten (Landmarken) und deren Funktion (Lynch 1960). In der dritten Spalte sind Beispiele von strategisch-sicherheitstechnischen Aspekten aufgeführt

Element	Funktion	Strategisch-sicherheitstechnische Aspekte
Kreuzung / Knoten	(Zwischen-) Ziel einer Navigations-Bewegung	Anzahl Optionen (Abzweigungen), Abbiegungswinkel
Weg	Kanal einer Navigationsbewegung	Wegklassierung (Breite, Art), Qualität, Sichtweite, Risiken
Distrikt	Referenzpunkt, oder -gebiet	Umgebungscharakteristiken (Art), Verwechselbarkeit
Landmarke	Referenzpunkt, oder -gebiet welches man nicht betreten kann	Sichtbarkeit, Form, Verwechselbarkeit
Grenze	Grenze eines Referenzgebietes	Sichtbarkeit, Art, Form, Verwechselbarkeit

Mit seiner Forschung hat Lynch ein neues Forschungsfeld eröffnet. Heute wissen

wir wie Leute diese Elemente benutzen, oder auch nicht benutzen. Wir wissen ebenfalls, dass die Wahl der benutzten Elemente von der Umgebung ebenso abhängt wie von der Navigationsaufgabe. Heute werden basierend auf Lynchs Klassifikation digitale räumliche Informationen geordnet und Routenbeschreibungen generiert (Elias 2006). Es wird davon ausgegangen, dass räumliche Information, die analog zu der mentalen Abbildung des Raumes strukturiert wird, durch den Benutzer flexibler eingesetzt werden kann. Im Bezug auf „sichere Navigation“ erscheint weiterhin wesentlich, dass viele strategisch-sicherheitstechnischen Informationen auch räumlich-orientierenden Charakter oder zumindest eine räumliche Komponente haben (siehe Beispiele in Tabelle 1, dritte Spalte).

#### 4. Schlussfolgerung

Der menschliche Navigationsprozess ist in seinen Grundprinzipien gut erforscht und bekannt. Die menschliche Navigationsleistung hängt von der Fähigkeit ab sich im Raume aktiv zu orientieren, aber auch von der Fähigkeit eine mentale Karte aufzubauen und diese zu nutzen. Wir wissen, dass räumliche Information dann intuitive einsetzbar ist, wenn sie sich nahtlos in den Navigationsprozess einbinden lässt. Lynchs Elemente mentaler Karten haben heute noch ihre Aktualität. Aktuelle elektronische Navigationssysteme haben wesentliche räumlich-orientierende Aspekte der Navigation umgesetzt oder sind im Begriff dazu.

Im Bereich der Entwicklung digitaler Navigationshilfen, gerade im Bezug auf zeitkritische und komplexe Navigationsprozesse, erscheint es sinnvoll den Navigationsprozess in strategisch-sicherheitstechnischen Aspekten besser zu unterstützen. Das hier präsentierte Modell des Navigationsprozesses als iterativen Problemlösungs- und Qualitätskontroll-Prozess kann dazu einen Beitrag leisten. Es erscheint sinnvoll und machbar strategisch-sicherheitstechnische Informationen analog zu den räumlich-orientierenden Informationen zu strukturieren und zu präsentieren. Das hier präsentierte Modell ist Gegenstand aktueller Forschung, es wird verfeinert und im Kontext überprüft.

Zukünftige digitale Navigationssysteme sollen Eigenschaften und Bedürfnissen sowohl der Benutzer als auch der Navigationsumgebung (noch) besser aufnehmen.

#### 5. Literatur

1. Allen G.L. 1999, Cognitive abilities in the service of wayfinding: A functional approach, *Professional Geographer*, 51, 554-561.
2. Bowditch, N.L.L.D. 1802, *The American Practical Navigator*. Verfügbar unter: <http://www.irbs.com/bowditch/>.
3. Elias, B. 2006, Extraktion von Landmarken für die Navigation, *Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover* Nr. 260, 1-153.
4. Freksa, C. 1999, Spatial aspects of task-specific wayfinding maps - A representation-theoretic perspective. In: J.S. Gero & B. Tversky (Eds.), *Visual and Spatial Reasoning in Design*. Dydne: Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, 15-32.
5. Hunt, E. & Waller, D. 1999, *Orientation and wayfinding: A Review*, Technical report. Arlington, VA: Office of Naval Research.
6. Lynch, K. 1960, *The image of the city*. Cambridge, MA: MIT Press.
7. Shewhart, W.A. 1939, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control*. New York: Dover.
8. Stüdeli T. 2008, Surgical navigation during minimally invasive procedures. In: S. Casciaro & E. Samset (Eds.), *Minimally Invasive Technologies and Nanosystems for Diagnosis and Therapies*. Lecce: Lupiensis Biomedical Publications, 177-186.

# Brain-Computer Interface: Von der Spielesteuerung zur Mensch-Computer-Interaktion?

Michael DOMHARDT und Ludger SCHMIDT

*Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Universität Kassel,  
Mönchebergstraße 7, D-34125 Kassel*

**Kurzfassung:** Neuartige Spielesteuerungen, die auf dem Prinzip eines Brain-Computer Interface basieren, können möglicherweise auch für andere Computeranwendungen sinnvoll genutzt werden. Der Beitrag stellt ein solches Eingabegerät und die Ergebnisse eines ersten Usabilitytests vor.

**Schlüsselwörter:** Neural Impulse Actuator, BCI, EEG, EMG.

## 1. Einleitung

Die Interaktion des Menschen mit einem technischen System kann auf vielfältige Weise erfolgen. Neben klassischen Eingabegeräten wie Maus und Tastatur erlauben neue und weiterentwickelte Techniken alternative Möglichkeiten bei der Mensch-Computer-Interaktion. Bisher war oft die Unterhaltungsbranche der treibende Faktor, durch den neue Interaktionstechniken aus der Forschung schnell zur Marktreife gebracht wurden. Markante Beispiele für diese Entwicklungen sind die Wii-Spielesteuerung der Fa. Nintendo mit ihrer Interaktion über Beschleunigungs- und Lagesensoren der Fernbedienung und die berührungsempfindliche Anzeige des Apple iPhone, die die Bedienung sowohl mit mehreren Fingern gleichzeitig als auch durch Gesten ermöglicht.

Mit der Markteinführung des Neural Impulse Actuators (NIA) der Fa. OCZ Technologies ist erstmals eine Spielesteuerung erhältlich, die das Prinzip eines nichtinvasiven Brain-Computer Interface (BCI) nutzt. Das System soll in Computerspielen die Interaktion ohne Maus und Tastatur ermöglichen.

Beim BCI-Prinzip werden hirnelektrische Potentiale mit Elektroden an der Kopfhaut gemessen (siehe Abbildung 1). Ursache für erfasste Spannungsschwankungen sind physiologische Vorgänge einzelner Neuronen, deren elektrische Zustandsänderungen zur Informationsverarbeitung im Gehirn beitragen. Die auf diese Weise aufgenommene summierte elektrische Aktivität des Gehirns wird meist als Elektroenzephalogramms (EEG) in verschiedenen Frequenzbändern ausgewertet und nach einer Mustererkennung zur Computereingabe weiterverarbeitet. Die in der medizinischen Diagnostik eingesetzten EEG-Geräte und bei BCI-Forschungssystemen verwendete Messtechnik nutzen dazu mehrere Elektroden, die auf dem gesamten Kopfhautareal verteilt werden und zur besseren Signalaufnahme Leitgel benötigen. Abbildung 1 rechts zeigt die Fixierung der Elektroden eines solchen Systems. Ein erstes gelfreies System lässt die Einrichtung der Elektroden auf den Nutzer in zwei Minuten zu (statt etwa einer halben Stunde bei herkömmlichen Geräten) und zeigt sich ähnlich zuverlässig (Popescu et al. 2007).



**Abbildung 1:** *Untersuchte Spielesteuerung mit drei Elektroden (links) und konventionelle EEG-Erfassung mit 32 Elektroden (rechts)*

Im zivilen Bereich wurden BCI bereits zur Unterstützung von Menschen mit Behinderung zur Erweiterung der Kommunikations- und Interaktionsfähigkeiten und somit zur Verbesserung der Lebensqualität dieser Menschen entwickelt und vertrieben (z.B. Brain Actuated Technologies 2008). Auch der Einsatz zur Steuerung von Multimediaanwendungen, speziell von Spielen, wurde untersucht (Krepki et al. 2007). Im militärischen Bereich wurden BCI als Möglichkeit zur Steigerung der menschlichen Leistungsfähigkeit untersucht (Williams et al. 2008).

Die aktuell vorgestellten Systeme richten sich in erster Linie an Computerspieler und besitzen im Vergleich zu den Forschungssystemen eine geringe Anzahl an Trockenelektroden. Anstelle einer Haube ist die Befestigung der Sensoren als Stirnband oder Headset ausgelegt (Brain Actuated Technologies 2008, Emotiv Systems 2008, NeuroSky 2008, OCZ Technology 2008). Der einfache Aufbau und die Berücksichtigung neuer Nutzergruppen ermöglichen neue Einsatzgebiete und eine große Verbreitung.

Das System der Firma OCZ Technology wird unter dem Namen Neural Impulse Actuator (NIA) als Spielesteuerung vertrieben und besteht aus einem Stirnband mit drei Elektroden, einer Box mit Elektronik und einer Software zur Kalibrierung und Konfiguration der Eingaben. Das Stirnband mit den Elektroden ist in Abbildung 1 links dargestellt. Der Anschluss der Elektronikbox an einen PC mit Windows-Betriebssystem erfolgt über USB. Die mitgelieferte Software zeigt sowohl die Gehirn- als auch die Muskelaktivität (Elektromyografie, EMG) in Form von acht Kanälen (Glance, Alpha 1 – 3, Beta 1 – 3, Muscle) an, zu deren Pegeln sich in einem Profil Tastatureingaben zuordnen lassen, um damit im Prinzip beliebige tastaturgesteuerte Software zugänglich zu machen. Eine in die Herstellersoftware integrierte Trainingsfunktion wertet die Aktivität der Gesichtsmuskulatur aus, um eine eindimensionale Bewegungssteuerung zu realisieren.

## 2. Methode

Das Ziel der Untersuchung war eine Abschätzung in einem ersten Usabilitytest, ob das verfügbare Gerät trotz der einfachen Sensorik überhaupt für die Mensch-Computer-Interaktion verwendbar ist und ob damit weitere Anwendungsmöglichkeiten außer Computerspiele realisierbar sind. Das vorliegende BCI wurde dazu auf seine Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241-11 untersucht.

Die Stichprobe bestand aus zehn Probanden, von denen neun die Versuchsaufgaben vollständig absolvierten. Das Durchschnittsalter der Stichprobe lag bei  $29 \pm 9$  Jahren, ein Drittel der Probanden war weiblich.

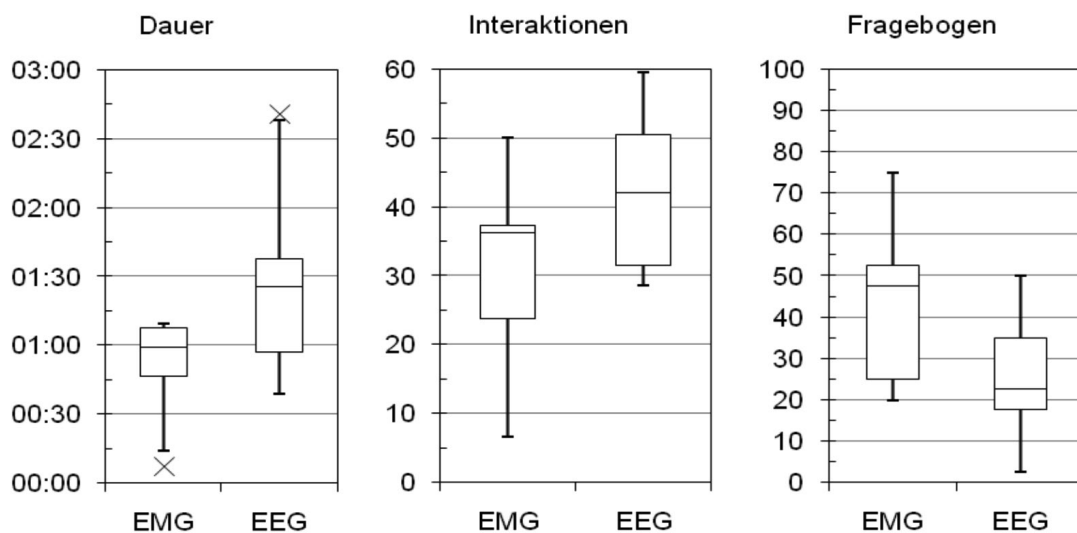
Die Versuchsdurchführung begann mit der Anpassung des Stirnbandes und der Kalibrierung des Systems an den jeweiligen Probanden. Es folgte eine Eingewöhnungsphase mit der integrierten Trainingsfunktion der Herstellersoftware.

Der eigentliche Kern der Untersuchung lässt sich in zwei Testabschnitte untergliedern. Jeder Proband hatte (1) mittels EEG-Steuerung und (2) mittels EMG-Steuerung zweidimensionale Navigationsaufgaben in einem vorgegebenen Dokument zu bewältigen. Die Reihenfolge der beiden Aufgaben wurde nach einem ausbalancierten Versuchsplan variiert.

Als Leistungsmaße wurden die benötigte Dauer zur Aufgabenerfüllung und die Anzahl der dafür getätigten Eingaben erfasst. Beim Überschreiten einer Bearbeitungsdauer von fünf Minuten galt die Aufgabe als nicht erfüllt. Nach jeder absolvierten Aufgabe erfolgte eine subjektive Bewertung mit Hilfe des System-Usability-Scale-Fragebogens (Brooke 1996), der eindimensional die Gebrauchstauglichkeit in einem Bereich von 0 (gering) bis 100 (hoch) erfasst.

### 3. Ergebnisse

Die Diagramme in Abbildung 2 zeigen die Boxplots von benötigter Dauer zur Bewältigung der Aufgabe, Anzahl der ausgelösten Interaktionen und die Auswertung des Fragebogens. Bei der Dokumentnavigation mittels EMG wurde die Aufgabe von allen Probanden erfüllt. Die Navigation durch das Dokument mittels EEG wurde in etwa 70 % der Fälle erfolgreich absolviert.



**Abbildung 2:** Ergebnisse der Leistungsmessung und Gebrauchstauglichkeitsbewertung bei den beiden Navigationsaufgaben (n=9)

**Abbildung 2:** Ergebnisse der Leistungsmessung und Gebrauchstauglichkeitsbewertung bei den beiden Navigationsaufgaben (n=9)

Im Vergleich ist erkennbar, dass bei der Steuerung mittels EEG insgesamt sowohl eine größere Zeitspanne als auch mehr Eingabeaktionen benötigt wurden, um die Aufgabe zu erfüllen. Die Ergebnisse des Fragebogens weisen eine Tendenz zur



größeren Gebrauchstauglichkeit der EMG-Steuerung auf. Die aus den Diagrammen erkennbaren Unterschiede sind nicht signifikant.

Die Kalibrierung des Systems war sowohl für jeden Probanden als auch nach jedem Verrutschen des Stirnbandes neu vorzunehmen. Da das System anfällig für elektromagnetische Störungen ist, mussten diesbezüglich kontrollierte Bedingungen gewährleistet werden (keine eingeschalteten Mobiltelefone in der Nähe, keine abgeschaltete, aber noch angeschlossene Schreibtischleuchte).

#### 4. Fazit

Die Ergebnisse der Leistungsmessung zeigen insgesamt eine relativ geringe Effektivität und Effizienz für die Navigationsaufgaben bei Verwendung des NIA. Die aus der Befragung resultierenden niedrigen Werte für beide Steuerungsarten zeigen, dass die Probanden mit keiner der beiden Steuerungsmöglichkeiten zufrieden sind. Sie bevorzugen jedoch im direkten Vergleich die Steuerung über die Aktivität der Gesichtsmuskulatur.

Das getestete System kann für einfache Interaktionsaufgaben auf Basis des EMGs verwendet werden. Da die mitgelieferte Software frei konfigurierbare Tastaturkombinationen ermöglicht, lässt sich fast jede Software zumindest teilweise mit dem NIA über die Gesichtsmuskulatur bedienen. Die Steuerung mittels Gehirnaktivität führte jedoch zu Zufallseingaben und zur Frustration der Nutzer.

Die Anforderungen eines gebrauchstauglichen BCI erfüllt das Gerät derzeit nicht. Die bisher regelmäßig erfolgte Veröffentlichung von neuen Softwareversionen und ein bereits angekündigtes Entwicklerkit lassen jedoch Verbesserungen erwarten. Mit der in Kürze geplanten Markteinführung weiterer Geräte wird deutlich, dass in diesem Segment Entwicklungspotential gesehen wird und damit für die Anwender mehrere konkurrierende Alternativen zur Verfügung stehen werden.

#### 5. Literatur

1. Brain Actuated Technologies 2008, Cyberlink Brainfingers. Verfügbar unter: <http://www.brainfingers.com/>, (Abruf: 16.12.2008).
2. Brooke, J. 1996, SUS: a "Quick and Dirty" Usability Scale. In: P.W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & I. L. McClelland (Eds.), Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis, 189–193.
3. DIN EN ISO 9241: 1999, Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit. Berlin: Beuth.
4. Emotiv Systems 2008, EmotivEPOC. Verfügbar unter: [http://emotiv.com/INDS\\_3/inds\\_3.html](http://emotiv.com/INDS_3/inds_3.html), (Abruf: 16.12.2008).
5. Krepki, R., Blankertz, B., Curio, G. & Müller, K.-R. 2007, The Berlin Brain-Computer Interface (BBCI) – Towards a new Communication Channel for Online Control in Gaming Applications, Multimedia Tools and Applications, 33, 73–90.
6. NeuroSky 2008, MindSet. Verfügbar unter: <http://www.neurosky.com/images/doc/MindSet-Nov2008.pdf>, (Abruf: 16.12.2008).
7. OCZ Technology 2008, nia – Neural Impulse Actuator. Verfügbar unter: [http://www.ocztechnology.com/products/ocz\\_peripherals/nia-neural\\_impulse\\_actuator](http://www.ocztechnology.com/products/ocz_peripherals/nia-neural_impulse_actuator), (Abruf: 16.12.2008).
8. Popescu, F., Fazli, S., Badower, Y., Blankertz, B., Müller, K. 2007, Single Trial Classification of Motor Imagination Using 6 Dry EEG Electrodes. PLoS ONE 2 (2007), Nr. 7, S. 1–5, doi:10.1371/journal.pone.0000637
9. Williams, E. et al. 2008, Human Performance. JASON Study Report JSR-07-625. McLean, JASON Defense Advisory Group

# Head-Up-Displays in Kraftfahrzeugen: Effekte vorbereitender Reize auf die Handlungsausführung bei einer Spurwechselaufgabe

Dietmar GUDE, Peter HOFMANN und Gerhard RINKENAUER

*IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystrasse 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Im Rahmen eines Forschungsprojekts werden positive und negative Effekte von Head-Up-Displays (HUDs) auf das Verhalten von Fahrzeugführern untersucht. Hier werden Ergebnisse eines Laborexperiments vorgestellt, bei dem die Probanden in einer Fahrsimulation eine Spurwechselaufgabe bearbeiteten. Dabei wurde in einem simulierten HUD der imperative Reiz zum Spurwechsel dargeboten, der den Probanden dessen Richtung und Amplitude anzeigte. Zudem erhielten sie 1500 ms zuvor kurzzeitig einen Vorreiz, der ihnen mehr oder weniger vollständige Informationen über den bevorstehenden Spurwechsel vermittelte. Bei der Analyse der Lenkbewegungen zeigte sich, dass die Probanden von diesen Vorinformationen profitierten, indem sie schneller auf den imperativen Reiz reagierten. Allerdings wurde in Durchgängen, in denen die Richtung des Spurwechsels angekündigt wurde, bereits auf den Vorreiz mit einer entsprechenden Lenkbewegung reagiert. Dieser Befund weist darauf hin, dass in einem HUD dargestellte vorbereitende Informationen einen Aufforderungscharakter haben können, der eine verfrühte Einleitung und Ausführung der Handlung bewirkt. Damit wird das ergonomische Gestaltungsprinzip nahe gelegt, dass die projizierten Informationen in einem unmittelbaren inhaltlichen und zeitlichen Bezug zu den aktuellen Anforderungen an den Fahrzeugführer stehen sollten.

**Schlüsselwörter:** Head-Up-Display, Spurwechsel, Affordanz, Handlungsvorbereitung.

## 1. Einleitung

Head-Up-Displays (HUDs) sind eine Anzeigentechnologie, bei der Informationen in das zentrale Gesichtsfeld von Flugzeug- oder Fahrzeugführern eingeblendet werden. Der Einsatz von HUDs in Kraftfahrzeugen zielt beispielsweise auf eine Erhöhung der Sicherheit durch eine Verbesserung der Fahrleistung ab, etwa im Hinblick auf Spurhaltung und Geschwindigkeitskontrolle. Bei der ergonomischen Gestaltung von HUDs stand bislang die Optimierung unter Aufmerksamkeitsgesichtspunkten im Mittelpunkt (z.B. Jarmasz et al. 2005). Bisher weniger untersucht sind Auswirkungen auf die Handlungssteuerung, wobei als theoretische Grundlage das Konzept des Bewegungsprogramms (Rosenbaum 1991) herangezogen werden kann. Entsprechende positive Effekte von HUDs konnten im Rahmen von Laborexperimenten mit Spurwechselaufgaben nachgewiesen werden, in denen durch Vorreize Informationen zu Zeitpunkt, Richtung und Amplitude eines bevorstehenden Spurwechsels vermittelt wurden (Hofmann et al. 2008a, b). Die vorbereitenden Informationen unterstützten die Spezifizierung der Parameter des zugrunde liegenden Bewegungsprogramms,



mit in der Folge verkürzten Reaktionszeiten auf den imperativen Reiz zur Ausführung des Spurwechsels.

In der aufmerksamkeitstheoretischen Literatur wird auch über potentielle negative Auswirkungen von HUDs berichtet, insbesondere eine Aufmerksamkeitsfixierung in Form des Cognitive Tunneling (z.B. Wickens & Long 1995). Analog wurde unter Bezug auf Gibson (1982) die Hypothese formuliert, dass im HUD dargestellte Informationen auch die Handlungsausführung beeinträchtigen können, indem die mit den Informationen verbundene Affordanz – im Sinne eines Aufforderungscharakters – zu nicht situationsgerechtem Verhalten führen kann. Diese Erwartung wurde anhand der Daten eines Laborexperiments überprüft, bei dem die Probanden in einer Fahrsimulation eine Spurwechselaufgabe bearbeiteten (vgl. Hofmann et al. 2008b).

## 2. Methode

Im Experiment wurde die Spurwechselaufgabe auf einem Projektionstisch in stereoskopischer Form präsentiert, so dass die Probanden mit Hilfe von Verschlussbrillen einen dreidimensionalen Eindruck von der Fahrbahn und vom HUD erhielten. Die Fahrbahn verlief ausschließlich geradeaus und bestand aus einer für die Probanden nicht übersehbaren Menge von Fahrspuren. Sie steuerten mit Hilfe eines Lenkrades ein virtuelles Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit von etwa 60 km/h über die Fahrstrecke. Dabei sollte das Fahrzeug grundsätzlich in der Mitte der jeweiligen Fahrspur gehalten werden. Zwischenzeitlich wurden Richtungspfeile eingeblendet, worauf die Probanden schnellstmöglich mit einem entsprechenden Spurwechsel reagieren sollten.

Das Ziel des Experiments bestand darin, die Auswirkungen einer inhaltlichen Vorbereitung auf die Lenkbewegungen beim Spurwechsel zu untersuchen. Hierzu wurden von jedem Probanden 768 Durchgänge bearbeitet, deren Ablauf in Abbildung 1 dargestellt ist. Jeder Durchgang begann mit einer zeitlich variablen Geradeausfahrt von mindestens 600 ms. Die Probanden erhielten dann einen kurzen Vorreiz, der den bevorstehenden Spurwechsel ankündigte. Mit einem konstanten zeitlichen Abstand von 1200 ms gab schließlich ein imperativer Reiz die Richtung und die Amplitude des auszuführenden Spurwechsels an. Der Vorreiz und der imperative Reiz wurden auf dem Projektionstisch als simuliertes HUD in das zentrale Gesichtsfeld eingeblendet.



**Abbildung 1:** Beispiel für den Ablauf eines Versuchsdurchgangs

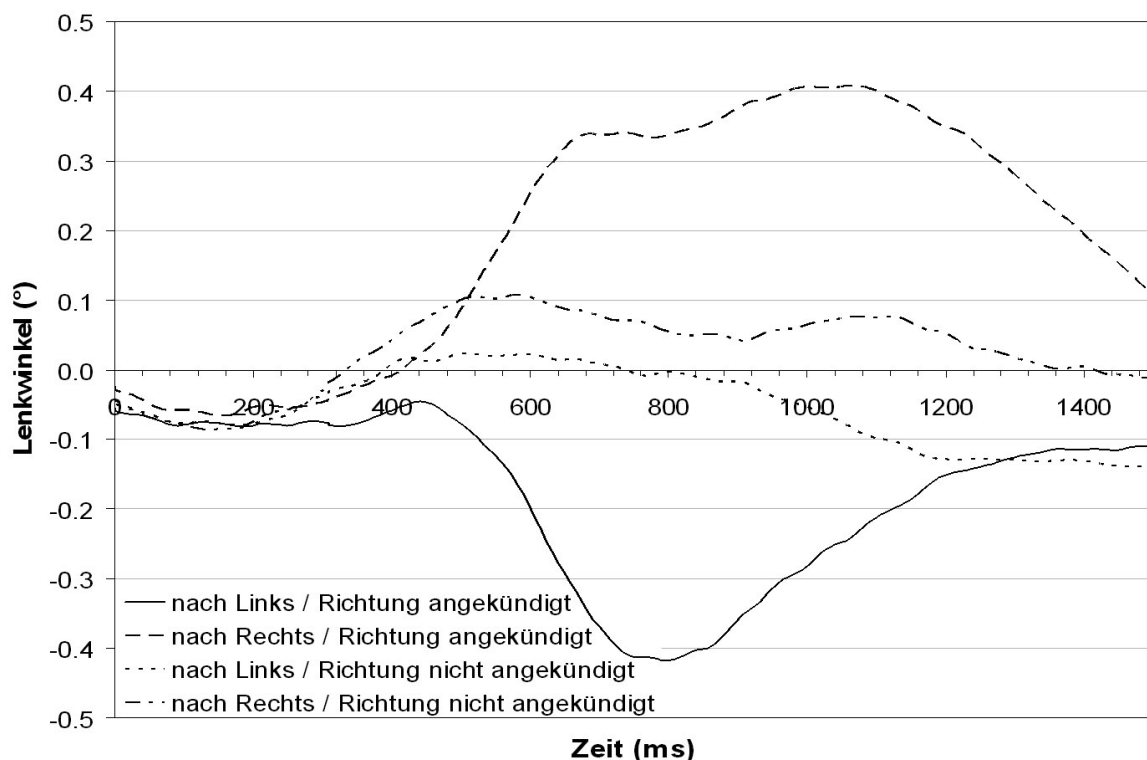
Insgesamt wurden 16 Bedingungen als Versuchsdesign mit vollständiger Messwiederholung realisiert. Dabei wurden zwei Merkmale des imperativen Reizes variiert, die Richtung (links vs. rechts) und die Amplitude des Spurwechsels (eine vs. zwei Spuren). Das Beispiel für den imperativen Reiz in Abbildung 1 fordert also zu

einem Wechsel um eine Spur nach links auf. Zusätzlich wurden zwei Merkmale des Vorreizes variiert, ob die Information zu Richtung bzw. Amplitude dargestellt wurde oder nicht. Im Beispiel für den Vorreiz in Abbildung 1 wird nur angegeben, dass auf den imperativen Reiz hin um eine Spur zu wechseln ist, die Richtung wird noch offen gelassen. Die Probanden erhielten demnach im Vorreiz keine, eine teilweise oder eine vollständige Information über den anstehenden Spurwechsel. Der imperative Reiz spezialisierte immer die vollständige für den Wechsel notwendige Information. Abhängige Variablen waren Beginn und Verlauf der Lenkbewegungen sowie die resultierende laterale Position des virtuellen Fahrzeugs auf der Fahrspur.

### 3. Ergebnisse

Aus den Analysen geht hervor, dass die Probanden die im Vorreiz enthalten Informationen zu einer Vorbereitung des Spurwechsels nach dem imperativen Reiz nutzten. Im Vergleich zu der Bedingung ohne vorbereitende Informationen bewirkte jede einzelne Information von Richtung und Amplitude sowie insbesondere die Kombination dieser Informationen eine schnellere Ausführung der Lenkbewegung.

Wie eingangs als Hypothese formuliert, konnte aber auch beobachtet werden, dass die Probanden bereits vor dem imperativen Reiz Lenkbewegungen ausführten, die systematisch mit den im Vorreiz dargestellten Informationen in Zusammenhang standen. Entsprechende Auswirkungen hatte insbesondere die Ankündigung der Richtung, in die der Spurwechsel auszuführen war (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Lenkradwinkel im Zeitraum zwischen Vorreiz und imperativem Reiz, für Durchgänge mit und ohne Vorinformationen zur Richtung des bevorstehenden Spurwechsels

Die Probanden zeigten im Mittel ab etwa 500 ms nach dem Vorreiz einen Aus-

schlag des Lenkrads in die entsprechende Richtung, korrigierten diesen jedoch ab etwa 1000 ms nach dem Vorreiz größtenteils wieder. Insgesamt führte dieses Lenkverhalten dazu, dass sich das Fahrzeug bereits vor dem imperativen Reiz in die Richtung des auszuführenden Spurwechsels bewegte.

#### 4. Diskussion

Das Experiment macht deutlich, dass in einem HUD dargestellte Informationen neben positiven auch negative Auswirkungen auf die Handlungsausführung haben können. Einerseits führten vorbereitende Informationen zu einer Beschleunigung des Spurwechsels, wie dies bereits in Hofmann et al. (2008a, b) dargestellt wurde. Andererseits war die Affordanz der hierzu eingesetzten Richtungspfeile offenbar so ausgeprägt, dass bereits vorzeitig unwillkürlich entsprechende Lenkbewegungen ausgeführt wurden. Diese Eigenschaften von Pfeildarstellungen wurden bislang überwiegend in Bezug auf ihre aufmerksamkeitslenkende Wirkung untersucht (Ristic & Kingstone 2006). Aber auch in zahlreichen grundlagenorientierten Experimenten zur Reiz-Reaktions-Kompatibilität zeigte sich, dass Richtungspfeile Reaktionen auf der entsprechenden Körperseite (z.B. per Hand oder Fuß) begünstigen (Proctor & Vu 2006). Mit den vorliegenden Ergebnissen wird deutlich, dass solche Effekte auch in einem anwendungsorientierten Kontext nachweisbar sind. Wenngleich ein entsprechender Nachweis noch aussteht, ist doch davon auszugehen, dass diese Effekte ebenfalls in einer realen Fahrsituation bedeutsam sein können.

Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass bei der Darstellung von vorbereitenden Reizen in HUDs eine vorzeitige und unwillkürliche Umsetzung in die Handlungsausführung möglich ist. Entsprechend sollten nur solche Informationen in das zentrale Gesichtsfeld des Fahrzeugführers projiziert werden, die in einem unmittelbaren Bezug zu den Anforderungen stehen, die die aktuelle Verkehrssituation an ihn stellt.

#### 5. Literatur

1. Gibson, J.J. 1982, Wahrnehmung und Umwelt. München: Urban & Schwarzenberg.
2. Hofmann, P., Gude, D. & Rinkenauer, G. 2008a, Visuelle Informationsverarbeitung im Kontext von Head-Up-Displays: Vorbereitungseffekte auf kinematische Eigenschaften der Lenkbewegung in einer Spurwechselaufgabe. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 717-720.
3. Hofmann, P., Rinkenauer, G. & Gude, D. 2008b, Head-up-displays support response preparation in a lane change task. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 52nd Annual Meeting. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1233-1237.
4. Jarmasz, J., Herdman, C.M. & Johannsdottir, K.R. 2005, Object-based attention and cognitive tunneling, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11, 3-12.
5. Proctor, R.W. & Vu, K.-P. 2006, Stimulus-response compatibility principles: data, theory, and application. Boca Raton, FL: CRC Press.
6. Ristic, J. & Kingstone, A. 2006, Attention to arrows: pointing to a new direction, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1921-1930.
7. Rosenbaum, D.A. 1991, Human motor control. San Diego, CA: Academic Press.
8. Wickens, C.D. & Long, J. 1995, Object versus space-based models of visual attention: implications for the design of head-up displays, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 1, 179-193.

# **Einfluss der Präsentationsformen auf die Fehlererkennung in der robotergestützten Montage mittels synthetischer Sichtsysteme**

Barbara ODENTHAL, Marcel Ph. MAYER, Wolfgang KABUSS,  
Bernhard KAUSCH und Christopher M. SCHLICK

*Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen,  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

**Kurzfassung:** In diesem Beitrag werden die Ergebnisse eines Experimentes dargestellt, welches sich mit dem Einfluss der Darstellungsformen auf die Fehlererkennung in einer robotergestützten Montage befasst. Dazu wurde ein augmentiertes Sichtsystem entwickelt und in einer empirischen Studie untersucht.

**Schlüsselwörter:** Augmented Reality, Montage, Visualisierung.

## **1. Einleitung und Problemstellung**

Ein Teilprojekt des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ befasst sich mit der Entwicklung eines kognitiven Planungs- und Steuerungssystems für einen robotergestützten Montageprozess. Dieses System ist aufgrund seiner besonderen Symbol- und Signalverarbeitung sowie durch die enge Kooperation mit dem Facharbeiter in der Lage, den Fertigungsablauf unter sich ändernden Randbedingungen fein zu planen (Kempf et al. 2008). Dadurch steigt die Notwendigkeit, den Operateur schnell und erwartungskonform über den Ist-Zustand des Prozesses und die Anlagenelemente in Kenntnis zu setzen. Ein Schwerpunkt liegt somit auf der Entwicklung einer ergonomischen Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Im Anwendungsszenario wird angenommen, dass ein Roboter die Ablaufplanung einer vom Operateur definierten Fertigungsaufgabe durchführt und umsetzt. Ist etwa bei der Planung bzw. Bearbeitung ein Fehler unterlaufen, der durch die kognitive Steuerung nicht zu finden bzw. zu korrigieren ist, muss der Operateur in die Lage versetzt werden, den Fehler schnell identifizieren zu können. Dazu wurde ein erster Prototyp eines Unterstützungssystems entwickelt und implementiert, der im Labor hinsichtlich der ergonomisch „optimalen“ Darstellung der Informationen für den Fall einer Fehlerdetektion am Montageobjekt untersucht worden ist. Die Technologie der Erweiterten Realität (Augmented Reality) auf Basis kopfbasierter stereoskopischer Durchsichtsdisplays (Head-Mounted-Display, HMD) wurde eingesetzt, da dadurch dem Facharbeiter zusätzliche synthetische Montageinformationen im realen Sichtfeld eingeblendet werden können, ohne seinen Aktionsraum einzuschränken.

## **2. Systemvarianten**

Es wurden acht verschiedene Aufgaben mit definierten Grundelementen (Lego) entwickelt, wobei drei Aufgaben einen Formfehler, zwei einen Positionsfehler und drei einen Anzahlfehler gegenüber dem Zielzustand aufwiesen (Schlick et al. 2008). Im Experiment sind acht Versuchsbedingungen untersucht worden, die sich aus je einer Ausprägung der folgenden Kategorien zusammensetzen (vgl. Abbildung 1).

Beim augmentierten Sichtmodus (Kat. I) wurden folgende Merkmale untersucht:

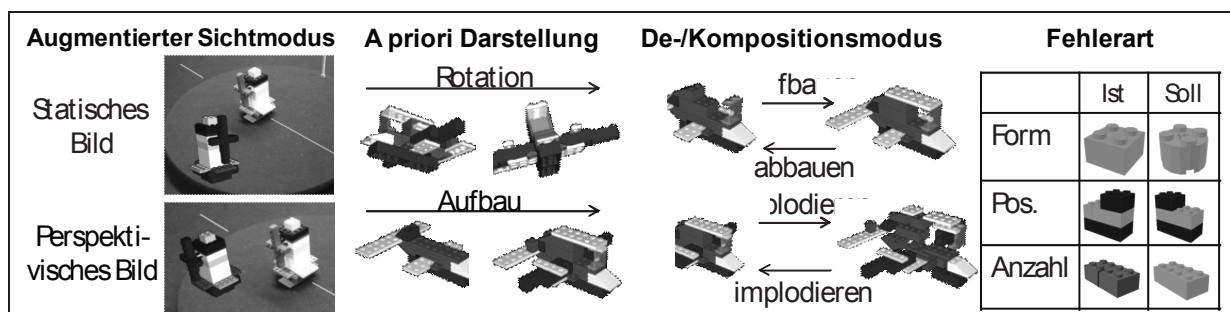
- Statisches Bild: Dieser Modus ist angelehnt an die isometrische Darstellung in technischen Zeichnungen, die nur eine Perspektive auf das dargestellte Objekt erlaubt. In diesem Fall wird das virtuelle Bild fest an einer Position relativ zur Projektionsfläche im HMD verankert. Das virtuelle Objekt ist um 20° um die vertikale Achse geneigt dargestellt.
- Perspektivisches Bild: Mithilfe eines optischen Trackingsystems wird das virtuelle Bild in Perspektive und Position an Perspektive und Position des realen Objektes gekoppelt. Eine Drehung des realen Objektes oder eine Kopfbewegung bewirkt somit eine Lageveränderung des virtuellen Bildes, so dass die Perspektive vom Benutzer auf das virtuelle Objekt der Perspektive auf das reale Objekt entspricht.

Die A priori Darstellung (Kat. II) hat folgende Ausprägungen:

- Rotation: In diesem Modus rotiert das virtuelle Zielobjekt um 20° geneigt in 3,2 s einmal um seine eigene Achse (360°).
- Aufbau: In diesem Modus wird das virtuelle Montageobjekt Schritt-für-Schritt aufgebaut (1,2 s pro Stein/Element, 30 Elemente pro Objekt).

Der De-/Kompositionsmodus (Kat. III) kann durch den Probanden interaktiv gesteuert werden und hat folgende Ausprägungen:

- De-/Komposition: In diesem Modus kann der Benutzer das Montageobjekt Schritt-für-Schritt auf- bzw. abbauen.
- Explosionsdarstellung: In diesem Modus kann der Benutzer das gesamte Montageobjekt (Zielzustand) explodieren und wieder implodieren lassen.



**Abbildung 1:** Darstellung der verwendeten Modi zur Darstellung des Montageobjektes

### 3. Versuchsablauf

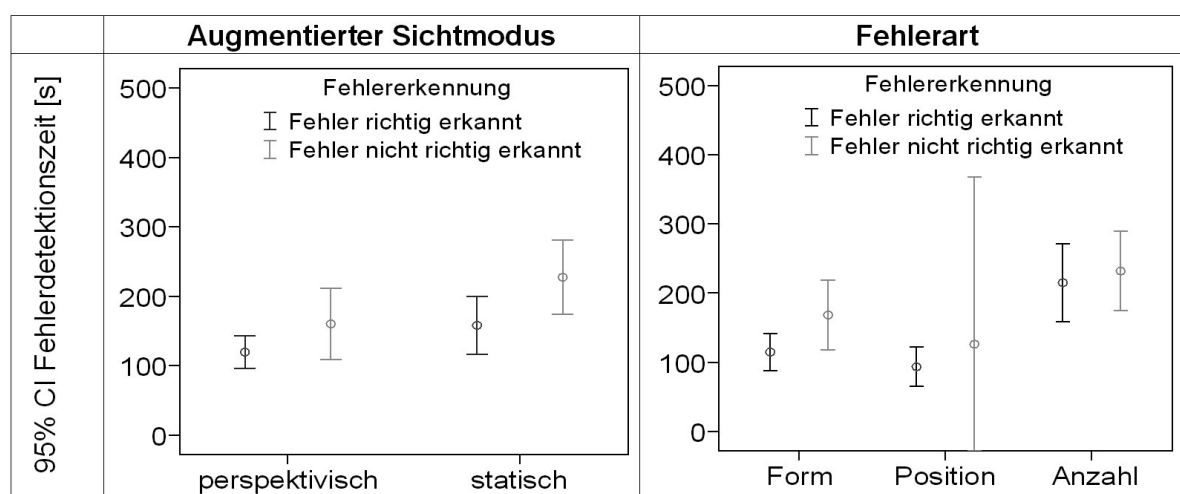
Nach der Aufnahme der Probandendaten, der Durchführung eines Sehtests und der Aufnahme der visuellen Ermüdung folgte der Zyklus der Fehlersuche, der von jedem Proband achtmal durchlaufen wurde. Zunächst sah der Proband die a priori Sequenz, während das reale Objekt verdeckt blieb. Danach folgte die Fehlersuche durch Abgleich des realen mit dem virtuellen Objekt (mithilfe des De-/Kompositionsmodus). Nach Detektion des Fehlers musste er mit einem Stift markiert werden. Der Zyklus endete mit einer erneuten Aufnahme der visuellen Ermüdung (ohne HMD). Die gesamte Versuchszeit betrug für jede Versuchsperson etwa zwei Stunden.



## 4. Ergebnisse

Die Experimente wurden im Hinblick auf die Fehlerdetektionszeit und die Fehlererkennung ausgewertet. Unter der Fehlerdetektionszeit wird die Zeitspanne von Beginn der Sichtbarkeit des realen Objektes bis zur Fehlererkennung verstanden. Bezüglich der Fehlererkennung können zwei Fälle auftreten: entweder erkennt die Versuchsperson den Unterschied („Fehler richtig erkannt“) oder die Versuchsperson erkennt den Unterschied nicht („Fehler nicht richtig erkannt“). Da nur die Variation des augmentierten Sichtmodus von den vorgestellten Kategorien signifikante Ergebnisse zeigte (vgl. Tabelle 1), werden nur diese Ergebnisse detailliert dargestellt. An den Versuchen nahmen 24 Personen (16 ♂, 8 ♀) im Alter von 19 und 36 Jahren (Mittelwert = 26,7 Jahre) teil.

**Tabelle 1:** Darstellung der Fehlerdetektionszeit und Fehlerhäufigkeiten für den augmentierten Sichtmodus und die Fehlerart



### 4.1 Fehlerdetektionszeit und Fehlererkennung

Die Varianzanalyse mit einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0.05$  zeigte, dass der eingestellte augmentierte Sichtmodus einen signifikanten Einfluss auf die Fehlerdetektionszeit im Falle der richtig erkannten Fehler hat ( $F(1,112)=4,13$ ,  $p=0,04$ ). Die Fehlerdetektionszeit des statischen Modus war durchschnittlich 32,2% höher im Vergleich zur Fehlerdetektionszeit im perspektivischen Modus. Im Fall der falsch/nicht detektierten Fehler ist ebenfalls im perspektivischen Modus eine kürzere Zeitspanne (29,5% schneller) der Fehlersuche zu erkennen. Das zeigt, dass der Entscheidungsfindungsprozess, ob ein Fehler vorhanden ist oder nicht, im perspektivischen Modus signifikant schneller abläuft als im statischen Modus. Zur Analyse der nominalskalierten Daten der Güte der Fehlererkennung wurde der Chi<sup>2</sup>-Test nach Pearson angewandt ( $\alpha=0,05$ ). In diesem Fall konnte kein signifikanter Einfluss des augmentierten Sichtmodus nachgewiesen werden, jedoch liegt der ermittelte Signifikanzwert nah an der Signifikanzgrenze ( $F(1)=3,630$ ;  $p=0,057$ ). Wenn man die beiden Modi vergleicht, stellt man fest, dass die (richtige) Fehlererkennung für den perspektivischen Modus um 19,4% höher liegt als im statischen Modus. Die Ergebnisse führen zu der Annahme, dass man durch die Ausnutzung der Möglichkeiten mithilfe eines augmentierten Sichtsystems deutlich schneller und mit einer höheren Genauigkeit Fehler erkennen kann. Der statische im Gegensatz zum perspektivischen Modus erfordert zur Durchführung des Vergleichs zwischen realem und virtuellem Bild eine zusätzliche



mentale Rotation des virtuellen bzw. des realen Bildes. Schon Shepard & Metzler (1971) fanden heraus, dass bei der Beurteilung, ob sich zwei Objekte durch Rotation ineinander überführen lassen, die notwendige Urteilszeit linear mit dem Rotationswinkel zwischen den zu vergleichenden Objekten ansteigt. Die Zeit steigt ebenfalls mit steigendem Komplexitätsgrad der dargestellten Objekt (Finke & Frensch 2006). Berücksichtigt man zudem das Multiple Ressourcen Modell (Wickens & Hollands 1999) scheinen die mentale Rotation und die visuelle Fehlersuche auf die gleichen mentalen Ressourcen zuzugreifen. Dadurch lässt sich die Zeit- und Genauigkeitsnachteile des statischen Modus erklären. Bei genauer Betrachtung der Daten bezogen auf die Fehlerart lässt sich festhalten, dass die Fehlerart „Anzahl“ mit Abstand am schwierigsten zu detektieren ist. Im Vergleich mit dem Fehler mit der geringsten Detektionszeit („Position“) weist der Fehler „Anzahl“ signifikant eine ca. 2,3fach höhere Detektionszeit auf (Varianzanalyse:  $F(2, 2,133)=4,760$ ,  $p=0.01$ ; Fehler „Form“: +22,8%). Außerdem sind 44,4% der „Anzahl“-Fehler nicht bzw. falsch erkannt worden ( $\chi^2$ -Test:  $F(2) = 20.336$ ,  $p<0.05$ ).

#### 4.2 Visuelle Ermüdung

Die Auswertung der Erfassungsbögen zur visuellen Ermüdung ergab, dass keine Ermüdung über den Versuchszeitraum (ca. 2 h) nachweisbar ist, wenn das HMD mit kurzen Pausen im 20-Minuten-Takt getragen wird.

### 5. Ausblick

Ausgehend von diesen Ergebnissen müssen in weiteren Untersuchungen des augmentierten Sichtsystems für selbstoptimierende Montagezellen komplexere Montageprozesse und -objekte untersucht werden, wobei insbesondere der Schwierigkeitsgrad der Fehlerart berücksichtigt werden muss. Infolge der alternden Belegschaft in europäischen Unternehmen müssen zudem altersbezogenen Aspekte der visuellen Wahrnehmung während der Nutzung eines augmentierten Sichtsystems ebenfalls fokussiert werden.

### 6. Literatur

1. Kempf, T., Herfs, W. & Brecher, C. 2008, Cognitive Control Technology for a Self-Optimizing Robot Based Assembly Cell. In: Proceedings of the ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, America Society of Mechanical Engineers, U.S.
2. Shepard, R.N. & Metzler, J. 1971, Mental Rotation of Three-Dimensional Objects, Science, 171(972): 701-703.
3. Funke, J. & Frensch, P.A. 2006, Handbuch der Allgemeinen Psychologie – Kognition. Göttingen: Hogrefe.
4. Schlick, C., Odenthal, B., Mayer, M., Neuhöfer, J., Kausch, B. & Mütze-Niewöhner, S. 2008, Mensch-Maschine-Interaktion in selbstoptimierenden Produktionssystemen. In: B. Scholz-Reiter (Hrsg), Technologiegetriebene Veränderungen der Arbeitswelt, Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e.V.. Berlin: GITO.
5. Wickens, C.D. & Hollands, J.G. 1999, Engineering Psychology and Human Performance, 3rd Edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Die Arbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ gefördert.

## Simulationsgestützte Prozessplanung für die flexible Mensch-Roboter-Kooperation

Marcel Ph. MAYER, Barbara ODENTHAL, Marco FABER,  
Wolfgang KABUSS, Bernhard KAUSCH und Christopher M. SCHLICK

*Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen,  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

**Kurzfassung:** Für eine sogenannte „kognitive Steuerung“ in der flexiblen Montage wird ein Planungsansatz vorgestellt, der auf der Simulation menschlicher Entscheidungsfindung basiert. Er verwendet als elementaren Bestandteil der Wissensbasis Teile der MTM-Taxonomie, die situativ, d.h. abhängig von einer stochastischen Bauteilzuführung, ausgewählt werden.

**Schlüsselwörter:** MTM, Mensch-Roboter-Kooperation, Montage.

### 1. Einleitung und Problemstellung

Innerhalb des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ der RWTH Aachen, zielt ein Teilprojekt auf die Entwicklung einer selbstoptimierenden Montagezelle mit der Möglichkeit zur flexiblen Mensch-Roboter-Kooperation ab. Ein derartiges Montagesystem soll in der Lage sein, die flexible Übergabe eines Zielzustandes bzw. erreichten Zwischenzustandes von Mensch zu Maschine zu ermöglichen, ohne dabei vorgelagerte Planungsaufwände zu erhöhen. Das Montagesystem muss somit in die Lage versetzt werden, selbsttätig und ohne weiteren Eingriff des Menschen den Prozess oder den Prozessablauf in Bezug auf die Erreichung des durch den Menschen vorgegebenen Zielzustandes, unter Einhaltung von Randbedingungen und Optimalitätskriterien zu planen und auszuführen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein möglicher Ansatz, dem System Fähigkeiten zur Verkettung von Regeln ähnlich der menschlichen Kognition zu verleihen. Dieser Bereich zielt folglich darauf ab, selbstoptimierende Produktionssysteme zu konzipieren und prototypisch zu realisieren, die vor allem mit dem technisch hochqualifizierten Personal bspw. in Deutschland weiter entwickelt und effizient betrieben werden können. Die in der Versuchsumgebung (Kempf et al. 2008) zu betrachtende Aufgabe umfasst die Planung und Umsetzung einer Montagesequenz mittels eines Montageroboters ausgehend von einem bekannten übergebenen Ziel- bzw. Zwischenzustand des zu montierenden Arbeitsobjekts und einer zufälligen Bauteilzuführung durch ein Fließband.

Durch kognitive Ansätze verändert sich die Rolle des Menschen in derart automatisierten Prozessen erheblich (Sheridan 2002; Mayer et al. 2008): In kognitiven Produktionssystemen definiert der Mensch die Aufgabe als mehr oder minder abstraktes (Teil-) Ziel, nimmt ggf. Anpassungen und Priorisierungen vor oder entwirft grobe Prozesspläne. Im Bereich der Feinplanung ist der Planungsaufwand für den Menschen nun deutlich verringert, da diese vom kognitiven technischen System übernommen werden. Zugleich muss der Mensch jedoch den Systemzustand überwachen und darauf aufbauend ggf. Entscheidungen treffen. Insbesondere bei einer Systemstörung müssen dem Operateur als qualifiziertem Facharbeiter alle situationsrelevanten Informationen in einer ihm verständlichen Weise vermittelt werden, um einen gezielten Systemeingriff zu ermöglichen (Schlick et al. 2008). Aufgrund der Systemkom-

plexität und der Annahme einer parallelen Überwachung mehrerer kognitiver Produktionssysteme erscheint es allerdings fraglich, ob bisherige Ansätze zur benutzerzentrierten Automatisierung, die eine ständige Einbindung des Operators in den Regelkreis anstreben (Billings 1991), hier noch sinnvoll sind. Gleichzeitig gilt es jedoch die von Bainbridge (1987) angeführten Ironien der Automation zu vermeiden. Als wichtige Grundanforderung an die benutzerzentrierte Gestaltung solcher Systeme ergibt sich daher die Erwartungskonformität des Benutzers mit dem Systemverhalten.

## **2. Modellbildung**

### *2.1 Konzeptuelles Modell*

In kognitiv-automatisierten Systemen werden Teile der Planung durch die Steuerung übernommen, wodurch eine Abweichung zwischen mentalem Modell des Maschinenoperators und dem hinterlegten Prozesswissen auftreten kann. Um diese Abweichung zu verhindern, wäre eine universelle Basis wünschenswert, die mentales Modell und Prozesswissen vereint. Die grundlegend unterschiedlichen Ansätze für die Modellierung menschlicher Kognition sind jedoch nur einer der Gründe weshalb dies nicht realisierbar ist. Betrachtet man die konventionelle Automatisierung so finden sich meist spezifische Programmiersprachen, die vom Operator fallspezifisch erlernt werden müssen, weshalb diese als Ausgangspunkt ungeeignet sind. Um eine leicht verständliche Basis zu schaffen, sollte im Zentrum des Interesses folglich ein am Menschen orientierter Beschreibungsansatz stehen, der in der Lage ist, das Prozesswissen dem menschlichen mentalen Modell anzupassen. Hierfür geeignet erscheint eine regelbasierte kognitive Architektur, die die Computemetapher repräsentiert, da diese im Gegensatz zu emergenten Systemen nicht aufwendig vorkonditioniert werden müssen.

Für die benötigte Wissensbasis in Form von Regeln kann ein analoger Ansatz gewählt werden: Betrachtet man bspw. eine als Ziel definierte Montageaufgabe als Problemstellung, so kann das für das Lösen von Problemen benötigte Wissen in Analogie zu menschlichen Problemlöseschemata in vier Kategorien nach Marshall (1995) gegliedert werden: Identifikationswissen, Elaborationswissen, Planungswissen und Ausführungswissen. Die aus Regeln bestehende Wissensbasis des kognitiv automatisierten Systems muss daher Regeln beinhalten, die alle vier Kategorien abdecken.

### *2.2 Quantitatives Modell*

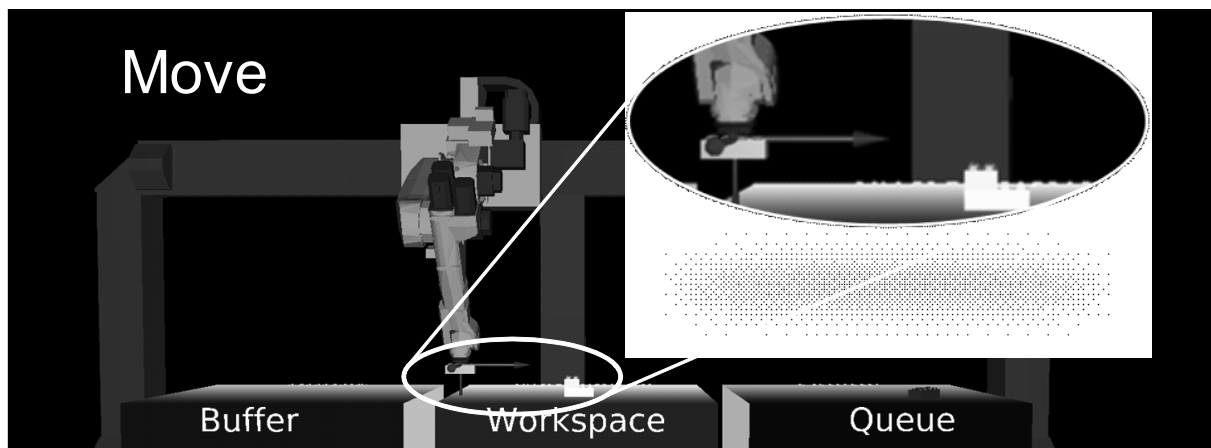
Um kognitive Fähigkeiten in dem zuvor beschriebenen System zu simulieren wurde die kognitive Architektur SOAR gewählt, deren Wissensbasis aus Produktionsregeln aufgebaut ist (Leiden et al. 2001). Die Architektur ist in der Lage bis zu einem gewissen Grad regelbasierte Entscheidungen des Menschen zu simulieren und kann sich ständig wiederholende, eintönige Tätigkeiten übernehmen (Hauck et al. 2008). Die Simulation echten wissensbasierten Verhaltens ist jedoch nicht möglich.

Unter der Annahme, dass Roboterbewegungen, die dem menschlichen Operator aus manuell durchgeführten Aufgaben vertraut sind, leichter antizipiert werden können als abstrakter Programmcode, wurden Teile der Taxonomie des MTM-1 Systems zur grundlegenden Beschreibung des Ausführungswissens verwendet, wobei die in MTM hinterlegten Zeitinformationen zunächst vernachlässigt werden. Die einzelnen

Regeln, die sogenannte Operatoren aktivieren, sind gleichberechtigt und somit nicht in einer Ablaufreihenfolge definiert. Die hierzu verwendeten Operatoren sind REACH, GRASP, MOVE (mit integriertem TURN), POSITION und RELEASE.

### 3. Validierung

Für die Verhaltensvalidierung wurde ein vereinfachtes, aber in wesentlichen Elementen vergleichbares Simulationsmodell der Montagezelle gewählt. Es verfügt über eine Warteschlange, auf der einzelne Bauteile zufällig erzeugt werden, einen Arbeitsplatz, auf dem das Zielobjekt aufgebaut werden soll und ein Lager, in dem benötigte aber im jeweiligen Schritt noch nicht verbaubare Teile auf definierten Bereichen abgelegt werden können. Weiter verfügt es über einen Roboterarm, der in der Lage ist, einzelne Bauteile zu handhaben. Abbildung 1 zeigt die grafische Darstellung des Simulationsmodells.



**Abbildung 1:** Grafische Darstellung der Simulation für die Ausführung des MOVE Operators

Als Referenz für das Verhalten der Simulation soll genau ein Plan für eine gegebene Aufgabe durch einen menschlichen Planer erstellt werden. Die Randbedingungen für die Planung beinhalten den Zielzustand in Form eines 3D-Modells und eine zufällig generierte Bauteilzuführung mit maximal drei sichtbaren Teilen. Als zusätzliche Einschränkung kommt hinzu, dass der Aufbau lediglich einhändig erfolgen soll und keine Bauteilgruppen vormontiert werden sollen. Diese Einschränkungen sind nötig, um die Vergleichbarkeit zur Montagezelle zu gewährleisten. Dem quantitativen Simulationsmodell soll derselbe Zielzustand übergeben werden; ebenso wird dieselbe zufällige Bauteilzuführung hinterlegt. Die Anweisung einhändig zu bauen ist implizit durch den Systemzustand gegeben, die Anweisung keine Baugruppe vorzumontieren ist explizit als Elaborationsregel hinterlegt. Der Zielzustand enthält sowohl für den menschlichen Planer als auch für das Simulationsmodell außer Art, Position und Lage der einzelnen Bauteile keine weitere Information.

Als Ergebnis der Validierung wird erwartet, dass die Planung des Simulationsmodells mit vom Menschen generierten Referenzplänen vergleichbare Ergebnisse bezüglich der Anzahl und Reihenfolge der verwendeten Operatoren liefern kann. In einfachen Fällen, in denen nur eine Möglichkeit die Bauteile aufeinander zu positionieren existiert, ist die Hypothese zu untersuchen, dass die Pläne prinzipiell übereinstimmen werden. Als Einschränkung ist hierbei zu nennen, dass derzeit keine Differenzierung bezüglich unterschiedlicher Fälle für bspw. GRASP oder POSITION hin-

terlegt ist. In Fällen, in denen mehrere Bauteile gleichwertig verbaut werden können ist die Hypothese zu untersuchen, dass die Pläne als qualitativ gleichwertig zu bewerten sind, da auch hier der Zielzustand vom Simulationsmodell in einer vergleichbaren Anzahl von Operatoren erreicht werden kann.

#### 4. Zusammenfassung

Mit dem vorgestellten Ansatz kann gezeigt werden, dass das auf einer kognitiven Architektur basierende Simulationsmodell eines Montageroboters dazu in der Lage ist, eine zu einem menschlichen Operateur vergleichbare Planung durchzuführen, wobei jedoch aufgrund der beschränkten Regelbasis eine Planung in voller Tiefe des MTM-1 Systems nicht möglich ist. Daher soll die bestehende Regelbasis des Ausführungswissens sukzessive erweitert werden. Ein weiteres Bestreben ist die Überprüfung der Annahme, dass ein derartiger Ansatz zur Erhöhung der Erwartungskonformität des Benutzers mit dem Systemverhaltens beiträgt.

#### 5. Literatur

1. Bainbridge, L. 1987, Ironies of Automation. In: J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds.), New Technology and Human Error. Chichester: Wiley.
2. Billings, C.E. 1991, Human-centered aircraft automation: A concept and guidelines, NASA Technical Memorandum 103885. Moffet Field, CA: NASA.
3. Hauck, E., Gramatke, A. & Henning, K. 2008, Cognitive Technical Systems in a Production Environment. In: ICINCO (Edt.), Proceedings of the Fifth International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics. Madeira.
4. Kempf, T., Herfs, W. & Brecher, C. 2008, Cognitive Control Technology for a Self-Optimizing Robot Based Assembly Cell. In: Proceedings of the ASME 2008 IDETC/CIE, August 3-6, Brooklyn, New York.
5. Leiden, K., Laughery, K.R., Keller, J., French, J., Warwick, W. & Wood, S.D. 2001, A Review of Human Performance Models for the Prediction of Human Error, prepared for: National Aeronautics and Space Administration System-Wide Accident Prevention Program. Moffet Field, CA: Ames Research Center.
6. Marshall, S. 1995, Schemas in Problem Solving. Cambridge: Cambridge University Press.
7. Mayer, M., Odenthal, B., Grandt, M. & Schlick, C. 2008, Anforderungen an die benutzerzentrierte Gestaltung einer Kognitiven Steuerung für Selbstoptimierende Produktionssysteme. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.) Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA-Press, 203-206.
8. Schlick, C., Odenthal, B., Mayer, M., Neuhofer, J., Kausch, B. & Mütze-Niewöhner, S. 2008, Mensch-Maschine-Interaktion in selbstoptimierenden Produktionssystemen. In: B. Scholz-Reiter (Hrsg.), Technologiegetriebene Veränderungen der Arbeitswelt, Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e.V. Berlin. Berlin: GITO
9. Sheridan, T.B. 2002, Humans and Automation: System Design and Research Issues. Santa Monica, CA: John Wiley & Sons.

Die Arbeiten werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ gefördert.



## Arbeitswissenschaftliche Aspekte internationaler Wertschöpfungsketten

Christine HOBELSBERGER, Klaus FISCHER und Klaus J. ZINK

*Institut für Technologie und Arbeit, TU Kaiserslautern,  
Kurt-Schumacher-Strasse 74a, D-67663 Kaiserslautern*

**Kurzfassung:** Der Beitrag erörtert die Einsatzmöglichkeiten von Arbeitsanalyseverfahren in Zulieferbetrieben globaler Wertschöpfungsketten. Dabei wird deren Eignung als ein ergänzendes Instrument zu Verhaltenskodizes und Audits zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Entwicklungs- und Schwellenländern diskutiert.

**Schlüsselwörter:** Internationale Wertschöpfungsketten, Arbeitsanalyse und Checklisten, Verhaltenskodizes, Entwicklungs- und Schwellenländer.

### 1. Relevanz des Themas

Mit fortschreitender Globalisierung verstärkt sich der Trend der internationalen Differenzierung von Wertschöpfungsketten und der Verlagerung von Wertschöpfungsstufen in Länder mit sehr unterschiedlichen gesetzlichen Rahmenbedingungen, Wertevorstellungen und Normen. Insbesondere know-how-arme und arbeitsintensive Produktionsschritte werden von Unternehmen in Industriestaaten teilweise oder ganz in zumeist weniger entwickelte Länder mit niedrigerem Lohnniveau verlegt. Auf der einen Seite ergeben sich durch diese Entwicklung Vorteile für die betreffenden Entwicklungs- und Schwellenländer (ESL), wie beispielsweise die Schaffung neuer Arbeitsplätze, der Erwerb ausländischer Devisen und der Zugang zu internationalen Märkten oder Technologien. Auf der anderen Seite sehen sich die Auftraggeber aus den industrialisierten Ländern zunehmend mit Vorwürfen konfrontiert, niedrige Löhne sowie schwache soziale und ökologische Rechtsvorschriften vor Ort auszunutzen, um auf Kosten von Mitarbeitern und Umwelt preiswerte Produkte herzustellen (Locke & Brause 2007).

Die sich vor diesem Hintergrund ergebenden arbeitswissenschaftlichen Handlungsfelder wurden im Rahmen des Vortrags „Globalisierung und Arbeitswissenschaft – eine Herausforderung“ anlässlich des letzten GfA-Frühjahrs-Kongresses 2008 in München schon thematisiert (Zink 2008).

Im vorliegenden Beitrag wird die Reichweite von Verhaltenskodizes multinationaler Unternehmen diskutiert und betrachtet, in welcher Form Instrumente der Arbeitsanalyse in diesem Kontext einen ergänzenden Beitrag zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen in ESL leisten können.

### 2. Codes of Conduct als Ansatz zur Sicherung von Sozialstandards in ESL

Es besteht ein zunehmender gesellschaftlicher Konsens, dass multinationale Unternehmen verpflichtet sind, bei der Herstellung von Produkten beziehungsweise einzelner Produktkomponenten in ESL menschengerechte Arbeitsbedingungen sicherzustellen. Vor allem der zunehmende Druck von Nichtregierungsorganisationen und



kritischen Kunden führte dazu, dass multinationale Unternehmen zu Beginn der 1990er Jahre mit der Entwicklung und Einführung von Verhaltenskodizes, so genannten Codes of Conduct, reagierten. Diese freiwilligen, schriftlich festgehaltenen Selbstverpflichtungen zur Einhaltung sozialer und ökologischer Richtlinien sollen einen Beitrag zur Behebung der Missstände in den jeweiligen Auftragnehmerländern leisten (Hiß 2005). Die Kerninhalte gegenwärtiger Verhaltenskodizes greifen dabei für gewöhnlich auf die in den ILO-Konventionen festgelegten Kernarbeitsnormen, die Prinzipien des United Nations Global Compact sowie die OECD-Richtlinien für multinationale Unternehmen zurück (Köpke & Röhr 2003). Die aus arbeitswissenschaftlicher Sicht relevanten Inhalte von Verhaltenskodizes umfassen üblicherweise neben Vereinbarungen zu Maßnahmen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, angemessenen Arbeitszeiten und Löhnen sowie dem Recht auf Vereinigungsfreiheit und Tarifverhandlungen auch das Verbot von Zwangs- und Kinderarbeit, Diskriminierung und Missbrauch.

Während sich Codes of Conduct aufgrund ihrer gemeinsamen Wurzeln inhaltlich zumeist nur geringfügig unterscheiden, sind große Abweichungen zwischen der Glaubwürdigkeit und Qualität ihrer Anwendung sowie ihrer Überwachung feststellbar. Die Einhaltung von Kodizes wird für gewöhnlich durch Audits überprüft, die von den Auftraggebern oder von Dritten vor Ort durchgeführt werden. Obgleich diese Art der Überwachung derzeit das am häufigsten eingesetzte Mittel zur Verbesserung von Arbeitsbedingungen in Zulieferbetrieben ist, ist dessen tatsächliche Wirksamkeit umstritten (Clean Clothes Campaign 2006). Allgemein betrachtet liegt der Fokus der gegenwärtigen Form von Audits zumeist auf der Erfassung nicht erfüllter Anforderungen, jedoch nicht auf der Suche nach den Ursachen der festgestellten Missstände. In vielen Fällen ist der Auditierungsprozess mit der Fertigstellung eines Berichts beendet. Die Benennung konkreter Verbesserungsmaßnahmen wird den Zulieferern in diesem Fall selbst überlassen. Ein weiterer Kritikpunkt ist die mangelhafte oder oftmals nicht praktizierte Einbindung von Mitarbeitern, Einkäufern und des Managements bei der Durchführung der Audits sowie der Erarbeitung von Lösungsvorschlägen (Locke & Brause 2007). So betont auch die Internationale Arbeitsorganisation (ILO), dass Einkäufer aus Industrienationen sowie deren Inspektoren, anstelle der Erarbeitung von Leitlinien und Vorsätzen, einen stärkeren Schwerpunkt auf effektive Verbesserungen und die Etablierung einer Dialogkultur aller Beteiligten setzen sollten (Mamic 2004).

Die erfolgreiche Umsetzung und Überwachung von Verhaltenskodizes wird zusätzlich durch die zunehmende Verästelung globaler Wertschöpfungsketten erschwert. So finden sich, beispielsweise in der Textil- und Bekleidungsbranche, anstelle „linearer“ Vertrags- und Lieferbeziehungen verstärkt komplexe Zuliefernetzwerke wieder. Die Ursache hierfür liegt in der Methode des so genannten „sub-sub-contracting“: So werden Produktionsaufträge multinationaler Unternehmen von den primären Auftragnehmern in ESL an Subauftragnehmer weitergegeben. Auf diese Weise kommt es zu einer weiten Verzweigung der Zulieferkette sowie einer Auslagerung von Aufträgen in kleine und mittlere Betriebe sowie den informellen Sektor, wo Richtlinien zu menschengerechten Arbeitsbedingungen besonders gering ausgeprägt sind (Hiß 2005). Da multinationale Unternehmen auf dieser Vertragsebene nicht mehr als direkte Arbeitgeber fungieren, ist eine Ausweitung und Überprüfung der Einhaltung von Codes of Conduct in Subzulieferbetrieben zwar formal möglich, aber tatsächlich nur schwer realisierbar. Folglich sind Fortschritte in der Verbesserung von Arbeitsbedingungen durch Codes of Conduct – wenn überhaupt – zumeist lediglich im ersten Glied einer Zulieferkette feststellbar (Clean Clothes Campaign 2006).

### 3. Arbeitsanalyseverfahren als Ergänzung von Audits in interationalen Wertschöpfungsketten – das Beispiel der „Ergonomic Checkpoints“

Arbeitsanalytische Verfahren erlauben eine Erhebung relevanter Daten zur Beschreibung, Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten und -prozessen und sind eine wichtige Voraussetzung effektiver und menschengerechter Arbeitsgestaltung. Im Sinne einer beteiligungsorientierten Arbeitsgestaltung sollten bei der Ableitung von Gestaltungsmaßnahmen auf Basis der Analyseergebnisse nicht nur die Auftraggeber, sondern auch die betroffenen Mitarbeiter einbezogen werden (Buch & Frieling 2007). Arbeitsanalyseverfahren können aufgrund ihrer Intention somit als sinnvolle Ergänzung von Audits dienen und einen Beitrag zur Aufdeckung der Ursachen von Missständen sowie der Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen in ESL leisten.

Eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Arbeitsanalyseverfahren ist die Schaffung von Transparenz, Akzeptanz und Verständnis der Betroffenen für die eingesetzten Verfahren (Dunckel 1999). Beim Einsatz „westlicher“ Methoden in ESL sind in diesem Zusammenhang auch kulturelle oder religiöse Werte sowie der Bildungsstand der Beteiligten zu berücksichtigen (Scott 2008). Im Gegensatz zu direkten Zulieferern multinationaler Unternehmen sehen sich die Subzulieferer weniger dem Druck ausgesetzt, vereinbarte Verhaltenskodizes zu erfüllen, um Sanktionen zu vermeiden (Clean Clothes Campaign 2006). Insbesondere in den Subzulieferbetrieben, die „jenseits“ der eingesetzten Verhaltenskodizes und Kontrollmechanismen arbeiten, gilt es daher, die Unternehmer und deren Mitarbeiter von der Sinnhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen. Im Sinne von „good ergonomics is also good economics“ (Hendrick 1996) können Verfahren der Arbeitsanalyse als Grundlage der Arbeitsgestaltung dazu beitragen, die Produktivität der Mitarbeiter maßgeblich zu verbessern, was auch als entscheidender Anreiz für das „Marketing“ dieser Instrumente in den entsprechenden Betrieben genutzt wird (Scott 2008).

Generell müssen die in ESL eingesetzten Instrumente eher „Low-Cost“-Lösungen ermöglichen, die ohne allzu großen Ressourceneinsatz umgesetzt werden können (Scott 2008). Viele der bekannten und in den Industrienationen eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren sind daher für den breiten Einsatz in ESL nicht geeignet, da sie in ihrer Anwendung zu aufwändig sind und z.B. nur von geschulten Experten durchgeführt werden können.

Ein seit Jahren mit Erfolg eingesetztes Instrument der Arbeitsanalyse sind die „Ergonomic Checkpoints“ (ILO 1996), die im Rahmen einer Zusammenarbeit der ILO und der International Ergonomics Association erarbeitet wurden, um insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen auf Basis ergonomischer Interventionen zu schaffen. Die Checklisten werden seit einigen Jahren in ESL nicht nur als isoliertes Instrument angewendet, sondern sind in partizipations- und handlungsorientierte Trainings eingebettet, die speziell auf die Bedürfnisse der Mitarbeiter in diesen Ländern zugeschnitten sind (Kogi 2008). Ziel der Trainings ist es, zur Selbsthilfe und Eigeninitiative zu befähigen sowie einfache, aber wirksame Verbesserungen mit den vor Ort zur Verfügung stehenden Mitteln umzusetzen.

Die Checklisten werden dabei in einer Weise eingesetzt, die es den Teilnehmern erlaubt, eigenständig Verbesserungspotenziale in ihrem Umfeld zu erkennen (Kawakami 2007). Bei der „Action Checklist“-Übung begehen die Teilnehmer ihren eigenen oder einen fremden Arbeitsplatz und bedienen sich dabei der Checkliste, um mit ihrer Hilfe eigenständig Ideen zu Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln. Die Einschätzung der vorliegenden Bedingungen wird dabei von den Teilnehmern ebenso vorgenommen, wie die Entscheidung über die Notwendigkeit und Priorisierung von Verbesserungen. Aus den identifizierten Verbesserungsmaßnahmen können schließlich in Gruppenarbeit konkrete Aktionspläne entwickelt werden, wobei vor allem Ideen erwünscht sind, die dem

Idealbild der Maßnahmen „simple, inexpensive and clever“ (SIC) nahe kommen (ILO 2004). Zur Verstetigung der Maßnahmen finden verschiedene Nachfolgeaktivitäten statt, die auch dazu beitragen, kontinuierliche Lernprozesse anzustoßen (Kogi 2008).

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Am Beispiel der „Ergonomic Checkpoints“ wird deutlich, wie einfache Arbeitsanalyseverfahren unter Einbeziehung der Beteiligten einen Beitrag zur Verbesserung von Arbeitsbedingungen in ESL leisten können. Dazu ist es erforderlich, arbeitswissenschaftliche Analyse- und Gestaltungskonzepte nicht nur unter Aufwandsaspekten zu betrachten, sondern auch deren Beitrag zur Verbesserung der Produktivität und damit der wirtschaftlichen Ergebnisse darzustellen. Ebenso wurde verdeutlicht, dass nicht nur die Unternehmen in ESL, sondern auch deren Auftraggeber aus den Industrienationen einen Teil der Verantwortung für die Schaffung menschengerechter Arbeitsbedingungen vor Ort übernehmen müssen.

#### 5. Literatur

1. Buch, M. & Frieling, E. 2007, Arbeitsanalyse. In: K. Landau (Hrsg.), Lexikon Arbeitsgestaltung, Stuttgart: Gentner Verlag, 80-83.
2. Clean Clothes Campaign (Hrsg.) 2006, Quick fix. Die Suche nach der schnellen Lösung. Was bringen Sozial-Audits den Näherinnen der Sweatshops? Berlin: INKOTA-Netzwerk e.V..
3. Dunckel, H. 1999 (Hrsg.), Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren, Zürich: vdf.
4. Hendrick, H. W. 1996, Good ergonomics is good economics. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
5. Hiß, S. 2005, Warum übernehmen Unternehmen gesellschaftliche Verantwortung? Frankfurt/ New York: Campus Verlag.
6. International Labour Office 2004, Work Improvement in Small Enterprises, Bangkok: ILO.
7. International Labour Office 1996, Ergonomics Checkpoints, Genf: ILO.
8. Kawakami, T. 2007, Participatory approaches to improving safety, health and working conditions in informal economy workplaces, Genf: ILO.
9. Kogi, K. 2008: Participation as Precondition for Sustainable Success: Effective Workplace Improvement Procedures in Small-scale Sectors in Developing Countries. In: K. J. Zink (Ed.), Corporate Sustainability as a Challenge for Comprehensive Management, Heidelberg: Physica-Verlag, 183-198.
10. Köpke, R. & Röhr, W. 2003, Codes of Conduct. Verhaltensnormen für Unternehmen und ihre Überwachung, Köln: PapyRossa Verlag.
11. Locke, R.M. & Brause, A. 2007, Does monitoring improve labor standards? Lessons from Nike, Industrial and Labor Relations Review, 1, 3-31.
12. Mamic, I. 2004, Implementing Codes of Conduct: How Businesses Manage Social Performance in Global Supply Chains, Genf, International Labour Office.
13. Scott, P. A. 2008, The Role of Ergonomics in Securing Sustainability in Developing Countries. In: K. J. Zink (Ed.), Corporate Sustainability as a Challenge for Comprehensive Management, Heidelberg: Physica-Verlag, 171-181.
14. Zink, K. J. 2008, Arbeitswissenschaft und Globalisierung: Eine Herausforderung. In: GfA (Hrsg.), Produkt- und Produktionsergonomie, Dortmund: GfA Press, 37-40.

## **Geschäftliche E-Mail-Kommunikation – Evidenz eines arbeitswissenschaftlichen Gestaltungsbedarfs**

Michael NIPPA

*Lehrstuhl für ABWL speziell Unternehmensführung und Personalwesen,  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Lessingstraße 45, D-09599 Freiberg*

**Kurzfassung:** Die als Mittel zur Steigerung der Arbeitsproduktivität hoch gelobte E-Mail-Kommunikation steht zunehmend in der Kritik als Quelle von Arbeitsstress und Blindleistungen. Vergeblich sucht man jedoch nach (arbeits-)wissenschaftlich fundierten Analysen des Problems und daraus abgeleiteten, differenzierten Lösungsvorschlägen. Zielsetzung dieses Beitrags ist das Aufzeigen eines eklatanten Managementdefizits und die korrespondierende Begründung eines arbeitswissenschaftlichen Forschungsbedarfs auf dem Gebiet der Unternehmenskommunikation am Beispiel der geschäftlichen E-Mail-Kommunikation.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsorganisation, E-Mail-Kommunikation, Führung, Problemexegese.

### **1. Indizien eines arbeitswissenschaftlichen Forschungsbedarfs**

Mit der zunehmenden Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie begann zunächst in den USA und vor allem unter dem Begriff „Bürokommunikation“ auch in Deutschland eine Blütezeit arbeitswissenschaftlich geprägter Forschungen (z.B.: Picot & Reichwald 1987; Szyperski et al. 1982). Schon sehr früh sagten Hiltz und Turoff (1978) unter anderem voraus, dass der Text-basierte Informationsaustausch über Computernetze Mitte der 90er Jahre häufiger genutzt werde als das Telefon, dass es billiger als Briefpost oder Ferngespräche sein werde, dass es die Ausbreitung der Telearbeit beflügele, bedeutende Konsequenzen für die Zentralisierung und Dezentralisierung von Organisationen sowie dramatische psychologische und soziologische Auswirkungen haben werde. Dies alles erscheint uns aus jetziger Perspektive selbstverständlich, in der Retrospektive revolutionierte diese neue Technologie jedoch die geschäftliche und private Kommunikation.

Heute ist E-Mail quasi allgegenwärtig. Wenngleich die Daten und Prognosen hinsichtlich der Verbreitung der E-Mail-Kommunikation selten nachvollziehbar und ob fehlender Angaben auch nicht vergleichbar sind, so verdeutlichen sie doch das Ausmaß der täglichen Kommunikationsflut, die zunehmend als Belastung gesehen wird. Das Marktforschungsinstitut Radicati (2008) geht für das Jahr 2008 weltweit von 210 Milliarden E-Mails pro Tag aus. Pro Arbeitsplatz sollen 2006 im Durchschnitt 126 E-Mails empfangen worden sein (Radicati 2007), von denen mehr als 50 % nicht aufgabenrelevant waren (Spam- und persönliche E-Mails). Der gleichen Studie zu Folge wurde 2006 durchschnittlich 26% der Arbeitszeit für die Bearbeitung von E-Mails (sichten, antworten, archivieren, löschen) verwendet. Für das Jahr 2009 erwartet Radicati – wiederum bezogen auf die nordamerikanische Arbeitswelt - einen Wert von 41%. Für den deutschsprachigen Raum wurden in den letzten Jahren nur drei

empirische Analysen veröffentlicht, die den Umfang und einige Konsequenzen der geschäftlichen E-Mail-Kommunikation für die Arbeitsproduktivität und die Belastung der Mitarbeiter zum Gegenstand hatten (Moser et al. 2002; SofTrust 2002, 2007).

Vor diesem Hintergrund verwundert es kaum, dass Belastungen durch die E-Mail-Flut zunehmend in überregionalen Publikumszeitungen wie z.B. Die Zeit, FAZ oder Die Welt thematisiert werden (vgl. z.B. Nicolai 2008). Dort finden sich eher Effekt heischende, denn wissenschaftlich begründete Lösungen, wie zum Beispiel: Verordnete E-Mail freie Werktage oder unbesehenes Löschen aller cc/ E-Mails. Auch bezüglich der auf den Markt geworfenen Selbsthilfeliteratur (z.B. Diebold 2007) ist festzustellen, dass eine wissenschaftliche und speziell arbeitswissenschaftliche Fundierung der Probleme wie auch der Lösungsansätze fehlt. Bis auf die oben erwähnten Studien ist ein Defizit an empirischen Bestandsaufnahmen bezüglich der geschäftlichen E-Mail-Kommunikation und insbesondere der mit ihr verbundenen ökonomischen und sozialen Probleme und korrespondierenden Lösungsansätzen zu konstatieren.

## **2. Selektive Ergebnisse der Studie zur geschäftlichen E-Mail-Kommunikation**

Die im Frühsommer 2008 durchgeführte E-Mail-Studie verwendete einen Online Fragebogen und basierte unter anderem aufgrund der Nichtverfügbarkeit statistischer Daten über Arbeitsplätze, die geschäftliche E-Mail-Kommunikation nutzen, auf der Schneeballtechnik (Dictionary of Sociology 1998). Mit der Befragung wurde ausschließlich das Ziel verfolgt, den Umfang und die Relevanz eines potenziellen E-Mail-Problems im deutschsprachigen Raum zu identifizieren und zu konkretisieren, um darauf aufbauend Handlungsbedarfe und Erfolg versprechende weiterführende arbeitswissenschaftliche Forschungen abzuleiten.

Der Online-Zugang bestand vom 16. April 2008 bis zum 4. Juni 2008. In dieser Zeit wurden 441 Fragebögen generiert und 327 TeilnehmerInnen beantworteten mindestens eine Frage. Gemäß den Angaben der Respondenten sind alle wesentlichen Branchen, alle Unternehmensgrößen und Funktionsbereiche angemessen berücksichtigt. Das Durchschnittsalter aller Teilnehmer (unter Verwendung der Mittelwerte der fünf zentralen Antwortklassen) ist mit 37 Jahren vergleichbar mit der Studie zur Informationsflut (Moser et al. 2002, S. 89), deren Median bei 31 Jahren lag. Dies gilt in ähnlicher Weise für die Verteilung zwischen männlichen (73%) und weiblichen (27%) Respondenten (Moser et al. 2002: 67% und 33%). Signifikante Unterschiede hinsichtlich des E-Mail-Aufkommens, der Nutzungsgewohnheiten und den Belastungsfaktoren im Vergleich der Gruppen der Jüngeren (40-) und Älteren (40+) bzw. männlichen oder weiblichen Fach- und Führungskräften sind nicht zu erkennen.

### **2.1 Merkmale des geschäftlichen E-Mail-Aufkommens**

Der Zielsetzung der Studie folgend wurden subjektive Einschätzungen seitens der Befragten einer aufwändigen, ggf. genaueren Zählung und Messung vorgezogen. Dementsprechend wurden im Regelfall Antwortkategorien vorgegeben.

Unter der Verwendung der jeweils mittleren Werte der Antwortkategorien und einer konservativen Festlegung für die beiden offenen Kategorien (weniger als 1 = 0,5 sowie mehr als 100 = 110) liegt der Durchschnitt der pro Tag empfangenen E-Mails bei ~28,7 (unter Herausrechnung der beiden offenen Kategorien ergibt sich: ~26,3). Führungskräfte (Leitungsspanne > 0) erhalten deutlich mehr geschäftliche E-Mails (~37,7;  $\Delta = 31,3\%$ ) als Mitarbeiter ohne Führungsverantwortung. Bei ähnlicher Be-



rechnung ergibt sich für alle Teilnehmer ein durchschnittlicher zeitlicher Bearbeitungsaufwand der E-Mail Kommunikation von ca. 1 ½ Stunden pro Tag. Dieser steigt für Führungskräfte auf knapp unter 1 ¾ Stunden pro Tag an, was vor allem durch die erwähnte höhere Anzahl an erhaltenen E-Mails begründet sein könnte.

Über alle Unternehmensgrößen verteilt sich die empfangene, geschäftliche E-Mail-Kommunikation (ohne Spam!) zu 63% auf interne und 27% auf externe Sender. E-Mails werden somit überwiegend als internes Führungs- und Koordinationsinstrument verwendet. In arbeitswissenschaftlichen Analysen wäre den Fragen nachzugehen, wie und aus welchen Gründen sich die Verwendung der zur Verfügung stehenden Kommunikationsmedien in der extern-gerichteten Interaktion mit ändert.

Im Vergleich zu früheren arbeitswissenschaftlich orientierten Studien (z.B. Pribilla et al. 1996; Picot & Reichwald 1987) zeigen sich – insbesondere bei Großunternehmen – deutliche Veränderungen der Tätigkeitsstrukturen, insb. eine weitere Ausdifferenzierung („Zersplitterung“), eine weitere Reduzierung des Anteils der „Alleinarbeit“ und speziell die Substitution von Fax und Brief durch E-Mail.

Die Befragten stufen ca. 3/5 ihrer erhaltenen geschäftlichen E-Mails als bedingt (32%) oder nicht wichtig (29%) ein. Eine sofortige Reaktion aufgrund ihrer Dringlichkeit erfordern nur 1/5 aller E-Mails. Speziell der Anteil der nicht wichtigen und nicht dringenden E-Mails ist vergleichsweise hoch und steigt bei Führungskräften noch an.

## *2.2 Kommunikationsverhalten und subjektive Belastung*

Die Befragten fühlen sich durch fast die Hälfte der ankommenden E-Mails in ihrer Arbeit sehr (20%) oder bedingt (29%) gestört fühlen. Der Anteil ist bei Führungskräften leicht höher (21%; 30%). Hier bedarf es meiner Meinung nach fundierterer arbeitswissenschaftlicher Studien, die näher analysieren, wodurch die Störung verursacht wird und ob einfache Abhilfen möglich sind. Generell ist zu vermuten, dass die subjektive Wahrnehmung der Störung durch E-Mail-Kommunikation durch den schleichende Wechsel vom ursprünglich asynchronen zum synchronen Kommunikationsmedium beeinflusst wird. Diese Einschätzung hängt unter anderem mit den Empfangsgewohnheiten der E-Mail-Nutzer zusammen.

Auf die Frage: „Wann kontrollieren Sie Ihren geschäftlichen E-Mail-Eingang?“ gaben weniger als 1/3 der Befragten an, dies nur während der Arbeitszeit zu tun, die große Mehrheit tut dies auch in der ‚offiziellen‘ Freizeit, 23% zumindest gelegentlich. 86% aller Befragten lassen sich während der Nutzung ihres Personal Computers bzw. Handhelds ständig über den Eingang neuer E-Mails informieren. Nur ein geringer Anteil verwendet andere Taktzeiten (z.B. fester Block: 1-mal oder 3-mal pro Tag). Neben genereller Neugierde könnten dafür auch die gemischte Nutzung (geschäftlich und privat) des geschäftlichen E-Mail-Accounts, die Terminabstimmung per E-Mail sowie die vermutete bzw. tatsächliche Erwartung hinsichtlich einer ‚24/7 Erreichbarkeit‘ durch die jeweiligen Vorgesetzten ursächlich sein.

Die Aussagen zur Bewertung der geschäftlichen E-Mail-Kommunikation beleuchten zum einen die positiven Effekte (subjektive Entlastungsfaktoren), die E-Mail-Kommunikation zweifelsohne hat, die jedoch in vielen aktuellen Diskussionsbeiträgen vernachlässigt werden. Zum anderen sollten die Teilnehmer in der einschlägigen Fachliteratur kursierende Aussagen bewerten, die die negativen Effekte (subjektive Belastungsfaktoren) widerspiegeln (vgl. Abbildung 1). Führungskräfte schätzen alle aufgeführten positiven Konsequenzen der E-Mail-Kommunikation geringer und Belastungsfaktoren höher ein als die Vergleichsgruppe. Es fällt vor allem auf, dass Führungskräfte wissen oder zu wissen glauben, dass Vorgesetzte und Kunden eine Er-



reichbarkeit ‚rund-um-die Uhr‘ erwarten bzw. fordern. Es wäre unter Einbeziehung der Betroffenen zu prüfen, ob dies von den Unternehmen so gewollt ist bzw. wie man die Kommunikationskultur so gestalten kann, dass eine ‚work-life-balance‘ gewährleistet wird, die den Führungskräften ausreichend Erholungsmöglichkeiten bietet.

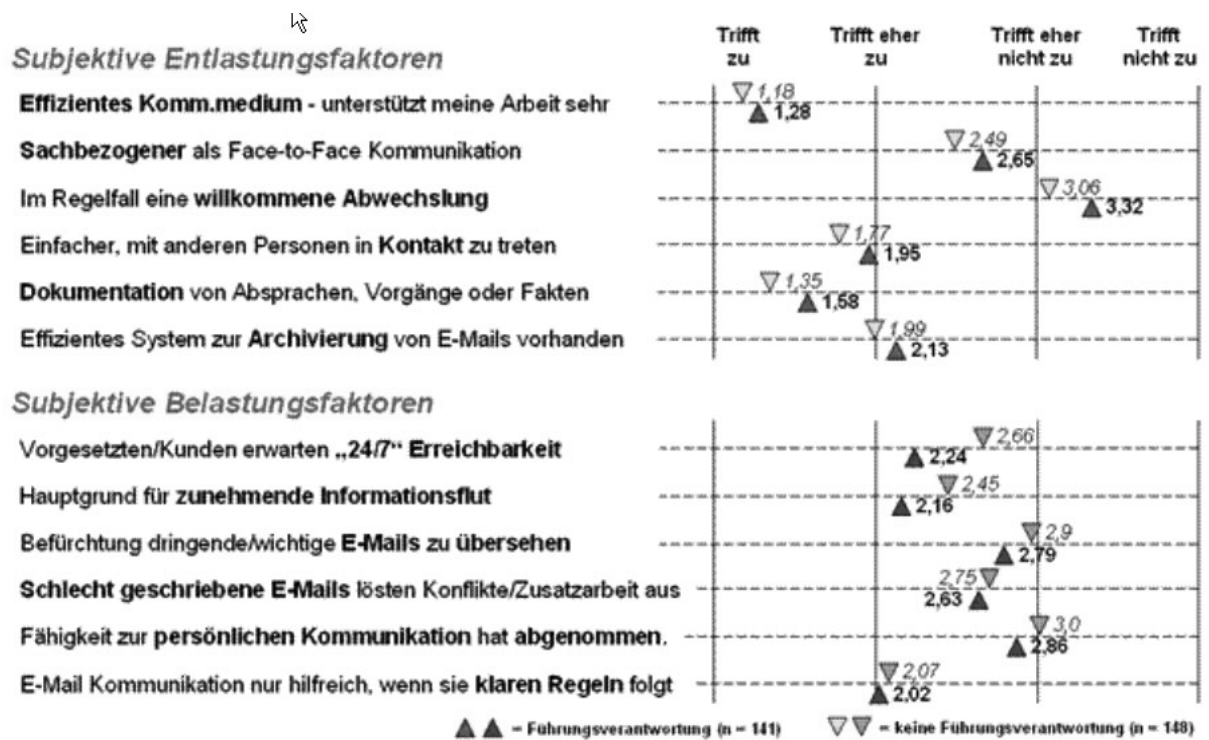


Abbildung 1: Bewertung der E-Mail-Kommunikation durch Befragte

### 3. Implikationen für die arbeitswissenschaftliche Forschung

Um verlässliche Entscheidungs- und Gestaltungsgrundlagen für das Management der geschäftlichen (E-Mail-) Kommunikation zu schaffen, erscheint es unbedingt erforderlich, fundierte arbeitswissenschaftliche Untersuchungen (z. B. Messung der tatsächlichen Unterbrechungen, Konsequenzen, geistigen Rüstzeiten) zu initiieren und eine Renaissance der Bürokommunikationsforschung – ggf. unter dem Namen ‚Unternehmenskommunikationsforschung‘ – einzuläuten. Dabei lassen sich offensichtlich in Vergessenheit geratene Erkenntnisse wieder entdecken und aktualisieren.

### 4. Literatur

1. Dictionary of Sociology 1998, Snowballing technique. Oxford: Oxford University Press. Verfügbar unter: <http://www.encyclopedia.com/doc/1O88-snowballingtechnique.html>.
2. Diebolder, C. 2007, SOS E-Mail-Flut: Zeit gewinnen durch effizientes Arbeiten im Unternehmen mit E-Mails und Outlook. Kirchentellinsfurt: Abc Buchverlag Ltd.
3. Moser, K., Preising, K., Göritz, A. & Paul, K. 2002, Steigende Informationsflut am Arbeitsplatz: belastungsgünstiger Umgang mit elektronischen Medien (E-Mail, Internet), Fb 967. Dortmund: BAuA.
4. Nicolai, B. 2008, Hamburger Unternehmen testet E-Mail-Verbot, Welt-Online. Verfügbar unter: [www.welt.de/webwelt/article1850322/](http://www.welt.de/webwelt/article1850322/).

5. Picot, A. & Reichwald, R. 1987, Bürokommunikation. Leitsätze für den Anwender, 3. Auflage Hallbergmoos: CW-Publikationen.
6. Pribilla, P., Reichwald, R. & Goecke, R. 1996, Telekommunikation im Management –Strategien für den globalen Wettbewerb. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
7. Radicati 2008, Releases Q2 2008 Market Numbers Update. Verfügbar unter: <http://www.radicati.com/p=638> (14.12.2008).
8. Radicati 2007, Addressing Information Overload in Corporate Email: The Economics of User Attention, Whitepaper 14. Verfügbar unter: [http://www.radicati.com/wp/page\\_id=20](http://www.radicati.com/wp/page_id=20) (20.06.2008).
9. SofTrust 2007, E-Mail Nutzung im Unternehmen – Ergebnisse einer Umfrage von SofTrust Consulting bei deutschen, österreichischen und Schweizer Unternehmen. Schwabhausen: SofTrust.
10. SofTrust 2002, E-Mail Nutzung in deutschen Unternehmen – Ergebnisse einer Umfrage von SofTrust Consulting. Schwabhausen: SofTrust.
11. Szyperski, N., Grochla, E., Höring, K. & Schmitz, P. 1982, Bürosysteme in der Entwicklung, Studium zur Typologie und Gestaltung von Büroarbeitsplätzen. Braunschweig: Vieweg & Sohn.



# Teamorientiertes Wertstromdesign als Navigationswerkzeug im Produktivitätsmanagement

Sascha STOWASSER

*Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. (IfaA),  
Uerdinger Straße 56, D-40474 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Teamorientiertes Wertstromdesign ist eine strukturierte Vorgehensweise zur Erfassung und Planung des Wertstroms vom Rohmaterial bis zum Endprodukt in einem interdisziplinären Team. Hierbei wird auf die ganzheitliche Betrachtung eines Produktionssystems und die konsequente Produktivitätssteigerung im gesamten Wertstrom abgezielt.

**Schlüsselwörter:** Lean Management, Produktionssystem, Wertstromplanung, Wertstromdesign.

## 1. Einleitung

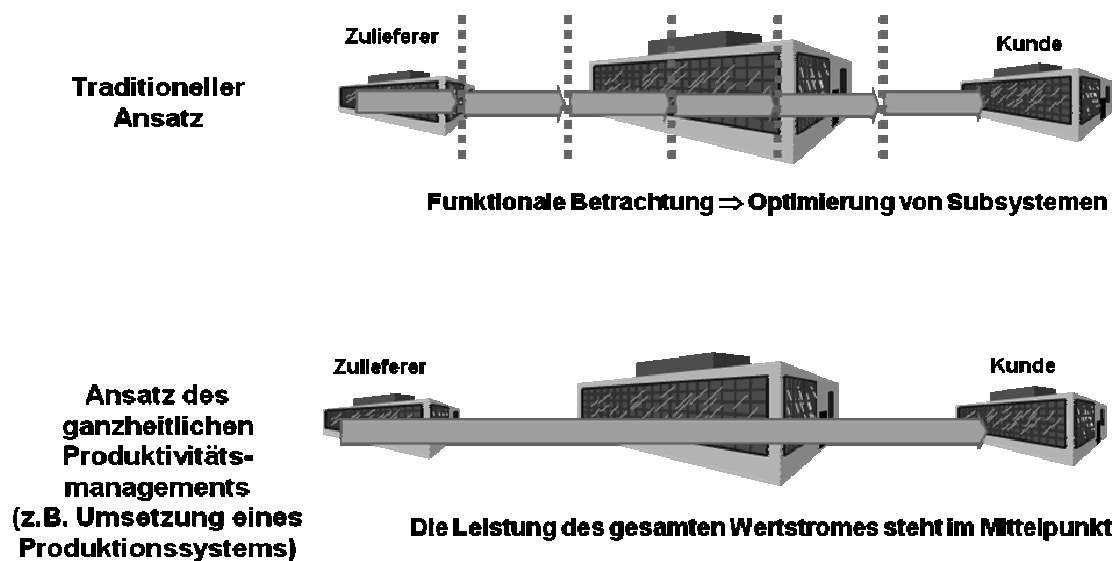
Wertstromdesign ist ein Werkzeug zur Aufnahme und Konzeption der miteinander verbundenen betrieblichen Mitarbeiter-, Material- und Informationsflüsse mit dem Ziel, eine Vision für ein schlankes Produktionssystem zu entwickeln und erforderliche Gestaltungs- und Umsetzungsmaßnahmen abzuleiten (vgl. Rother & Shook 2004). Auch Unternehmen, die nur über wenig umfassendes Methodenwissen verfügen, können mittels Wertstromdesign verschiedene Stellhebel zur Produktivitätssteigerung und Verbesserung der Arbeitsorganisation finden und die dazu passenden Verbesserungsmethoden gezielt wählen.

Der folgende Beitrag besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird das Wertstromdesign als Navigationsmittel durch den betrieblichen Wertstrom bzw. als Meta-Werkzeug zur Aufdeckung von Verschwendungen im Mitarbeiter-, Material- und Informationsfluss erläutert. Der zweite Teil beschreibt die strukturierte Vorgehensweise einer teamorientierten Wertstromanalyse, die standardisierte Visualisierung der Wertströme und die Definition des Soll-Zustands als Basis für arbeits- und betriebsorganisatorische Maßnahmenentwicklung und Umsetzungsplanung.

## 2. Wertstromdesign

Während sich Verbesserungsprozesse in der Vergangenheit auf die Optimierung von Teilprozessen unter Zuhilfenahme (teilweise willkürlich) gewählter Methoden und Tools konzentrierten, zielt das Wertstromdesign auf die ganzheitliche Betrachtung eines Produktionssystems und die konsequente Produktivitätssteigerung im gesamten Wertstrom ab (vgl. Abb. 1). Dabei wird der vollständige Wertstrom betrachtet, d.h. alle wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten, die notwendig sind, um ein Fertigprodukt vom Rohmaterial bis in die Hände des Kunden zu bringen. Die Ursachen von Verschwendungen (z. B. umständliche manuelle Tätigkeiten, überflüssige Rüst- oder Transportzeiten, ungünstige Arbeitsplatzgestaltung, Warten auf Teileverfügbarkeit u.v.a.) können aufgedeckt und mit gezielten, adäquaten Methoden der Arbeitsorganisation und des Industrial Engineerings in effizientere Produktionssys-

teme (um-)gestaltet werden.



**Abbildung 1:** Funktionale Optimierung oder ganzheitliche Wertstromanalyse

Wertstromdesign kann im Wesentlichen in drei Module gegliedert werden:

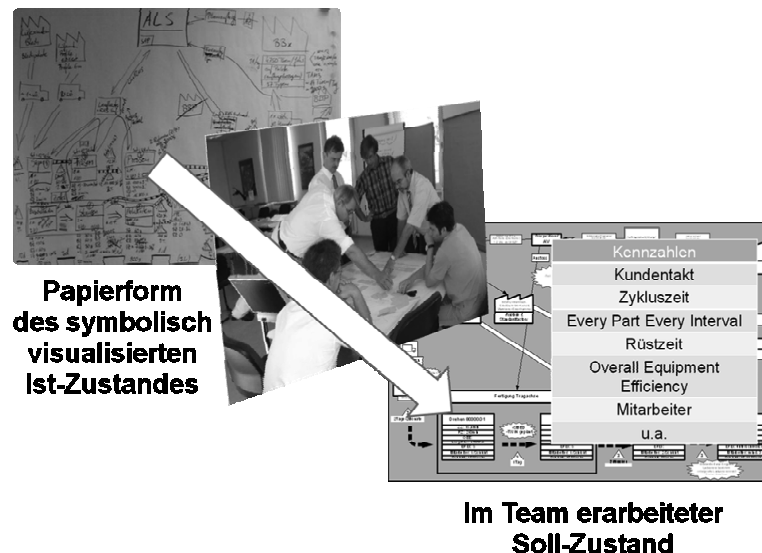
- **Ist-Analyse** (Aufnahme des Ist-Zustands; Value Stream Mapping) Erfassung und Visualisierung der Ist-Situation der Material- und Informationsflüsse unter Verwendung einer grafischen Symbolik (z.B. Rother & Shook 2004) und Beschreibung zentraler Kenndaten (z.B. Durchlaufzeit, Rüstzeit, Ausschussrate).
- **Soll-Konzept** (Entwurf des Soll-Zustands; Value Stream Design) Anhand von Grundregeln des Lean-Managements (z.B. Vermeidung von Verschwendung, Produktion nach Kundenbedarf) wird ein verbesserter kundenorientierter Wertstrom entworfen. Im Soll-Konzept wird der angestrebte Zielzustand visualisiert und bewertet.
- **Umsetzung des Soll-Zustands** (Definition des Maßnahmenplans) Im Maßnahmenplan werden die Maßnahmen erfasst, um vom Ist- zum Soll-Zustand zu gelangen. Die Umsetzung der Maßnahmen wird schrittweise realisiert, mit Kennzahlen belegt und überwacht.

Wertstromdesign ist ein Navigations- und Visualisierungswerkzeug, das dabei unterstützt, herauszufiltern an welcher Stelle im Mitarbeiter-, Material- und Informationsfluss Optimierungsansätze prioritär zweckmäßig sind und sich ein (ggf. schnellst möglicher) betrieblicher Gesamtnutzen ergibt. Dies kann die Planungszeit reduzieren, die Managementkapazitäten schonen und zum Erhalt der Veränderungsbereitschaft der Mitarbeiter beitragen (Halmosi et al. 2005). Gerade KMU, die oftmals nur über wenig umfassendes Methodenwissen verfügen, können mittels Wertstromplanung verschiedene Stellhebel zur Produktivitätssteigerung und Verbesserung der Arbeitsorganisation aufdecken und die dazu passenden Verbesserungsmethoden (z.B. Rüstzeitoptimierung, Liniengestaltung usw.) gezielt wählen.

### 3. Teamorientiertes Wertstromdesign

Kennzeichen eines teamorientierten Wertstromdesigns ist die strukturierte Vorge-

hensweise der Wertstromerfassung und –planung in einem interdisziplinären Team bestehend aus Vertretern der Produktion, Fertigungsplanung und –steuerung, Logistik/Materialwirtschaft, Einkauf, Vertrieb und Controlling (Abbildung 2). Die Teammitglieder navigieren gemeinsam durch den Wertstrom und erlangen ein einheitliches Verständnis des betrieblichen Produktionssystems. Darauf aufbauend wird eine abteilungsübergreifende Vision für einen verbesserten kunden- und mitarbeiterorientierten Material- und Informationsfluss abgeleitet.



**Abbildung 2:** Prozess des teamorientierten Wertstromdesigns

### 3.1 Anwendung und Diskussion des teamorientierten Wertstromdesigns

Die Ist-Analyse beginnt vor Ort an der Schnittstelle zum Kunden: im Versand. Der Wertstrom wird aus Kundenperspektive in Gegenrichtung des Materialflusses vom Versand bis zur Materialanlieferung im abteilungsübergreifenden Team abgelaufen und diskutiert. Hierbei werden die wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Prozessschritte aufgenommen und unmittelbar unter Verwendung einfacher graphischer Symbole dargestellt. Erkenntnisse aus umfangreicher Erfahrung in der betrieblichen Praxis durchgeführter teamorientierter Wertstromdesigns sind:

- teamorientiertes Wertstromdesign unterstützt die effiziente Unternehmenskommunikation und schafft eine einheitliche „Sprache“. Die gemeinsame Begehung löst einen „Aha-Effekt“ bei den Teilnehmern aus, weckt gegenseitiges Erkennen und Verständnis für die vorhandenen Defizite in den einzelnen Bereichen.
- als einfach erlernbares und leicht handbares Visualisierungsinstrument zur Beschreibung des Wertstroms ist es eine ausreichende Basis für die anschließende Erarbeitung des Sollkonzepts. Als symbolischer Standard ist gegenwärtig die Symbolik nach Rother & Shook 2004 am Verbreitetsten. Mitarbeiter-, Material- und Informationsflüsse werden sichtbar; es wird die menschliche Fähigkeit genutzt, Informationen mittels Bilder schnell aufzunehmen und kognitiv zu überdenken (Erlach et al. 2003).
- bei der Definition der Maßnahmen zur Umsetzung wird der Wertstrom in den Mittelpunkt und damit ein Bauplan für die Implementierung von neuen Produktionssystemen geschaffen. Anhand konkreter Zahlenwerte (siehe z.B. Kenn-



zahlen in Bild 2) lassen sich Konsequenzen von Teilentscheidungen für den gesamten Produktionsfluss aufzeigen, relevante Methoden des Lean-Managements auswählen und Prioritäten bei der Maßnahmenumsetzung festlegen.

- Wertstromdesign findet seine Herkunft in der Serienproduktion mit begrenzter Typen- und Variantenvielfalt. Typen- und variantenreiche Produktionssysteme (wie z.B. vorwiegend im mittelständischen Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland) werden von mehr als einem Wertstrom gekreuzt. Die Analyse nur eines Wertstroms ist demzufolge nicht ausreichend. In der Praxis werden daher mehrere sogenannte Variantenwertströme erfasst und ausgewertet. Variantenwertströme beruhen auf der Gruppierung der Varianten in Produktfamilien und zeichnen sich meist durch zeitliche Streuungen und Taktzeitüberschreitungen einzelner Produkte aus (Erlach 2007). Notwendigerweise erwachsen deshalb hohe Anforderungen an die Gruppierung von Produktfamilien aus Produktionssicht (Mitglieder einer Produktfamilie greifen auf die gleichen Ressourcen zu) und nicht aus Vertriebsicht.

### 3.2 Wertstrommanager

Um eine ganzheitliche Wertstromsicht zu erreichen und den traditionellen Ansatz der Optimierung von funktionalen Subsystemen zu durchbrechen, ist es notwendig einer Person die Hauptverantwortung für das Verständnis des Wertstroms und dessen Verbesserung zu übertragen. Der Wertstrommanager ist für die Durchführung von Wertstromanalysen verantwortlich, Koordinator der Maßnahmenumsetzung und für den vollständigen, abteilungsübergreifenden Fluss der Produktfamilien zuständig. Der Wertstrommanager sollte in seiner Rolle an die oberste Führungskraft im Unternehmen berichten. Damit erhält diese Person die erforderlichen Befugnisse, um Veränderung auch wirklich umsetzen zu können. Weitere Merkmale des Wertstrommanagers sind (vgl. Rother & Shook 2004):

- praxis- und ergebnisorientierte Person aus der Linie mit der Fähigkeit, Änderungen über Funktions- und Abteilungsgrenzen hinweg durchzusetzen
- leitet die Aufnahme des Ist-Zustands, die Planung des Sollzustands, die Erstellung eines Umsetzungsplans und gibt der Umsetzung höchste Priorität
- geht persönlich durch alle Bereiche, die vom Wertstrom durchlaufen werden und prüft täglich oder wöchentlich den Fluss
- überwacht die Einhaltung des Umsetzungsplans und führt regelmäßig Aktualisierungen des Soll-Zustandes durch (stetige Verfeinerung des Soll-Zustandes basierend auf den Erfahrungen der Umsetzung)

## 4. Literatur

1. Erlach, K. 2007, Wertstromdesign. Berlin, Heidelberg: Springer.
2. Erlach, K., Halmosi, H. & Löffler, B. 2003, Wertströme elektronisch erfassen und visualisieren, wt Werkstattstechnik online, 93, S. 167-171.
3. Halmosi, H., Löffler, B. & Vollmer, L. 2005, Wertstromdesign in der variantenreichen Produktion, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 100, S. 47-52.
4. Rother, M. & Shook, J. 2004, Sehen lernen. Aachen: Lean Management Institut.

# Ambient Intelligence – Arbeitsassistenzsysteme als Handlungsfeld für die Arbeitswissenschaft

Armin WINDEL

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Unter dem Begriff „Ambient Intelligence“ (Aml; auch intelligente Umgebungen) werden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten summiert, die die Lebens- und Arbeitsumgebung mit sogenannten intelligenten Funktionen erweitern wollen. Ziel ist die Vernetzung von Sensoren, Funkmodulen und Computerprozessoren, so dass Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit im Arbeits- und Privatleben durch die Technologieunterstützung gefördert werden. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten konzentrieren sich zurzeit auf die Herstellung von Hardware-Architektur, Sensortechnik und das Software-Engineering, aber auch die Gestaltung und Untersuchung der neuen Mensch-Rechner-Schnittstellen. Anhand konkreter Szenarien wie der „intelligenten Fabrik“ (smart factory), in der der Mensch mittels Kleinstcomputern und Telematik in die Prozesssteuerung und -abläufe eingebunden wird, dem „intelligenten Büro“ (smart office), in denen die Steuerungen der Facility-Techniken (z. B. Beleuchtung, Klima) an Sollwerten erfolgt, die an die circadiane Rhythmik oder physiologische Optimalparameter des Menschen angepasst sind und der „intelligenten Arbeitskleidung“ (wearable computing), die mittels Sensortechnik mögliche Gefahren erkennt, physiologische Parameter an den Nutzer zurückmeldet oder die Kommunikation erleichtern soll, verdeutlicht der Beitrag, wie Arbeitsassistenzsysteme die Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse, somit auch die Leistungserstellung und Gesundheit der Menschen, beeinflussen können bzw. werden. Ein Überblick über die wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigt, dass den Visionen und Szenarien erhebliche Wissensdefizite gegenüberstehen (z. B. in Fragen der funktionalen Sicherheit, der Einbindung des Menschen in technische Systeme mit schwer vorhersehbarem Systemverhalten oder den Folgewirkungen der Simulation von natürlichen Umgebungen auf den Menschen). Der Beitrag zeigt Handlungsfelder für die Arbeitswissenschaft und den Arbeitsschutz auf und will zur Diskussion über ein neues Themenfeld anregen.

**Schlüsselwörter:** Ambient Intelligence, Arbeitsassistenzsysteme, wearable computing, smart office, smart factory.

## 1. Einleitung

Seit der Erfindung des Computers haben sich die Informations- und Kommunikationsmittel rasant entwickelt, sowohl hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit als auch - in entgegengesetzter Richtung - in ihren Kosten. Abläufe des Arbeits- wie Privatlebens wurden hiervon massiv beeinflusst. Jüngere Entwicklungen im Bereich der I&K-Technologien lassen sich mit Begriffen wie Ambient Intelligence, Ubiquitous Compu-

ting, Pervasive Computing oder auch „Internet der Dinge“ umschreiben. Die mittlerweile große Fülle an Forschungsprogrammen und Szenarien verdeutlicht mit unterschiedlichen Graden an Realisierung und Praxisorientierung die Chancen aber auch die Risiken, die mit den neuen Technologien verbunden sein können.

Allen oben genannten Konzepten ist gemeinsam, dass Lebens- und Arbeitsumgebungen des Menschen mit intelligenten Funktionen erweitert werden. Mikrocomputer werden in Arbeitsmittel und Alltagsgegenstände integriert, um den Menschen unsichtbar und unaufdringlich bei seinen Tätigkeiten zu unterstützen. Möglich ist dies durch die Miniaturisierung von Computer- und Speichertechnologie sowie die Fähigkeit, dass Gegenstände miteinander „kommunizieren“ können. Die technischen Grundlagen hierfür bilden Prozessoren, Speicherbausteine und Sensoren, die sich durch ihre fortschreitende Miniaturisierung, ihren sinkenden Energiebedarf, ihre wachsende Speicherkapazität, flexiblere und neue Materialeigenschaften, ihre stärkere Vernetzung der Systemkomponenten sowie ihren sinkenden Preis auszeichnen. Aktuell besitzen sog. Smart Cards und RFID-Tags (Radio Frequency Identity-Chip und –Antenne) die größte Verbreitung.

Die Vision von Forschungsszenarien geht dahin, RFID-Chips und die Dinge, an denen sie befestigt sind, als autonome Objekte zu entwickeln, die mittels Internet selbstständig kommunizieren und Systeme steuern, in denen sie sich bewegen. „Selbstständig“ bedeutet hier, dass der Mensch keine aktive kleinschrittige Steuerung der Objekte vornehmen muss und dass die Interaktion zwischen Dingen weitgehend unbemerkt vollzogen wird. Bis auf wenige, bereits in der Praxis etablierte Verfahren (z.B. in der Logistik), sind diese weitreichenden Szenarien allerdings als Visionen zu bezeichnen, die jedoch in naher Zukunft zur Realität werden könnten. Der Zeitpunkt ist daher günstig, um Wissensdefizite in den Auswirkungen auf den Menschen, wie beispielsweise hinsichtlich der funktionalen Sicherheit, der Einbindung des Menschen in die technischen Systeme mit schwer vorhersehbarem Systemverhalten sowie die Folgewirkungen der Simulation von natürlichen Umgebungen auf den Menschen genauer zu betrachten.

Neben der Fortentwicklung der technologischen Grundlagen, insbesondere der Vernetzung und Standardisierung der Kommunikation zwischen den Gegenständen, sowie der Abwägung und Klärung ethischer und datenschutzrechtlicher Fragen bei der Speicherung und Weitergabe von Daten eröffnen sich damit insbesondere für die Arbeitswissenschaft aktuelle Handlungsfelder in der Forschung und Entwicklung. Speziell im Arbeitsschutz und in der Arbeitsmedizin müssen die Folgen des Einsatzes dieser neuen Technologien abgeschätzt (Chancen und Risiken) und das Potenzial für die jeweiligen Belange identifiziert werden.

Anhand von beispielhaften Szenarien, die den Arbeitsschutz und die Arbeitsmedizin betreffen könnten, will der Beitrag eine Diskussion über dieses neue Themenfeld anregen und gleichzeitig konkrete Handlungsfelder für die Arbeitswissenschaft und den Arbeitsschutz zusammentragen.

## 2. Szenarien

Assistenzsysteme sind in Fahrzeugen längst keine Seltenheit mehr, da im Jahr 2007 bereits 50% aller Fahrzeuge mit mindestens einer Telematikanwendung (z.B. einfaches Navigationsgerät) ausgerüstet waren [VDI-Nachrichten, 24.10.2008], Prognosen gehen dahin, dass 2013 nahezu alle Fahrzeuge damit ausgerüstet sein werden. Wie im Bereich dieser (vorwiegend) privaten Anwendung können und werden

Arbeitsassistenzsysteme die Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse nachhaltig beeinflussen, wie die folgenden Szenarien zeigen.

### *2.1 Die intelligente Fabrik - smart factory*

Bereits seit Jahren sind „intelligente“ Technologien in der Logistik im Einsatz und garantieren Verbesserungen im Warenfluss und in der Qualitätskontrolle weltweit vertriebener Güter. Ambient Intelligence bindet den Menschen direkt in die Prozesssteuerung und –abläufe ein. In der Logistik, der Fertigung, Wartung, Instandhaltung sowie im Handel entwickelt sich RFID zu einer Schlüsseltechnologie, die den Warenfluss und die Abläufe schneller, transparenter und damit effizienter sowie sicherer gestaltet. Vor allem im Hinblick auf den Arbeitsschutz ist die Verlagerung von belastenden Tätigkeiten auf Maschinen, die höhere Zuverlässigkeit und Qualität eines Prozesses sowie die flexiblere Arbeitsablaufgestaltung vorteilhaft. Jedoch sind auch Nachteile von Ambient Intelligence in der Smart Factory zu erwarten: So könnte z.B. ein Qualifikationsverlust bei einfachen Tätigkeiten entstehen und Störfälle könnten sich durch die erhöhte technische Abhängigkeit gravierender auswirken.

### *2.2 Das intelligente Büro – smart office*

Facility-Management von Bürogebäuden wird heute nahezu ausschließlich über zeitgesteuerte Gebäudetechnik realisiert. Dies lässt sich mittelfristig aber auch mit Hilfe von Ambient Intelligence verwirklichen, indem RFID-Chips Facility-Techniken (z.B. Raumtemperatur, Helligkeit) und Büro-IT anhand von Sollwerten steuern. Somit wäre es möglich, dass sich Umgebungsparameter und Arbeitsmittel an die circadiane Rhythmik oder die physiologischen Optimalparameter des Menschen anpassen lassen. Neben der Berücksichtigung individueller Bedürfnisse des Menschen an seinem Arbeitsplatz würden sich die ökonomischere Nutzung von Energie sowie die Leistungssteigerung durch eine Optimierung von diversen Schnittstellen positiv auswirken. Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht wären demgegenüber eine mögliche manipulative Einflussnahme auf die Arbeitsleistung der Beschäftigten (z.B. durch Erhöhung des Blaulichtanteils in der Beleuchtung) sowie die Ausnutzung der höheren Transparenz des Mitarbeiterverhaltens kritisch zu bewerten.

### *2.3 Die intelligente Arbeitskleidung – wearable computing*

Sowohl bei belastenden Tätigkeiten (z.B. in der Kfz-Montage), bei gefährlichen Arbeitsumgebungen als auch in der medizinischen Überwachung und Pflege könnten „intelligente“ Arbeitsbekleidungen einen großen Beitrag zur Arbeitssicherheit für den Benutzer leisten. Durch die Ausstattung mit Sensoren können Daten gesammelt und übermittelt werden, die z.B. über den Gesundheitszustand und die eingenommene Körperhaltung Auskunft geben könnten. Die Vermeidung von Belastungen, die Erleichterung der Kommunikation sowie das Training von gesundheitsbewusstem Verhalten und die Warnung vor Gefahren im Bereich der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) wären durch sog. Wearables denkbar. Eine Möglichkeit der „intelligenten“ Schutzkleidung für die Rettungskräfte von Feuerwehr und Katastrophenschutz wird bereits durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in einem Verbundprojekt (SAFE) entwickelt. Hierbei geht es um die Erfassung von Vitalparametern und Arbeitsumgebungsfaktoren sowie um die Bestimmung der Gebrauchstauglichkeit der Schutzkleidung, um für die Nutzer einen hohen Standard an

Sicherheit und Gesundheitsschutz bereitzustellen.

### **3. Diskussion**

An diesen drei beispielhaften Szenarien mit unterschiedlichen Konkretisierungsgraden lässt sich das Potenzial der neuen Technologien aus dem Bereich von AML abschätzen. So könnte ein verantwortungsvoller Umgang mit dieser Technologie durch ihre vielfältigen und individuellen Nutzungsmöglichkeiten dazu beitragen, das Wohlbefinden, die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit im Arbeits- und Privatleben zu steigern. Allerdings sind neben den zum Teil ungeklärten Auswirkungen auf den Menschen bislang weder die technologischen noch die ethischen Standards für die Nutzung der neuen Technologien in ausreichendem Umfang festgelegt, um z.B. eine Überwachung und Sanktionierung unerwünschter Verhaltensweisen zu verhindern.

Zusammenfassend wird deutlich, dass sich Ambient Intelligence nicht nur aus Technologiesicht, sondern auch für die Arbeitswissenschaften und den Arbeitsschutz als neuartiges, im Hinblick auf Chancen und Risiken genauer zu analysierendes Forschungsgebiet darstellt. Zur Diskussion über den Umfang und die Tragweite der erforderlichen Aktivitäten will der Beitrag anregen.

### **4. Literatur**

1. BAuA & BMBF: Forschungsprojekt F2202 (SAFE), voraussichtliches Projektende: Frühjahr 2011
2. Ermert, M.: Das Internet der Dinge, VDI-Nachrichten, 43, 3, 24.10.2008
3. Europäische Kommission: IKT – Informations- und Kommunikationstechnologien, Arbeitsprogramm 2007-08
4. <http://www.eit.uni-kl.de/Aml/>

# **Arbeitsorganisation, Arbeitsgestaltung und Altern**





# Planung von Arbeitssystemen unter Berücksichtigung der Leistungsentwicklung einer alternden Belegschaft

Gert ZÜLCH und Martin WALDHERR

*Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab),  
Universität Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, D-76131 Karlsruhe*

**Kurzfassung:** Entgegen dem Trend in den 1990er-Jahren sind in heutigen Arbeitssystemen wieder verstärkt arbeitsteilige Gestaltungslösungen mit kurzzyklischen Verrichtungen zu finden. Dies lässt sich beispielsweise in getakteten Montagelinien beobachten. Arbeitssysteme mit kurzen Taktzeiten führen allerdings zu Anforderungsprofilen, denen in der Regel jüngere Mitarbeiter besser entsprechen können als ältere. Dies macht es unter dem Gesichtspunkt des Erhalts der Beschäftigungsfähigkeit einer alternden Belegschaft notwendig, den Entwicklungsverlauf der Fähigkeiten der Mitarbeiter bereits bei der Planung von Arbeitssystemen zu berücksichtigen. Hierzu ist es jedoch notwendig, Arbeitssysteme nicht nur auf eine kurz- bis mittelfristige Nutzungsperiode auszulegen. Für eine so genannte alternsrobuste Auslegung ist es vielmehr erforderlich, die langfristige Fähigkeitsentwicklung der Mitarbeiter in die Planung einzubeziehen. Die Ansätze für ein derartiges Planungsverfahren werden nachfolgend am Beispiel einer getakteten Montagelinie aufgezeigt.

**Schlüsselwörter:** Altersdifferenzierte Arbeitssysteme, Alternsrobustheit, Montageplanung, Simulation.

## 1. Einleitung

Bisher entließen viele Fertigungsbetriebe ältere Mitarbeiter in den Vorruhestand, um den Personalbestand gezielt durch Jüngere zu ersetzen. Dies wird durch geänderte sozialrechtliche Rahmenbedingungen zukünftig nicht mehr in gleicher Weise möglich sein, sodass sich die Auswirkungen der demographischen Entwicklung in vielen Betrieben zunehmend bemerkbar machen werden. Ältere Mitarbeiter werden wieder vermehrt im Arbeitsprozess tätig werden, woraus sich die Frage ergibt, inwieweit sich die altersbedingte Veränderung von Fähigkeiten der Mitarbeiter auf die Leistung eines Arbeitssystems auswirken wird. Für jedes Arbeitssystem ist somit zu klären, inwiefern sich die absehbaren individuellen Fähigkeitsveränderungen durch die gezielte Planung eines alternsrobusten Arbeitssystems auffangen lassen, und zwar bei gleich bleibender Produktivität. Planungsverfahren, die einen altersadäquaten Einsatz von Mitarbeitern über die Nutzungsdauer eines Arbeitssystems hinweg berücksichtigen, sind bislang nicht zu finden. Auswirkungen der veränderten Fähigkeiten einer alternden Belegschaft auf die Leistung von Arbeitssystemen werden erst in wenigen Forschungsansätzen diskutiert. Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1184 verfolgt das Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab) der Universität Karlsruhe (TH) hierzu einen simulationsbasierten Planungsansatz, der Gegenstand dieses Beitrages ist.

## 2. Methode

Im Hinblick auf die Schaffung alternsrobuster Arbeitssysteme wird ein kombiniertes Planungs- und Simulationsverfahren entwickelt, das organisatorische und ergonomische Aspekte berücksichtigt, um die absehbare längerfristige Fähigkeitsentwicklung der Mitarbeiter bereits während der Planungsphase zu berücksichtigen. Dies stellt neben den bekannten Maßnahmen der ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung, Gesundheitsförderung und Personalführung ein weiteres präventives Werkzeug dar, um negative Auswirkungen der alternsbedingten Fähigkeitsveränderungen von Mitarbeitern zu erkennen und diesen vorzubeugen. Mit Hilfe von Planungsszenarien lassen sich dabei technische, organisatorische und personelle Veränderungen in ihren Auswirkungen prognostizieren. Hierzu werden bekannte Verfahren der Kapazitätsberechnung und Leistungsabstimmung von Arbeitssystemen mit der Zielsetzung modifiziert, die physischen Belastungen für den einzelnen Mitarbeiter zu senken. Die Auswirkungen der Veränderungen während der Nutzungsphase des Arbeitssystems werden dann mit Hilfe der personalorientierten Simulation quantitativ bewertet.

### 2.1 Lebensalterbezogene Fähigkeitsprognose

Im Alterungsprozess ist eine Veränderung der menschlichen Fähigkeiten zu verzeichnen, die individuell unterschiedlich zu Fähigkeitseinbußen führen können, was allerdings teilweise durch Erfahrungszuwachs und Motivation kompensiert werden kann (vgl. auch Zülch & Becker 2006). Eine Betrachtung des Fähigkeitswandels von Beschäftigten und dadurch bedingten Leistungsveränderungen von Arbeitssystemen ist in verschiedenen Quellen zu finden (Miles 1942; Goedhard 1992; Skirbekk 2004). Baines et al. (2004) betrachten erstmalig die Auswirkungen einer alternden Belegschaft in einem Montagesystem unter der Annahme einer veränderten menschlichen Fähigkeit über mehrere Jahre hinweg.

Für die Leistungsentwicklung einzelner Mitarbeiter wird nachfolgend modellhaft angenommen, dass sich der Zeitgrad als objektiv messbares Kriterium von personell durchgeführten Arbeitsvorgängen alternsbedingt verändert. Der Zeitgrad ist nach REFA (1992, S. 440) das Verhältnis von vorgegebener Soll-Zeit zur erzielten Ist-Zeit in einer zu definierenden Betrachtungsperiode, und zwar bei der hier betrachteten Fragestellung in Bezug auf den Menschen. Für die Soll-Zeit kann z.B. die Vorgabezeit nach REFA (1992, S. 125) als Grundlage gelten, wofür das Arbeitsverfahren, die Arbeitsmethode und die Arbeitsbedingungen bestimmend sind. Die letztgenannten Einflüsse lassen sich im Rahmen von technisch-organisatorischen Szenarien variieren und in ihren Auswirkungen mit Hilfe geeigneter Simulationsverfahren bewerten. Bezüglich der alternsbedingten Veränderung des Zeitgrades lassen sich verschiedene Ansätze aufzeigen, beispielsweise die Schätzung durch Experten oder durch einen bei Baines et al. (2004, S. 519 f.) angegebenen Zusammenhang mit dem Lebensalter. Diese Ansätze wurden bereits in früheren Beiträgen aufgezeigt (Zülch & Becker 2007, 2008).

### 2.2 Alternsrobuste Planung von Montagesystemen

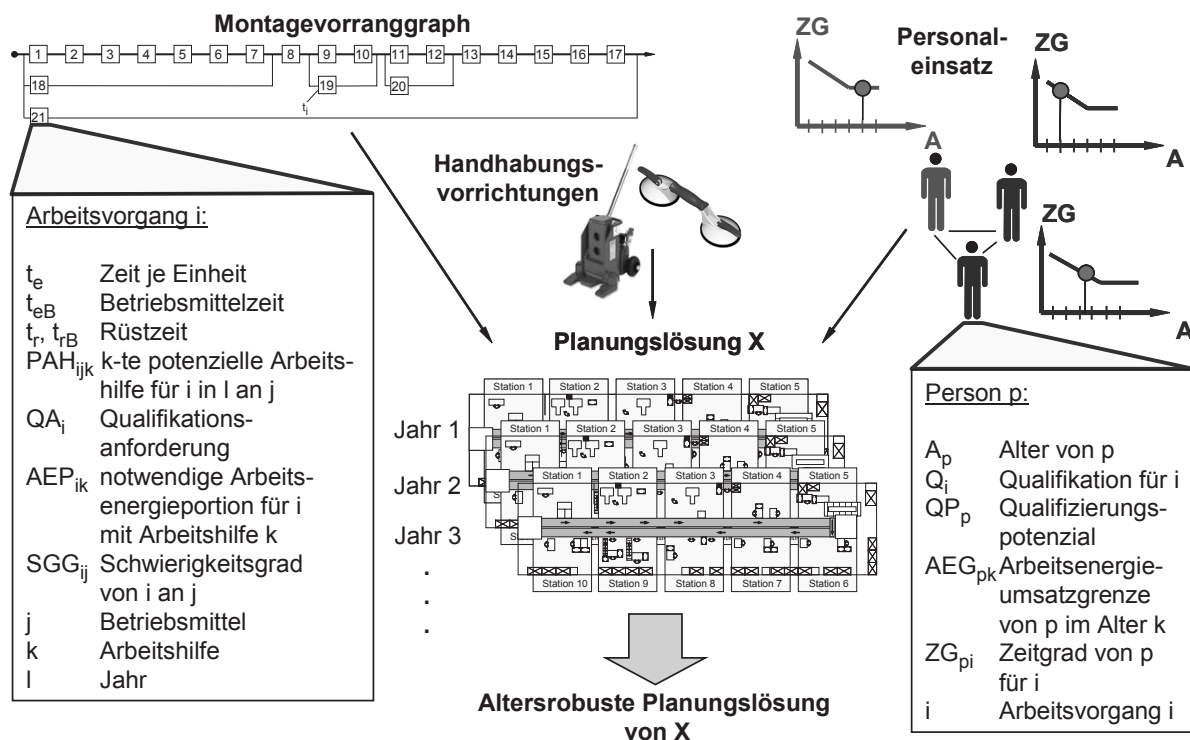
Simulationsunterstützte Planungsverfahren für die Leistungsabstimmung von Montagesystemen sind in der Praxis reichhaltig vorhanden (vgl. hierzu Schad 1986, S. 25; Müller 2002, S. 107 ff.). Jedoch zeigt sich bei bestehenden Planungsmethoden eine Dominanz systemtechnischer Ansätze, bei denen zeitliche Veränderungen kei-

ne Berücksichtigung finden (Willnecker 2000, S. 26 ff.). Eine speziell altersrobuste Leistungsabstimmung eines Montagesystems anhand der Annahme von individuellen sowie intra-individuellen Fähigkeitsveränderungen der Mitarbeiter über mehrere Jahre hinweg wird bei keinem der vorangehenden Verfahren betrachtet.

Auf der Ebene der physischen Belastungen ist nach dem Schätzverfahren von Spitzer et al. (1982) für jedes Tätigkeitselement ein Arbeitsenergieumsatz ermittelbar, der eine Aussage über die energetische Belastung darstellt. Außerdem wurden altersabhängige Richtwerte für einen maximalen Arbeitsenergieumsatz ermittelt (vgl. z.B. Landau et al. 1997, S. 107). Ebenso ist bekannt, dass sich kurze Taktzeiten in einem Montagesystem negativ auf die Leistungsfähigkeit älterer Mitarbeiter auswirken.

Durch Erweiterung von Verfahren der Leistungsabstimmung von Montagesystemen (z.B. Rangwertverfahren) um den Aspekt des Arbeitsenergieumsatzes lässt sich im Prinzip eine Ausgangslösung für die Leistungsabstimmung eines Montagesystems entwickeln. Diese Ausgangslösung berücksichtigt jedoch noch nicht die individuelle Fähigkeitsentwicklung des einzusetzenden Personals.

Im Sinne der Planung eines altersrobusten Arbeitssystems reicht es aber auch nicht aus, lediglich die Situation in den ersten Jahren des geplanten Montagesystems zu betrachten. Vielmehr ist eine Planungslösung erst dann als altersrobust zu bezeichnen, wenn sich die Prognose der Leistungsentwicklung während einer längeren Nutzungsperiode des Montagesystems, also über mehrere Jahre hinweg, erstreckt (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Vorgehensweise bei der altersrobusten Planung eines Montagesystems

Dabei ist die geforderte Leistung des Montagesystems als gegeben anzusehen und auf ihre Erreichbarkeit über den gesamten Planungszeitraum hinweg zu prüfen. Somit wird eine Planungslösung verworfen oder modifiziert, wenn sie diese Forderung nicht erfüllt. Modifiziert werden kann eine Planungslösung hinsichtlich Personalzuordnung, Zuordnung von Arbeitsvorgängen zu Arbeitsstationen und Einsatzmög-

lichkeiten von zusätzlichen Handhabungshilfen. Jeder einzelne Arbeitsvorgang kann durch eine Abschätzung der physischen Arbeitsschwere bewertet werden.

### 3. Ergebnisse

Durch die Kopplung des Planungsverfahrens zur Leistungsabstimmung mit dem Simulationsverfahren ESPE-AS (vgl. Zülch & Becker 2006) lässt sich die erreichbare Leistung des Montagesystems prognostizieren und der geforderten Leistung unter Berücksichtigung der Fähigkeitsentwicklung der einzusetzenden Mitarbeiter gegenüberstellen. Auf diese Weise kann eine Vielzahl von Planungslösungen generiert und die Leistungsfähigkeit durch Einsatz verbessernder technischer, organisatorischer und personeller Maßnahmen bewertet werden. Insbesondere kann auf diese Weise überprüft werden, ob und wann sich eine Unterschreitung der geforderten Leistung eines Arbeitssystems mit der gegebenen gestalterischen Planungslösung selbst durch die gezielte Anwendung präventiver Maßnahmen nicht mehr vermeiden lässt. Somit kann eine Planungslösung frühzeitig geändert und den Bedürfnissen einer alternden Belegschaft angepasst werden. Es ist denkbar, dass die Koppelung des Planungs- und Simulationsverfahrens mit ergonomischen Planungswerkzeugen hierbei weitere Forschungserkenntnisse liefern wird.

### 4. Literatur

1. Baines, T., Mason, S., Siebers, P.-O. & Ladbrook, J. 2004, Humans: the missing link in manufacturing simulation?, *Simulation Modelling Practice and Theory*, 12, 515-526.
2. Goedhard, W. 1992, Prevention of age-related diseases: The role of occupational health. In: W. Goedhard (Hrsg.), *Aging and Work*. Den Haag: Pasmans, 49-61.
3. Landau, K., Luczak, H. & Laurig, W. 1997, *Software-Werkzeuge zur ergonomische Arbeitsgestaltung*. Bad Urach: Institut für Arbeitsorganisation.
4. Miles, W.R. 1942, Performance in relation to age, *Public Health Report Washington*, 168, 34-42.
5. Müller, R. 2002, *Planung hybrider Montagesysteme auf Basis mehrschichtiger Vorranggraphen*. Aachen: Shaker Verlag.
6. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation (Hrsg.) 1992, *Datenermittlung*. München: Carl Hanser Verlag.
7. Schad, G. 1986, *Entwicklung und Einsatz eines interaktiven Verfahrens zur Leistungsabstimmung von Montagesystemen*. Berlin: Springer-Verlag.
8. Skirbekk, V. 2004, Age and Individual Productivity: A Literature Survey. In: G. Feichinger (Hrsg.), 2004, *Vienna Yearbook of Population Research*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 133-153.
9. Spitzer, H., Hettinger, T. & Kaminsky, G. 1982, *Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit*. Berlin: Beuth Verlag.
10. Willnecker, U. 2001, *Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen*. München: Herbert Utz Verlag.
11. Zülch, G.; Becker, M. 2006, Simulationsunterstützte Prognose der Leistungsfähigkeit von Fertigungssystemen bei alternder Belegschaft. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 60, S. 151-159.
12. Zülch, G. & Becker, M. 2007, Simulationsmodell zur Betrachtung altersbedingter Veränderungen der Personalstruktur in Fertigungssystemen. In: *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen*. Dortmund: GfA Press, 805-808.
13. Zülch, G. & Becker, M. 2008 Nachhaltigkeit bei der Planung von Fertigungssystemen: Simulation unter dem Aspekt der Leistungsentwicklung einer Belegschaft. In: M. Rabe (Hrsg.), *Advances in Simulation for Production and Logistics Applications*. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 377-386.

# Änderungen der menschlichen Leistungsfaktoren im Alter – Entwicklung eines interdisziplinären Altersmodells

Mathias KEIL, Birgit SPANNER-ULMER und Christian SCHERF

*Professur Arbeitswissenschaft, TU Chemnitz,  
Erfenschlager Straße 73, D-09125 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Das „Chemnitzer Altersmodell“ verfolgt als interdisziplinärer Forschungsansatz den Anspruch, erstmalig alle sich im Alter ändernden Leistungsfaktoren durch die Aufbereitung bereits vorliegender wissenschaftlicher Studien zu erfassen. In Zeiten der Bewältigung demographischer Herausforderungen schafft das Modell die notwendige Basis für eine altersngerechte Entwicklung und Gestaltung von Produkten und Prozessen.

**Schlüsselwörter:** Chemnitzer Altersmodell, Fähigkeitskategorie, Fähigkeitsklasse, Leistungsfaktoren.

## 1. Motivation

Das Kernproblem des demographischen Wandels für Unternehmen liegt in der Veränderung der Altersgruppe der erwerbsfähigen Personen, die sich ab dem Jahre 2010 einstellen wird. Die Altersgruppe der 35- bis 49-Jährigen wird von der Altersgruppe der 50- bis 64-Jährigen als zahlenmäßig stärkste Personengruppe abgelöst (Richter et al. 1996). Diese als Kohortenwechsel bezeichnete Entwicklung führt neben der schrittweisen Erhöhung des Renteneintrittsalters und dem Wegfall staatlich subventionierter Altersteilzeitregelungen dazu, dass sich Unternehmen mit einem steigenden Durchschnittsalter ihrer Belegschaftsmittglieder auseinandersetzen müssen. Eine Reihe arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen belegen eine deutliche und stetige Erhöhung ärztlich dokumentierter Gesundheitsstörungen bei arbeitsfähigen Beschäftigten beginnend ab dem 45. Lebensjahr (Enderlein et al. 1998). Statistiken über den altersabhängigen Anstieg des Krankenstandes stützen dies (Vetter 2003; Statistisches Bundesamt 2006). Wissenschaftlich belegbar ist, dass nicht nur durch pathologische Effekte eine Veränderung der Leistungsfaktoren mit zunehmendem Lebensalter einhergeht. Dies ist jedoch oft ursächlich für eine Leistungswandlung des Mitarbeiters. Auch der „gesund alternde Mensch“ ist, beginnend ab dem 30. Lebensjahr, vielfältigen Alterungsprozessen ausgesetzt, die zu einer Veränderung der Leistungsfähigkeit führen (Ziglinicki & Nikolaus 2007). Im Hinblick auf den Erhalt der Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit werden Unternehmen immer mehr dazu angehalten, Maßnahmen zu initiieren, welche die Aufrechterhaltung der Erwerbs- und Arbeitsfähigkeit vor dem Hintergrund der sich im Alter verändernden gesundheitlichen Bedingungen bis 67 Jahre gewährleisten können. Für eine effiziente und altersngerechte Gestaltung von Prozessen und Produkten ist die Kenntnis über Art und Umfang der sich im Alter ändernden Leistungsfaktoren, insbesondere der normalen Leistungsänderungen, unabdingbar. Bestehenden Entwicklungsmodellen des Alterns, wie dem Defizit- und Kompetenzmodell (z.B. Olbrich 1987), gelingt es nicht, ein umfassendes und zufrieden stellendes Bild des Alterns darzustellen, das den Anforderungen und Bedürfnissen der Unternehmen für die Bewältigung der Problematik des demographischen Wandels gerecht wird (Keil & Spanner-Ulmer 2008).



## 2. „Chemnitzer Altersmodell“ als interdisziplinärer Forschungsansatz

### 2.1 Charakterisierung des Alterungsprozesses

Die Herausforderung für die Generierung eines ganzheitlichen Altersmodells des Menschen liegt in der Komplexität und Interdisziplinarität der Altersproblematik. Der Prozess des Alterns kann nach Ziglinicki & Nikolaus (2007) wie folgt charakterisiert werden:

Altern ist ein normal physiologischer Entwicklungsprozess, der in jedem Menschen abläuft und damit universell ist. Er wird hervorgerufen durch morphologische und funktionelle Veränderungen fast aller Organe und Organsysteme des Menschen.

Die mit dem Alter einhergehenden Leistungsveränderungen sind intraindividuell variabel, d. h. die verschiedenen Funktionseinschränkungen z.B. Sehen, Kraft, unterliegen einer spezifischen zeitlichen Verteilung entlang des Lebensalters.

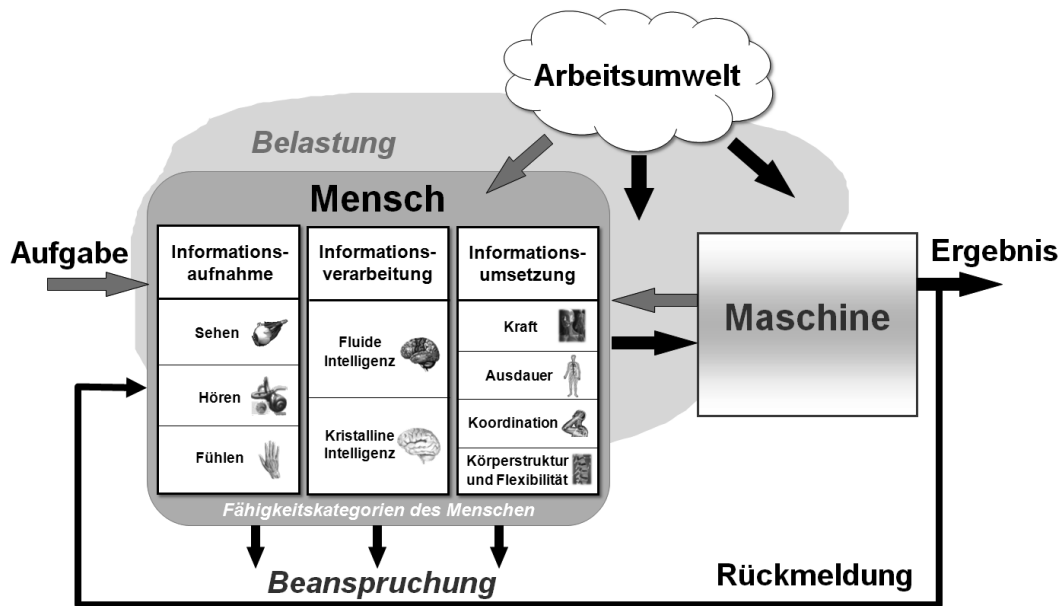
Die Wahrscheinlichkeit an verschiedenen, in (chronischen) Krankheiten manifestierenden Funktionseinbußen zu erkranken (Multimorbidität) nimmt entlang des Lebensalters konsequent zu.

Die Streubreite der Funktionseinschränkungen im Alter ist aufgrund unterschiedlicher genetischer Dispositionen und Umweltbedingungen interindividuell verschieden, d.h. kein Mensch altert gleich wie ein anderer. Durch körperliches und geistiges Training sowie ausgewogene Ernährung können altersabhängige Veränderungen der Leistungsfähigkeit des Menschen in gewissen Grenzen positiv beeinflusst werden.

Die aufgezeigten Charakteristika des Alterns gilt es bei der Generierung eines ganzheitlichen Altersmodells zu berücksichtigen.

### 2.2 Aufbau und Inhalt des „Chemnitzer Altersmodells“

Um dem Anspruch gerecht zu werden die Gesamtheit der Leistungsveränderungen im Alter erklär- und nachvollziehbar zu machen, müssen die sich im Alter verändernden Leistungsfaktoren des Menschen identifiziert und hinsichtlich ihres Altersverlaufes transparent dargelegt werden. Hierzu ist ein Forschungsansatz zu entwickeln, welcher die Identifikation der altersabhängigen Leistungsfaktoren im Sinne einer interdisziplinären Bestandsanalyse aus den bereits vorliegenden Forschungsergebnissen der Medizin, Sportwissenschaft, Gerontologie, Arbeitswissenschaft, Psychologie sowie der Soziologie hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit überprüft und zu einem ganzheitlichen Altersmodell zusammenführt. In Anlehnung an das Strukturschema menschlicher Arbeit nach Schmidtke (1993) sowie der Grobstruktur des Systemelements Mensch nach Bubb (1993) wurden die altersabhängigen Leistungsfaktoren in das Belastungs-Beanspruchungskonzept eingeordnet werden (Abbildung 1). Altersrelevante Einflussgrößen finden sich in allen Faktoren des Strukturschemas menschlicher Arbeit. Die altersabhängigen körperlichen und geistigen Leistungsmerkmale des Menschen können anhand von neun Fähigkeitskategorien des Menschen strukturiert werden. Eine Fähigkeitskategorie umfasst dabei alle altersabhängigen Faktoren der Leistungsfähigkeit, welche die konkrete Fähigkeit im Altersverlauf positiv oder negativ beeinflussen.

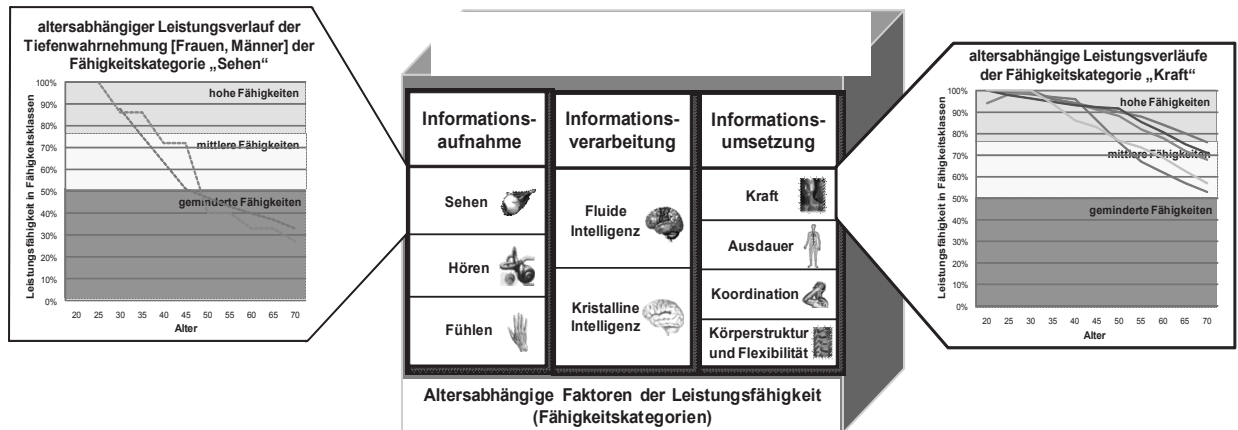


**Abbildung 1:** Strukturschema menschlicher Arbeit mit altersabhängigen Fähigkeitskategorien menschlicher Leistungsfähigkeit (ergänzt nach Bubb 1993)

Für die Fähigkeitskategorie des Sehens sind dies z.B. die Akkommodationsfähigkeit, Sehschärfe, Tiefenwahrnehmung usw. Die vorgenommene Gliederung des Subsystems Mensch in Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung sowie die Modularisierung in Fähigkeitskategorien ermöglichen es zudem, die für eine Arbeitsaufgabe notwendigen altersabhängigen Fähigkeiten isoliert voneinander zu betrachten und letztlich auch zu bewerten.

Für die Untersuchung der sich im Alter verändernden Leistungsfaktoren wurde die Trennung in normales und pathologisches Altern zugrundegelegt (z.B. Lang & Arnold 1991). Ziel des „Chemnitzer Altersmodells“ ist es mit der Auswertung wissenschaftlich fundierter Studien des normalen Alterns jene körperlichen und geistigen Veränderungen, die im Sinne typischer Entwicklungsverläufe bei „gesund alternden“ männlichen und weiblichen Personen zwischen 20 und 70 Jahren auftreten, zu erfassen (Abbildung 2). Die ermittelten Leistungsdaten des normalen Alterns werden durch pathologische Daten, d.h. auftretende (chronische) Krankheiten, welche die Leistungsfähigkeit herabsetzen, jedoch nicht zwangsläufig im Alter auftreten müssen, ergänzt. Zudem werden für jede Fähigkeitskategorie arbeitsgestalterische Möglichkeiten der Leistungsbeeinflussung sowie der Trainierbarkeit erfasst. Durch die Trennung in normales und pathologisches Altern wird den interindividuellen Unterschieden im Altern, zumindest in gewissen Grenzen, Rechnung getragen. Die Qualität der heranzuziehenden Studien wird über definierte Prüfkriterien sichergestellt. Die herangezogenen Studien und deren Ergebnisse werden in einer an der Professur Arbeitswissenschaft entwickelten „Altersdatenbank“ strukturiert abgelegt.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die Alterungsprozesse der einzelnen Leistungsfaktoren sehr unterschiedlich ablaufen, d.h. die verschiedenen Leistungsfaktoren altern in ihren Leistungsverläufen intraindividuell unterschiedlich in Umfang und Schnelligkeit. Durch die Festlegung von Leistungsgrenzen für hohe, mittlere und geminderte Fähigkeiten können an den Schnittstellen der Leistungskurven mit den Grenzbereichen für jede Fähigkeitskategorie so genannte „Fähigkeitsklassen“ gebildet werden (Abbildung 2). Mit Hilfe der „Fähigkeitsklassen“ können Aussagen getroffen werden, ab welchem Alter der „gesund alternde“ Mensch über hohe, mittlere oder geminderte Fähigkeiten in der betrachteten Fähigkeitskategorie verfügt.



**Abbildung 2:** „Chemnitzer Altersmodell“ des Menschen

### 3. Ergebnisse und Ausblick

Das „Chemnitzer Altersmodell“ stellt mit dem Anspruch der Erfassung quantitativer und qualitativer Altersdaten die notwendige Basis für eine altersngerechte Entwicklung, Gestaltung und Anpassung von Produkten und Prozessen dar. Die aus dem „Chemnitzer Altersmodell“ resultierenden Erkenntnisse sind bereits in die Entwicklung eines modularen Altersanzugs (M A X) geflossen, der eine Simulation des Alters wissenschaftlich fundiert für die verschiedensten Anwender erlebbar macht (Scherf & Spanner-Ulmer 2008). Eine aktuelle Forschungsstudie untersucht gegenwärtig die Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Anforderungen für neue Technologien.

### 4. Literatur

1. Bubb, H. 1993, Informationswandel durch das System. In: H. Schmidtke (Hrsg.), Ergonomie, 3., neubearbeitete und erweiterte Auflage. München: Hanser, 333-390.
2. Enderlein, G., Breckow, J., Bräunlich, A., Fuchsel, H., Heuchert, G., Stark, H., Wetzel, A.-M. & Wulke, P. 1998, Daten aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zur Gesundheitslage von Erwerbstätigen in Deutschland-West und -Ost. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
3. Keil, M. & Spanner-Ulmer, B. 2008, Das Chemnitzer Altersmodell – ein interdisziplinärer Forschungsansatz zur Charakterisierung alterskritischer Leistungsfaktoren. In: Tagungsband „Wandlungsfähige Produktionssysteme, TBI'08, Wiss. Schriftenreihe IBF, Sonderheft 14, 151-160.
4. Lang, E. & Arnold, K. 1991, Altern und Leistung: Medizinische, psychologische und soziale Aspekte. Stuttgart: Enke.
5. Olbrich, E. 1987, Kompetenz im Alter, Zeitschrift für Gerontologie, 20, 319-330.
6. Richter, P., Schmidt-Lehm, S. & Krenkel, C. 1996, Altern, Berufsbiographie und Arbeitsinhalt: Ergebnisse einer 15jährigen Längsschnittstudie. In: W. Hacker (Hrsg.), Erwerbsarbeit der Zukunft – auch für „Ältere“?. Zürich: vdf Hochschulverlag, 161-174.
7. Scherf, C. & Spanner-Ulmer, B. 2008, Alterssimulation mit M A X. In: Tagungsband „Wandlungsfähige Produktionssysteme, TBI'08, Wiss. Schriftenreihe IBF, Sonderheft 14, 161-168.
8. Statistisches Bundesamt 2006, Leben in Deutschland. Haushalte, Familien und Gesundheit – Ergebnisse des Mikrozensus 2005. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
9. Vetter, C. 2003, Einfluss der Altersstruktur auf die krankheitsbedingten Fehlzeiten. In: B. Badura, H. Schellschmidt, C. Vetter & A. Astor, M. (Hrsg.), Fehlzeiten-Report 2002, Demographischer Wandel: Herausforderung für die betriebliche Personal- und Gesundheitspolitik. Berlin: Springer, 249-263.
10. Ziglinicki, T. & Nikolaus, T. 2007, Alter und Altern. In: R.F. Schmidt & F. Lang (Hrsg.), Physiologie des Menschen, mit Pathophysiologie, 30. Auflage. Berlin: Springer.

# **Einflussfaktoren auf den Erhalt beruflicher Handlungskompetenz über die Spanne des Erwerbslebens – Alter vs. Arbeitsgestaltung**

Falk RICHTER

*Institut für Psychologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
D-06099 Halle (Saale)*

**Kurzfassung:** Gegenstand dieses Beitrags ist die vergleichende Analyse der Auswirkungen des Alters und einer lernförderlichen Aufgabengestaltung auf berufliche Handlungskompetenz unter Berücksichtigung der Aufgabengestaltung als Moderator des Zusammenhangs zwischen Alter und Kompetenz.

**Schlüsselwörter:** arbeitsinduziertes Altern, demografische Entwicklung, Kompetenzentwicklung, Arbeitsgestaltung.

## **1. Einleitung**

Das Statistische Bundesamt (2006) prognostiziert bis zum Jahr 2050 einen Rückgang der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter um 22 bis 29 Prozent. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Anteil Älterer an der erwerbsfähigen Bevölkerung insbesondere bis zum Jahr 2020 deutlich zunehmen wird, was eine bessere Integration Älterer ins Erwerbsleben und Maßnahmen zum Erhalt von Arbeitsfähigkeit über die Spanne des Erwerbslebens erforderlich macht.

Seit Mitte der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts verweisen Metaanalysen zum Zusammenhang zwischen Alter und beruflichen Leistungen im Durchschnitt auf Nullkorrelationen für aufgabenbezogene Leistungen (Waldman & Avolio 1986; McEvoy & Cascio 1989; Ng & Feldman 2008). Die Ergebnisse von Sturman (2003) deuten dabei auf die Existenz schwacher nichtlinearer Zusammenhänge hin. Erwähnenswert ist auch die erhebliche Schwankungsbreite zwischen einzelnen Primärstudien, was auf die Bedeutung von Moderatorvariablen hinweist.

Man kann jedoch nicht davon ausgehen, dass die Erfordernisse des demografischen Wandels sowie die zitierten Befunde im Hinblick auf keinen generellen negativen Alterstrend beruflicher Leistungen in den Unternehmen bislang hinreichend Berücksichtigung finden. Insbesondere findet aktuell noch zu wenig Berücksichtigung, welche Rolle eine lernförderliche Arbeitsgestaltung für den langfristigen Erhalt von Leistungsfähigkeit und -bereitschaft spielt.

Der Einfluss lernförderlicher Arbeits- und Organisationsgestaltung auf kompetenzrelevante Personenmerkmale als individuelle Leistungsvoraussetzungen ist vielfach belegt. Baitsch (1998, S. 305) und Bergmann (2000, S. 32f) geben eindrucksvolle Übersichten über einschlägige Studien. Relativ wenige Einzelstudien betrachten allerdings explizit die Moderatorwirkung von Merkmalen der Arbeitssituation auf den Zusammenhang zwischen dem Alter und Leistungsvoraussetzungen (z.B. Schleicher 1973 für die Intelligenz). Entsprechende Analysen im Zusammenhang mit Metaanalysen sind kritisch zu betrachten, da die Moderatorvariable hierbei jeweils a posteriori konstruiert wird.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist eine Analyse der Moderatorwirkung einer lernförderlichen Aufgabengestaltung auf den Zusammenhang zwischen Alter und Kom-

petenz (im Sinne einer Definition von Bergmann 2000), wobei eine Gegenüberstellung der Auswirkungen des Alters vs. lernförderlicher Aufgabengestaltung (Tätigkeitsspielraum, Vollständigkeit, Anforderungsvielfalt, Rückmeldung) auf kompetenzrelevante Personenmerkmale erfolgt.

Dabei werden zunächst jeweils lineare Zusammenhänge betrachtet. Zusätzlich erfolgt eine Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Alter und kompetenzrelevanten Personenmerkmalen im Hinblick auf nichtlineare Korrelationen.

## 2. Methode

Grundlage dieses Beitrags ist eine als Querschnittstudie angelegte Fragebogenerhebung bei 904 Arbeitenden aus unterschiedlichen Branchen (Banken, Versicherungen, Industrie, Bildungsdienstleistungen, Beratungsdienstleistungen, Gesundheitsdienstleistungen). Das Alter der Befragten reicht von 20 bis 64 Jahren (Mittelwert 39.3 Jahre, Standardabweichung 10.3 Jahre). 42 Prozent der Befragten sind Frauen, 58 Prozent Männer.

Mit Hilfe des Fragebogens zu lernrelevanten Merkmalen der Arbeitsaufgabe (Richter & Wardanjan 2000) wurde ein Gesamtwert der Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe erfasst. Als kompetenzrelevante Personenmerkmale wurden mit Hilfe standardisierter Fragebogeninstrumente erhoben:

- Ansprüche an eine lernförderliche Aufgabengestaltung (Richter & Wardanjan 2000),
- berufliche Entwicklungsziele (Richter 2000),
- das Ausmaß an Eigenaktivität beim Lernen (Richter 2000),
- das Selbstkonzept fachlichen Wissens und Könnens (Richter 2000),
- Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit (Sonntag & Schäfer-Rauser 1993),
- das Selbstkonzept methodischer Kompetenz (Richter 2000),
- die Selbstwirksamkeitserwartung (Schwarzer 1994),
- das Involvement (Moser & Schuler 1993),
- die allgemeine Arbeitsfähigkeit (Einzelitem aus Tuomi et al. 1998).

Zur vergleichenden Analyse der Auswirkung von Alter und Aufgabengestaltung auf kompetenzrelevante Personenmerkmale sowie zur Analyse der Moderatorwirkung einer lernförderlichen Aufgabengestaltung auf den Zusammenhang zwischen Alter und Kompetenz wurde auf die Methode der moderierten hierarchischen Regression (Aiken & West 1991) unter Verwendung von SPSS 15.0 zurückgegriffen. In einem ersten Schritt wurden dabei das Alter und ein Gesamtwert für die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe als Prädiktoren aufgenommen. In einem zweiten Schritt wurde zusätzlich ein Produktterm aus den (vorher z-transformierten) Werten für das Alter und die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe als weiterer Prädiktor aufgenommen. Eine bedeutsame Moderatorwirkung liegt dabei dann vor, wenn sich im zweiten Schritt ein signifikanter Zuwachs an Varianzaufklärung ergibt und für den Produktterm ein signifikantes Beta-Gewicht resultiert.

Zur Analyse nichtlinearer Zusammenhänge zwischen dem Alter und kompetenzrelevanten Personenmerkmalen wurden die Stichprobe anhand des Medians (39 Jahre) in zwei Gruppen eingeteilt, für beide Gruppen separat Alterskorrelationen bestimmt und letztere nach einer Formel aus Bortz (1999, S. 209ff) im Hinblick auf einen signifikanten Unterschied überprüft.



### 3. Ergebnisse

Die moderierten hierarchischen Regressionsanalysen verweisen in einem ersten Schritt für die verschiedenen kompetenzrelevanten Personenmerkmale auf eine Varianzaufklärung zwischen 0.03 (Kooperationsfähigkeit) und 0.26 (Involvement) durch das Alter und die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe. Die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe weist dabei bezogen auf alle Kriterien ein signifikantes positives Beta-Gewicht auf. Das Alter weist für berufliche Entwicklungsziele, individuelle Ansprüche an die Lernhaltigkeit, das Selbstkonzept fachlichen Wissens und Könnens, das Ausmaß an Lernaktivität und die Arbeitsfähigkeit ein signifikantes negatives Beta-Gewicht auf, für das Involvement, die Selbstwirksamkeitserwartung und das Selbstkonzept der Methodenkompetenz dagegen ein signifikant positives Beta-Gewicht. Für die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit zeigt sich kein Zusammenhang mit dem Alter. Außer bei den beruflichen Entwicklungszielen fällt das Beta-Gewicht für die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe jeweils deutlich höher aus als für das Alter. Ein signifikanter Moderatoreffekt lernförderlicher Arbeitsgestaltung auf den Zusammenhang von Alter und Kompetenz kann dabei über die verschiedenen kompetenzrelevanten Personenmerkmale hinweg betrachtet nicht festgestellt werden.

Eine Analyse nichtlinearer Zusammenhänge zeigt, dass bei einigen Merkmalen die Korrelationen mit dem Alter in der Gruppe von Befragten ab 39 Jahren signifikant weniger positiv und stärker negativ ausfallen als in der Gruppe von Befragten, die zum Erhebungszeitpunkt jünger als 39 Jahre waren: berufliche Entwicklungsziele ( $r = -.36$  vs.  $-.20$ ), Selbstkonzept fachlichen Wissens und Könnens ( $r = -.14$  vs.  $.04$ ), Selbstkonzept der Methodenkompetenz ( $r = -.02$  vs.  $.11$ ), Involvement ( $r = .04$  vs.  $.22$ ), Arbeitsfähigkeit ( $r = -.15$  vs.  $.07$ ).

### 4. Diskussion

Als wesentliches Ergebnis der Analysen kann festgehalten werden, dass alle untersuchten kompetenzrelevanten Personenmerkmale in einem signifikant positivem Zusammenhang mit einer lernförderlichen Gestaltung der Arbeitsaufgabe stehen. Dies kann als Hinweis auf die herausragende Bedeutung von Arbeitsaufgaben mit ausgeprägtem Tätigkeitsspielraum, hohem Ausmaß an Vollständigkeit, vielfältigen Anforderungen und Rückmeldung für den Erhalt von Kompetenz über die Spanne des Erwerbslebens verstanden werden. Zwar kann für einzelne Personenmerkmale ein negativer Zusammenhang mit dem Alter festgestellt werden, dieser Zusammenhang fällt allerdings – außer bei den beruflichen Entwicklungszielen – deutlich geringer aus als der Zusammenhang mit der Aufgabengestaltung.

Es fällt auf, dass die Zusammenhänge zwischen dem Alter und kompetenzrelevanten Personenmerkmalen mit zunehmendem Alter weniger positiv und stärker negativ ausfallen, was auf einen – allerdings eher schwachen – kurvilinearen Verlauf hindeutet. Hier stellt sich die Frage, inwieweit teilweise negative Alterstrends gerade bei beruflichen Entwicklungszielen auf mangelnde Unterstützung gerade für Arbeitende ab 40 Jahren (mangelnde Teilhabe an Weiterbildung, wenig Entwicklungsmöglichkeiten) zurückzuführen sind.

Insgesamt ist zu berücksichtigen, dass weitere Einflussfaktoren im Unternehmen (z.B. über die einzelne Tätigkeit hinausgehende Merkmale der Arbeitsorganisation, das Betriebsklima, die Unternehmenskultur, das Verhalten von Führungskräften) die Kompetenzentwicklung beeinflussen und diese Merkmale auch den Zusammenhang



zwischen Alter und Kompetenz moderieren können. Dies ist in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht worden, soll aber Gegenstand weiterer Arbeiten sein.

Die vorgestellten Befunde sind vor dem Hintergrund der Untersuchungsmethodik (Querschnittstudie, Methoden-Bias) allerdings auch kritisch zu reflektieren: Außer sozialisierenden Wirkungen (Einfluss der Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe auf den Erhalt von Kompetenz) können auch Selektionswirkungen (z.B. langfristiger Verbleib nur der leistungsfähigsten und motiviertesten Mitarbeiter am jeweiligen Arbeitsplatz) die Ergebnisse beeinflusst haben. Die Erfassung sowohl der Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe als auch der kompetenzrelevanten Personenmerkmale mit Hilfe von Selbsteinschätzungen durch die Arbeitenden kann zu einer Überschätzung des Zusammenhangs zwischen diesen Variablen führen.

## 5. Literatur

1. Aiken, L. S. & West, S. G. 1991, Multiple regression: Testing and interpreting interactions. Newbury Park, CA: Sage.
2. Baitsch, C. 1998, Lernen im Prozeß der Arbeit – zum Stand der internationalen Forschung. In: Arbeitsgemeinschaft Qualifikations-Entwicklungs-Management Berlin (Hrsg.), Kompetenzentwicklung '98, Forschungsstand und Forschungsperspektiven. Münster: Waxmann, 269-337.
3. Bergmann, B. 2000, Arbeitsimmanente Kompetenzentwicklung. In: B. Bergmann, A. Fritsch, P. Göpfert, F. Richter, B. Wardanjan & S. Wilczek (Hrsg.), Kompetenzentwicklung und Berufsarbeit. Münster: Waxmann, 11-39.
4. Bortz, J. 1999, Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer.
5. McEvoy, G.M. & Cascio, W.F. 1989, Cumulative evidence of the relationship between employee age and job performance, *Journal of Applied Psychology*, 74, 11-17.
6. Moser, K. & Schuler, H. 1993, Validität einer deutschsprachigen Involvement-Skala, *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 14, 27-36.
7. Ng, Th.W.H. & Feldman, D.C. 2008, The Relationship of Age to Ten Dimensions of Job Performance, *Journal of Applied Psychology*, 93, 392-423.
8. Richter, F. 2000, Methodik der Querschnittsuntersuchungen. In: B. Bergmann, A. Fritsch, P. Göpfert, F. Richter, B. Wardanjan & S. Wilczek, Kompetenzentwicklung und Berufsarbeit. Münster: Waxmann, 55-131.
9. Richter, F. & Wardanjan, B. 2000, Die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe - Entwicklung und Erprobung eines Fragebogens zu lernrelevanten Merkmalen der Arbeitsaufgabe (FLMA), *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 54, 175-183.
10. Schwarzer, R. 1994, Optimistische Kompetenzerwartung: Erfassung einer personellen Bewältigungsressource, *Diagnostica*, 40, 105-123.
11. Sonntag, K. & Schäfer-Rauser, U. 1993, Selbsteinschätzung beruflicher Kompetenzen bei der Evaluation von Bildungsmaßnahmen, *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 37, 163-171.
12. Statistisches Bundesamt 2006, Im Jahr 2050 doppelt so viele 60-Jährige wie Neugeborene, Pressemitteilung Nr.464 vom 07.11.2006. Verfügbar unter: [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2006/11/PD06\\_\\_464\\_\\_12421,templateld=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2006/11/PD06__464__12421,templateld=renderPrint.psml) (zuletzt aufgerufen: 17.12.2008).
13. Sturman, M.C. 2003, Searching for the Inverted U-Shaped Relationship Between Time and Performance: Meta-Analyses of the Experience/Performance, Tenure/Performance, and Age/Performance Relationships, *Journal of Management*, 29, 609-640.
14. Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katojarinne, L. & Tukki, A. 1998, Work Ability Index. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health.
15. Waldman, D.A. & Avolio, B.J., 1986, A Meta-Analysis of Age Differences in Job Performance, *Journal of Applied Psychology*, 71, 33-38.

# Industrierelevante körperliche Fähigkeiten von Werkern verschiedener Altersgruppen in der Automobil- und Zulieferindustrie – Methodik und Ergebnisse einer Feldstudie

Holger RADEMACHER, Andrea SINN-BEHRENDT, Kurt LANDAU und  
Ralph BRUDER

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt,  
Petersenstraße 30, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** In den Ingenieurs- und Sozialwissenschaften wurden noch nicht genügend validierte und praktikable Lösungen gefunden, um die Industrie beim Management von Produktionssystemen unter Berücksichtigung des Problems alternder Belegschaften zu unterstützen. Das Institut für Arbeitswissenschaft (IAD) der Technischen Universität Darmstadt führt hierzu ein mehrjähriges von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines Assistenzsystems zur altersdifferenzierten Arbeitsgestaltung und zum Mitarbeitereinsatz mit Fokussierung auf vorwiegend körperliche Arbeit durch. Neben mehreren Felduntersuchungen zu körperlichen Anforderungen in Produktionsstätten der Automobil- und Zulieferindustrie untersucht das IAD vor allem auch die Frage der Altersabhängigkeit bestimmter körperlicher Fähigkeiten der dort Beschäftigten.

**Schlüsselwörter:** Altersmanagement, Belastungsanalyse, körperliche Fähigkeiten, muskuloskelettale Beschwerden.

## 1. Einleitung

In zahlreichen Unternehmen der (verarbeitenden) Industrie erfolgt eine kontinuierliche Veränderung der Altersstruktur der Belegschaften hin zu größeren Anteilen in den höheren Altersdekaden. Als denkbare Antwort ist die altersorientierte Gestaltung des jeweiligen Produktionssystems anzuführen, wo Analyse und Optimierung von Arbeitsbelastungen und Mitarbeiterfähigkeiten wichtige Elemente sind. Bislang sind Beispiele für altersdifferenzierte ergonomische Arbeitsgestaltung in Unternehmen, die auch einen Nachweis der Effektivität liefern, in Veröffentlichungen selten zu finden. Eine der nennenswerten Ausnahmen ist ein Projekt zur Montageneugestaltung, welches von Zaeh & Prasch (2007) dokumentiert wurde.

Um Antworten auf die Frage zu finden, wie altersdifferenzierte Arbeitsgestaltung und ein entsprechender Mitarbeitereinsatz zu realisieren sind, führen die Autoren derzeit ein langfristiges Projekt durch, dessen wissenschaftlicher Ansatz in diesem Beitrag teilweise skizziert wird. Die Autoren möchten zur Prävention arbeitsbedingter (muskuloskelettaler) Beschwerden, Reduzierung von Frühverrentungsraten sowie einer Verbesserung der Leistungsmotivation und -abgabe älterer Mitarbeiter beitragen. Dazu wird ein Assistenzsystem zur Unterstützung altersdifferenzierter Arbeitsplatzgestaltung und eines altersorientierten Einsatzes von Mitarbeitern entwickelt. Dieses System wird als primäres Instrument zur Bestimmung von Gestaltungsmaßnahmen für den adäquaten Einsatz gegenwärtig zur Verfügung stehender Werker,

für eine proaktive Ergonomie vor Einführung eines neuen Produktes und für einzelne Werker zur Berücksichtigung bereits bestehender oder sich u. U. entwickelnder arbeitsbedingter Beschwerden eingesetzt. Gegenstand unserer Untersuchungen sind Arbeitsplätze aus den Fertigungs- oder Montagebereichen der Automobil- und Zulieferindustrie, d. h. wir fokussieren uns auf vorwiegend körperliche Arbeit.

## 2. Methode

### 2.1 Untersuchung industrierelevanter körperlicher Fähigkeiten

Der Einstufung der industrierelevanten körperlichen Fähigkeiten liegen die Ergebnisse einer dreistündigen Untersuchung zugrunde, die sich aus drei Teilen zusammensetzt: einer arbeitsmedizinisch-orthopädischen Untersuchung, einem Interview und arbeitsspezifischen Tests.

Im Rahmen der medizinischen Untersuchung wird der allgemeine Gesundheitsstatus des Probanden einschließlich seiner anamnestischen Daten erfasst, wobei der Fokus auf dem orthopädisch-neurologischen Aspekt liegt. Die körperliche Untersuchung orientiert sich dabei an den Empfehlungen des berufsgenossenschaftlichen Grundsatzes G 46 des Hauptverbandes der Berufsgenossenschaften (Spallek et al. 2005).

Der Interviewteil erfasst die Arbeitsanamnese mit Hilfe eines semi-standardisierten Fragebogens zum aktuellen Arbeitsplatz und dessen Arbeitsinhalten sowie Arbeitsorganisation, Arbeitsumgebung, persönlicher Schutzausrüstung und psychischen Belastungen. Grundlage hierfür ist ein standardisierter Fragebogen zur subjektiv empfundenen tätigkeitsbezogenen Beanspruchung durch z. B. Schichtarbeit, Umgebungsbedingungen (Kälte, Hitze, Lärm etc.), manuelle Lastenhandhabung oder ungünstige Körperhaltungen (Auftreten und subjektiv empfundene Beeinträchtigung). Darüber hinaus füllt der Proband einen standardisierten Fragebogen zu arbeitsbedingten körperlichen Beschwerden aus, basierend auf der ‚Body Part Discomfort Scale‘ von Corlett & Bishop (1976) sowie dem ‚Nordic Questionnaire‘ (Kuorinka et al. 1987). Zur Selbsteinschätzung seiner Arbeitsfähigkeit füllt der Teilnehmer noch die Kurzversion des ‚Work Ability Index‘ (WAI, Tuomi et al. 1998) aus.

Die wesentliche Basis für die Fähigkeitseinstufungen bilden standardisierte Tests, die im Hinblick auf die Relevanz von Arbeitsaufgaben und den mit ihnen verbundenen körperlichen Belastungen nach Berücksichtigung von über 400 Arbeitsplatzanalysen in drei verschiedenen Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie durch die Autoren entworfen wurden (Landau et al. 2008; Rademacher et al. 2008). Da die Dauer der gesamten Fähigkeitsuntersuchung einen Zeitrahmen nicht überschreiten soll, welcher eine Anwendung im Feld erlaubt, konnte nur eine begrenzte Menge an Tests in den Ablauf integriert werden. Diese Tests wurden mit dem Ziel der größtmöglichen Abbildung von Arbeitsaufgaben (oder -belastungen) in Montagebereichen der Automobil- und Zulieferindustrie entwickelt. Dabei handelt es sich neben einer kurzen Überprüfung der kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit und einer Handkraftmessung z. B. auch um Tests zum Handhaben von Lasten sowie manuellen und maschinellen Schraubtätigkeiten.

Die Testausführung durch den Probanden wird auf Video aufgezeichnet, um dem letztendlich die Fähigkeiten einstufenden Arbeitsmediziner die Möglichkeit zu geben, die während den Tests vom Versuchsleiter vorgenommenen Voreinstufungen – falls notwendig – zu korrigieren. Zudem ist es dann nicht erforderlich, dass der „Gutachter“ bei den Tests persönlich anwesend ist.

Mit der medizinischen Untersuchung und den arbeitsspezifischen Tests sowie dem Interview werden Daten für zahlreiche körperliche Fähigkeiten gesammelt. Welche Fähigkeiten durch den Ansatz der Autoren erfasst werden, zeigt Tabelle 1. Faktisch existieren

viele weitere körperliche Fähigkeiten mit praktischer Relevanz, welche jedoch in dem hier vorgestellten Versuchsdesign zwecks Erhalt der Durchführbarkeit des Versuchs im Feld nicht berücksichtigt werden konnten.

**Tabelle 1:** In der Studie betrachtete körperliche Fähigkeiten

manuelle Schraubbewegungen	starke Ulnarabduktionen (Handgelenk, > 10°)	Oberkörper stark nach vorne gebeugt (> 60°)	Fingerbelastung
hochfrequente Zweifingerzufassungsgriffe	(hoch)frequente Pro- und Supination (> 60°)	körperferne Armhaltung	Handkraft
(hoch)frequente Fünf-Fingerzufassungsgriffe	aufrechtes Stehen mit unkritischer Armhaltung	statische Oberkörperrotation (~ 20°)	Heben / Umsetzen von Lasten (5 bis max. 45 kg)
(hoch)frequente Abduktion im Schultergelenk (> 80°)	statische Armhaltung über Kopf	statische laterale Kopfneigung (> 10°)	Last über Kopf
(hoch)frequente Flexion im Handgelenk (> 45°)	statische Armhaltung auf Schulterhöhe	statische Arm-/ Ganzkörperkräfte	dynamische Oberkörperbeugung

Bei den arbeitsspezifischen Tests wird eine Vielzahl von Variablen erfasst. Dabei handelt es sich neben Blutdruck- oder Herzschlagfrequenzmessungen z. B. auch um leistungsorientierte Maße wie benötigte Zeiten für die einzelnen Tests oder Anzahl an abgeschlossenen Operationen innerhalb einer vorgegebenen Zeit für einen Test. Zudem werden die „Arbeitsschwere“, der „Grad der physischen Einschränkung“ und die „mögliche Dauer der jeweiligen Tätigkeit“ mit Ordinalskalen eingestuft.

## 2.2 Einstufung der körperlichen Fähigkeiten

Die arbeitsspezifischen Tests in Verbindung mit der medizinischen Untersuchung liefern eine Menge von Indikatoren für die finalen Einstufungen der Fähigkeiten jedes Versuchsteilnehmers. Für die Einstufung der Fähigkeit zur Arbeit mit einem oder beiden Armen oberhalb des Kopfes über einen nennenswerten Zeitraum werden z. B. vorhandene Beschwerden oder Vorerkrankungen der oberen Extremität und der Wirbelsäule, Ergebnisse der Funktionsdiagnostik des Schulter-Arm-Systems und Teilen der Wirbelsäule sowie die Ergebnisse zweier arbeitsspezifischer Tests (manuelles Schrauben mit unterschiedlichen Bedingungen) herangezogen.

Bei dem Einstufenden muss es sich um einen erfahrenen und mit der Methodik vertrauten Mediziner handeln, da trotz der Vielzahl an für das Rating verfügbaren Messergebnissen, die korrekte Interpretation derselben eine Expertise in dieser spezifischen Methodik verlangt (z. B. Evaluation der funktionellen Leistungsfähigkeit und orthopädische Untersuchung).

## 3. Diskussion

Für eine Beurteilung, ob einzelne Arbeitsplätze für bestimmte Mitarbeiter geeignet sind, ist die Ermittlung von arbeitsplatzbezogenen altersabhängigen Engpässen, d. h. Diskrepanzen zwischen Arbeitsplatzanforderungen und Mitarbeiterfähigkeiten, äußerst wichtig. Hierzu wurde von den Autoren dieses Beitrags eine dreistündige Testprozedur entwickelt, die bereits in einer Laborstudie angewandt wurde und derzeit bei einer Feldstudie zum Einsatz kommt. Der zeitliche Ablauf dieses Versuchs ist nach bisheriger Erfahrung als stabil und reibungslos zu bezeichnen. Vor allem die arbeitsspezifischen

Tests können gut innerhalb von 60 Minuten abgeschlossen werden. Eine genauere Evaluierung der Reliabilität (Retest- und Inter-Rater) sowie der Validität (Kriterium- und inhaltliche) steht noch aus.

Insgesamt werden 20 industrierelevante körperliche Fähigkeiten mit dem hier vorgestellten Ansatz untersucht, wobei die Auswahl auf der Basis von über 400 Arbeitsplatzanalysen in der Automobil- und Zulieferindustrie erfolgte. Mithin reflektiert diese Selektion einen wesentlichen Anteil der relevantesten körperlichen Fähigkeiten in diesem industriellen Bereich. Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, dass die entwickelte Methodik substanzielle Informationen zum Fähigkeitsstatus der ausgewählten Stichproben liefert, was die Detektion von altersbedingten Effekten erlaubt, um altersdifferenzierte Gestaltungsmaßnahmen spezifizieren zu können. Dabei fokussiert sich das experimentelle Design auf den automobilindustriellen Kontext, weshalb ein Transfer oder die Anwendung auf andere Industriebereiche mit Vorsicht erfolgen sollte, aber dennoch durchaus möglich erscheint.

#### 4. Schlussfolgerung

Nach Ansicht der Autoren existieren in den Produktionsbereichen der Automobil- und Zulieferindustrie Diskrepanzen zwischen Arbeitsplatzanforderungen und Mitarbeiterfähigkeiten, welche eine Abhängigkeit zum Faktor „Alter“ aufweisen. Die Identifikation dieser altersbedingten Engpässe befindet sich in Bearbeitung unter Verwendung der in diesem Artikel beschriebenen Methodik. Das Ziel der Studie ist, die Maximierung der Effektivität einer altersdifferenzierten Gestaltung von Arbeitssystemen als Teil eines nachhaltigen Altersmanagementkonzepts in Industrieunternehmen.

#### 5. Literatur

1. Zaeh, M.F. & Prasch, M. 2007, Systematic workplace and assembly redesign for aging workforces, *Production Engineering - Research and Development*, 1, 57-64.
2. Spallek, M., Kuhn, W., Schwarze, S. & Hartmann, B. 2005, Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Belastungen des Muskel-Skelettsystems, Teil 2: Funktionsorientierte körperliche Untersuchungssystematik (focus©) des Bewegungsapparates in der Arbeitsmedizin, *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 40, 244-250.
3. Corlett, E.N. & Bishop, R.B. 1976, A technique for assessing postural discomfort, *Ergonomics*, 19, 175-182.
4. Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, Andersson, G. & Jorgensen, K. 1987, Standardized Nordic questionnaires for the analysis of Musculoskeletal Symptoms, *Applied Ergonomics*, 18, 233-237.
5. Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katajarinne, L. & Tulkki, A. 1998, Work Ability Index (second revised edition), *Occupational Health Care* 19. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health.
6. Landau, K., Rademacher, H., Meschke, H., Winter, G., Schaub, K., Grasmueck, M., Moelbert, I., Sommer, M. & Schulze, J. 2008, Musculoskeletal disorders in assembly jobs in the automotive industry with special reference to age management aspects, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 561-576.
7. Rademacher, H., Sinn-Behrendt, A., Landau, K. & Bruder, R. 2008, Ergonomic analysis and design of industrial workplaces with special reference to age. In: W. Karwowski, G. Salvendy (Eds.), 2008 AHFE International Conference. 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 14-17 July 2008, Interactive CD-ROM. Las Vegas, NV: USA Publishing.



# Altersdifferenzierte Untersuchung zur ergonomischen Anpassung der Schriftgröße bei alternden Computernutzern

Nicole SCHNEIDER, Sebastian VETTER, Bernhard KAUSCH und  
Christopher M. SCHLICK

*Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University,  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

**Kurzfassung:** Der demografische Wandel erfordert neue Konzepte, um ältere Arbeitnehmer in der Arbeitswelt zu halten und ihr Potential optimal nutzen zu können. Insbesondere die Computerarbeit stellt für ältere Erwerbstätige häufig, aufgrund ihrer altersspezifischen Leistungsveränderungen eine Barriere dar. Die Anpassung der Mensch-Rechner-Schnittstelle an die Bedürfnisse und Fähigkeiten älterer Computernutzer beschreibt einen möglichen Ansatzpunkt. Eine altersdifferenzierte Studie zur Anpassung der Schriftgröße unter Berücksichtigung der Sehfähigkeit der Nutzer wird in diesem Beitrag beschrieben und diskutiert.

**Schlüsselwörter:** Demografischer Wandel, ältere Computernutzer, Mensch-Rechner-Interaktion, Schriftgröße.

## 1. Einleitung

Die von den meisten Benutzern verwendete Schriftgröße bei der Bildschirmarbeit entspricht der standardisierten Voreinstellung, welche nur selten benutzerinitiiert verändert wird. Diese entspricht bei einem Microsoft basiertem Arbeitsplatz einer Größe von 11 Punkt. Für eine optimale Einstellung spielen jedoch viele Faktoren, wie bspw. die Bildschirmgröße und Auflösung, der Sehabstand sowie die Sehschärfe der Nutzer eine wichtige Rolle. Für die Erkennbarkeit der auf einem Bildschirm dargestellten Zeichen ist nicht die messbare Zeichenhöhe die entscheidende Größe, sondern der in Bogenminuten (') gemessene Sehwinkel, den die Zeichenumrisse am Augpunkt des Betrachters aufspannen. Nach DIN EN ISO 9241-303 muss dieser mindestens 16' betragen (Minimum für Erkennbarkeit) und soll z.B. bei Büroarbeit unter Verwendung üblicher Buchstaben und Zeichen sogar zwischen 20' und 22' liegen.

Studien in denen eine optimale altersgerechte Schriftgröße untersucht wurde sind bisher jedoch nur wenige bekannt (Bernard et al. 2003; Kazuhiro et al. 2007; Chadwick-Dias et al. 2003). Häufig werden lediglich Richtlinien aufgestellt, die auf keinen experimentellen Daten basieren bzw. diese nicht explizit beschreiben (Coyne & Jakob 2002; Czaja 1997; Fisk et al. 2004; Kurniawan 2004).

## 2. Methode

Ziel der hier vorgestellten Studie ist die altersdifferenzierte Untersuchung der Schriftgröße basierend auf der Sehfähigkeit der Probanden. Die Untersuchung wurde am Beispiel einer prototypischen Projektmanagementsoftware durchgeführt.

Insgesamt nahmen 75 Versuchspersonen (46 Männer, 29 Frauen) zwischen 20



und 75 Jahren an der Studie teil. Die Probanden wurden für die statistische Auswertung in 3 Altersgruppen (AGI: 20-39 Jahre; AGII: 40-59 Jahre; AGIII 60-75 Jahre) mit jeweils 25 Probanden eingeteilt. 98,7% nutzten zum Zeitpunkt der Erhebung einen Computer für berufliche oder private Zwecke, davon 78,7% täglich. Lediglich eine Person gab an, nie einen Computer genutzt zu haben. MS Project wurde lediglich von einer Person genutzt, andere Projekt-Management-Software hingegen gar nicht. Insgesamt benötigten 55 Probanden (73,3%) zum Zeitpunkt der Studie eine Sehhilfe.

An einem Standardarbeitsplatz mit einem 19" Flachbildschirm der Firma Iiyama (Auflösung 1280\*1024) wurde die empirische Untersuchung durchgeführt. Der Seh-  
abstand von 70cm wurde durch den Einsatz einer Kinnstütze konstant gehalten.

Anhand einer prototypischen Projektmanagementsoftware wurde die Anpassung der Schriftgröße untersucht. Dazu mussten sechs typische Projektmanagement- Aufgaben (PM-Aufgaben) von den Probanden innerhalb unterschiedlicher Projekte bearbeitet werden, wobei jeweils zwei Projekte in der identischen Schriftgröße dargestellt wurden. Um die Bearbeitung in der jeweiligen Schriftgröße über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten und gleichzeitig die Gesamtdauer der Studie in einem angemessenen Rahmen zu halten, wurde die maximale Bearbeitungszeit für je zwei Projekte auf 20 min. begrenzt.

Als unabhängige Variablen wurde die Altersgruppe (AGI, AGII, AGIII) betrachtet, sowie die Schriftgröße in drei Stufen (12', 16', 22') variiert. Damit wurde die von Microsoft standardmäßig zur Verfügung gestellten Schriftgröße von 12' sowie die nach DIN 9241-303 vorgegebene Mindest- (16') sowie empfohlene Schriftgröße (22') untersucht. Als abhängige Variablen wurden die Bearbeitungszeit sowie die Bearbeitungsgüte analysiert. Aufgrund der zugrunde gelegten Zeitbegrenzung kann die Bearbeitungszeit jedoch nur bedingt zur Analyse herangezogen werden, so dass der Schwerpunkt der Analyse auf der Güte, der Anzahl bearbeiteter sowie richtig bearbeiteter Aufgaben, liegt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Sehvermögen der Probanden

Die Sehschärfe der Probanden wurde in drei Entfernungen gemessen, wobei die Test-Ergebnisse beider Augen in Tabelle 1 zusammengefasst sind. Die Ergebnisse beschreiben einen deutlichen Abfall des Sehvermögens mit ansteigendem Alter. Diese auch aus der Literatur bekannte altersspezifische Abnahme des Sehvermögens (siehe Schieber 2005) konnte durch die Ergebnisse der Korrelationsanalyse noch weiter untermauert werden.

**Tabelle 1:** Ergebnisse des mit dem Rodatest 302 durchgeführten Sehtest

	mittlerer Visus bei 6 m	% Visus = 1,00 bei 6 m	mittlerer Visus bei 0,55 m	% Visus = 1,00 bei 0,55 m	Mittlerer Visus bei 0,4 m	% Visus = 1,00 bei 0,4 m	Akkommo- dations- breite dpt
<b>AG 1</b>	1,14 (0,19)*	92%	1,22 (0,08)	100%	1,21 (0,09)	100%	2,21 (0,9)
<b>AG 2</b>	0,98 (0,33)	66%	0,86 (0,46)	56%	0,83 (0,44)	48%	1,36 (1,09)
<b>AG 3</b>	0,79 (0,33)	29,2%	0,77 (0,26)	29,1%	0,7 (0,31)	16,7%	0,92 (0,76)



Der größte Zusammenhang mit einer Korrelation von  $r=.39$  konnte zwischen der Anzahl richtig bearbeiteter Aufgaben bei Einsatz der kleinsten Schriftgröße (12') und der Sehfähigkeit bei einer Distanz von 0,55m ermittelt werden.

#### 4. Zusammenfassung

Durch die Ergebnisse des Sehtests konnten die aus der Literatur bekannten altersspezifischen Veränderungen belegt werden. Mit steigendem Alter verschlechtert sich die Sehfähigkeit der Probanden.

Bei einer praxisnahen Bearbeitung wie hier durch die PM-Aufgabe abgebildet, hat die Altersgruppe einen sehr starken Einfluss auf die Leistung, gemessen durch die Anzahl bearbeiteter bzw. richtig bearbeiteter Aufgaben. So wurden in der vorgegebenen Zeit von den jüngeren Probanden fast doppelt so viele Aufgaben bearbeitet wie von den Älteren und auch die Anzahl richtig bearbeiteter Aufgaben war in dieser Altersgruppe deutlich höher. Bezüglich der Schriftgröße lagen allerdings keine signifikanten Ergebnisse vor. Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass die Schriftgröße zwar einen Einfluss auf die Leistung der Probanden hat, jedoch durch den hohen Alterseffekt überdeckt wird. So konnten hohe Korrelationen zwischen der Sehfähigkeit der Probanden und der Anzahl bearbeiteter sowie richtig bearbeiteter Aufgaben ermittelt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Komplexitätsgrad der Aufgabe für die Untersuchung der Adaption dimension Schriftgröße eine sehr wichtige Rolle spielt. So konnte durch weitere Studien basierend auf einem Reiz-Reaktionstest (Schneider et al. 2008) gezeigt werden, dass eine solche Aufgabenstellung zu sehr wenig Varianz hinsichtlich der Güte zwischen den Probanden führt. Die Schriftgröße hatte hier jedoch einen signifikanten Einfluss auf die Reaktionszeit. Bei der durch die PM-Aufgabe abgebildete komplexere Aufgabenstellung, konnte hingegen kein Schriftgrößeneffekt ermittelt werden.

#### 5. Literatur

1. Bernard, M. L., Chaparro, B.S., Mills, M.M. & Halcomb, C. G. 2003, Comparing the effect of text size and format on the readability of computer displayed Times New Roman and Arial text, *International Journal of Human-Computer Studies*, 59, 823–883.
2. Chadwick-Dias, A., McNulty, M. & Tullis, T. 2003, Web Usability and Age: How Design Change can Improve Performance. In: *Proceedings of the 2003 conference on Universal usability*.
3. Coyne, K.P. & Jakob, N. 2002, Web Usability for Senior Citizens, Report: Nielsen Norman Group.
4. Czaja, S.J. 1997, Computer Technology and the Older Adult. In: M.G. Helander, T.K. Landauer & P.V. Prabhu (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*. Amsterdam: North-Holland.
5. DIN 9241-303: 2006, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth.
6. Fisk, A.D., Rogers, W., Charness, N., Czaja, S.J. & Sharit, J. 2004, *Designing for older adults: Principles and Creative Human Factors Approaches*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
7. Kazuhiro, F., Satoshi, H., Masako, O., Hiroki, T. & Masaru, M. 2007, Readability of character size in the car. In: *Computing Systems for Human Benefits from the 8th International Conference on Work with Computing Systems, WWCS Stockholm*.
8. Kurniawan, S.H. 2004, Designing and Evaluating Software Applications for Elderly People. In: *Roots Conference Norway*.
9. Schieber, F. 2005, Changes in vision and hearing. In: J.E. Birren & K.W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging*. London: Academic Press.
10. Schneider, N., Wilkes, J., Grandt, M. & Schlick, C. 2008, Altersgerechte Individualisierung der Mensch-Rechner-Schnittstelle?, *Wirtschaftspsychologie*, 10, 106-119.

# Vorgehensweise zur Optimierung der Arbeitsorganisation in der ambulanten Pflege unter Einbeziehung mobiler Kommunikationstechnologien

Petra BINZ und Thomas BRUNS

*aib arbeitswissenschaftliches institut bremen, Universität Bremen,  
Hochschulring 40, D-28359 Bremen*

**Kurzfassung:** Gegenstand des Beitrags ist die Beschreibung einer Vorgehensweise zur Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Prozessoptimierungen in der ambulanten Pflege. Hierbei geht es um die Analyse der Ist- und Entwicklung von Soll-Prozessen in den Pflegediensten auf Basis eines Referenzmodells, der Ableitung konkreter Maßnahmen zur Durchführung der Prozessoptimierungen sowie die Definition von Anforderungen an eine mobile IT-Lösung. Die Vorgehensweise fokussiert den Bereich der unterstützenden administrativen und organisatorischen Prozesse in der ambulanten Pflege, nicht die pflegerischen Kernaufgaben – und basiert wesentlich auf der Partizipation der Mitarbeiter.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsorganisation, Prozessoptimierung, Referenzmodell, ambulante Pflege.

## 1. Einleitung

Angesichts der spezifischen arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen in der ambulanten Pflege, wie Einzelarbeit, wechselnde Einsatzorte und geringer direkter Kontakt zwischen Kollegen und Vorgesetzten, spielen insbesondere die Kommunikationsprozesse und die Dokumentation und Weitergabe von Informationen und Daten eine herausragende Rolle für das Funktionieren der gesamten Abläufe. In der bisherigen Organisation der ambulanten Pflegedienste sind die Arbeitnehmer durch ihre Tätigkeit weitestgehend autonom. Hier gilt es, die unternehmensinterne Kooperation – unter Berücksichtigung der Schnittstellen zu externen Dienstleistern – zu verbessern. Diesbezüglich lassen sich die folgenden grundsätzlichen Probleme in der Arbeitsorganisation der ambulanten Pflegeeinrichtungen aufzeigen:

- Es gibt viele Schnittstellen und Kommunikationswege, die potentiell mit Informationsverlust und Doppelarbeiten verbunden sind.
- Viele Daten und Informationen sind aufgrund von Einzelarbeit und wechselnden Einsatzorten der mobilen Pflegekräfte für die Zentrale nicht zeitnah verfügbar.
- Viele Abläufe beanspruchen bei z. T. geringer Wertschöpfung einen erheblichen Aufwand für Koordination, Absprachen und Ausführung, der vorwiegend durch die Pflegekräfte zu leisten ist.
- Die derzeitige Arbeitsteilung zwischen Pflegekraft, Pflegedienstzentrale und externen Dienstleistern geht zu Lasten der ohnehin unter Zeitdruck stehenden Pflegekräfte.
- Es fehlt eine durchgängige Dokumentation der Prozesse, weshalb es schwer ist, diese transparent und nachvollziehbar zu machen.

Nach Aussagen der Pflegedienste besteht hier ein großer Optimierungsbedarf.

Dies erfordert zum einen die Analyse und Gestaltung der Abläufe, Prozesse und Schnittstellen, um diese effizienter, sicherer und transparenter zu machen. Zum anderen ist der Einsatz von Informationstechnik (IT) zur Unterstützung der Arbeitsprozesse durch eine zeitnahe Erfassung und Verfügbarkeit von Daten unabdingbar. Die Entwicklung und Erprobung unserer Vorgehensweise sowie des Referenzmodells erfolgte im Rahmen von zwei aufeinander aufbauenden Forschungsvorhaben unter Beteiligung von insgesamt sieben Dienstleistungsanbietern im ambulanten Pflegebereich.

## 2. Methode

Das Vorgehen im Rahmen der Optimierung lässt sich in Phasen einteilen, deren konkrete Ausgestaltung (Verwendung von Methoden und Arbeitsformen, der Zeiteinsatz, die Beteiligung der Betroffenen usw.) variabel ist:

Die Orientierungsphase dient der Sensibilisierung und Information der Mitarbeiter für bzw. über die notwendigen Veränderungen und zum Schaffen von Transparenz. Die Orientierungsphase sollte mit einem gewissen zeitlichen Vorlauf zum tatsächlichen Beginn des Projektes angesetzt werden, damit die Mitarbeiter Zeit haben, sich mit den anstehenden Veränderungen auseinanderzusetzen und die Möglichkeit erhalten, Kritik, Befürchtungen und Wünsche zu äußern. Darüber hinaus ist es in dieser Phase wichtig, klare Vereinbarungen und Entscheidungen über den Start des Projektes und die hierfür wichtigen Rahmenbedingungen zu treffen. Der erste Schritt nach Start des Veränderungsprojektes ist die Ist-Analyse der zu gestaltenden Prozesse. Hierzu werden zunächst alle (organisatorisch-unterstützenden) Prozesse erfasst und überblicksartig in Form einer Prozesslandkarte dargestellt. Die Erstellung dieser Prozesslandkarte sollte mit den betroffenen Mitarbeitern im Rahmen eines moderierten Workshops erfolgen. Die in der Prozesslandkarte abgebildeten Prozesse werden anhand zu formulierender Kriterien im Rahmen einer Nutzwert-Analyse bewertet, priorisiert und ausgewählt. Für diese Prozesse erfolgt die Ist-Analyse. Dies bedeutet, dass die Aktivitäten, die beteiligten Stellen (Mitarbeiter), die für die Aktivitäten notwendigen Informationen, die eingesetzten Hilfsmittel (Programme, Formulare), die zu treffenden Entscheidungen und weitere Informationen, die der Abbildung der Abläufe in ihrer zeitlogischen Reihenfolge dienen, dokumentiert werden. Die so erhobenen Ist-Prozesse werden dann wiederum mit den beteiligten Mitarbeitern überprüft und gegebenenfalls modifiziert. Anschließend werden sie mit Hilfe von Prozessmodellierungssoftware (iGrafx, ARIS etc.) abgebildet. Ausgehend von dem Ist-Zustand der Prozesse erfolgt in diesem Schritt der Abgleich mit dem Referenzmodell, welches optimierte Lösungen für die zu gestaltenden Prozesse beinhaltet. Auf Basis dieser Abweichungen und unter Berücksichtigung der pflegedienstspezifischen Randbedingungen, Anforderungen und Ziele werden Soll-Prozesse entwickelt, welche die jeweilige Lösung für den Pflegedienst darstellen. Dabei kann es sein, dass der Referenzprozess ohne Modifikationen übernommen wird. Die für die Entwicklung der Soll-Prozesse erforderlichen Informationen werden in moderierten Workshops mit den betroffenen Mitarbeitern erhoben. Der erste Schritt im Rahmen der Umsetzung der Soll-Prozesse ist die Erprobung der geplanten Optimierungen in einer Pilotphase. In der Pilotphase wird die Umsetzung im kleinen Maßstab erprobt, um Rückschlüsse für eine umfassende Umsetzung und Erfahrungen hinsichtlich des notwendigen Aufwandes an Qualifizierungen etc. ziehen zu können. Konkret werden hier bestimmte Bereiche des Pflegedienstes ausgewählt. Diese Auswahl kann entweder nach Organi-



sationsbereichen (Stationen, bestimmte Touren oder Schichten etc.) oder nach zu optimierenden Teilprozessen erfolgen. Die in den Referenzprozessen beschriebenen Lösungen beinhalten die Unterstützung der zeitnahen Kommunikations- und Informationsflüsse durch den Einsatz technischer Unterstützungssysteme in Form von MDAs (Mobile Digital Assistant - tragbare online-vernetzte Klein-Computer). Diese Geräte müssen mit der jeweils in den Pflegediensten vorhandenen Pflegeinformationssoftware vernetzt werden. Es ist zu prüfen, ob die im Pflegedienst vorhandene Hardware über die entsprechenden Voraussetzungen verfügt und ob die eingesetzte Pflegeinformationssoftware über ein ausgereiftes mobiles Anwendungsmodul verfügt, welches die in den Soll-Prozessen festgelegten Aktivitäten und Funktionalitäten unterstützt. Die Anforderungen an eine Softwarelösung auf Basis der Referenzprozesse wurden im Rahmen der oben erwähnten Forschungsvorhaben in einem Pflichtenheft spezifiziert.

### 3. Ergebnisse

Anhand dieser Vorgehensweise wurden im Rahmen des Projektes Prozessoptimierungen – unter Einsatz einer mobilen Lösung – in insgesamt sieben ambulanten Pflegeeinrichtungen durchgeführt. Auf Basis dieser Erfahrungen haben sich die folgenden Aspekte als wesentlich für die Akzeptanz und den Erfolg der umgesetzten Lösung gezeigt. Pflegekräfte ohne Vorkenntnisse und Erfahrungen mit IT-Lösungen hatten größere Schwierigkeiten, die Vorteile der mobilen Lösungen zu erkennen und für sich zu nutzen. Es zeigte sich, dass eine Lösung mit weniger Funktionsumfang (Nur-Lesemöglichkeit), aber einer durchdachten Benutzeroberfläche eher akzeptiert wurde als eine umfassende Lösung, die jedoch nur schwer bedienbar ist. Instabilitäten bei der Datenübertragung können von Mitarbeiterinnen mit Vorkenntnissen abgefangen werden. Instabilitäten bei den Programmen selbst (Programmabstürze) führen jedoch sehr schnell zur Unzufriedenheit und mangelnder Akzeptanz. Des Weiteren sollten die folgenden Punkte im Rahmen der Planung und Umsetzung von Veränderungsvorhaben berücksichtigt werden, um Probleme und damit einhergehende Reibungsverluste möglichst zu vermeiden. Für die Pflegekräfte müssen die mit der Optimierung unmittelbar für sie entstehenden Veränderungen bzw. Verbesserungen konkret nachvollziehbar sein. Hierdurch entsteht bei den Mitarbeitern die Motivation, entsprechende Vorhaben zu unterstützen. Ebenso wichtig ist die aktive Einbindung der Mitarbeiter, deren Expertenwissen und deren Erfahrungen bei der Erarbeitung konkreter, praxistauglicher Lösungen unabdingbar sind. Nur so entstehen Lösungen, die von den Mitarbeitern akzeptiert werden und bewusst mitgetragen werden. Relevant für die Mitarbeiter sind die Auswirkungen, die die Einführung der mobilen Lösung für sie konkret haben wird. Diese Aspekte sollten von der Leitung unbedingt aufgegriffen und mit den Mitarbeiterinnen besprochen werden. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu erläutern, wie die Arbeitsabläufe zukünftig sein werden, wenn die Pflegekräfte ihre Tourenpläne digital bearbeiten und Daten per MDA an die Pflegezentrale senden. Eine solche Veränderungsmaßnahme wird nicht ohne Reibungsverluste ablaufen und hat zunächst konkret für die Mitarbeiter nicht nur positive Effekte. Bspw. kostet sie der Einsatz der MDAs anfänglich, bis die Pflegekräfte ausreichend Routine in der Handhabung haben, mehr Zeit. Für die Pflegekräfte bedeutet es eine größere Anstrengung, weil sie neben ihrer „normalen“ Arbeit viel Aufmerksamkeit und Konzentration auf das neue Arbeits-Tool verwenden werden. Die Schulungen stellen Anforderungen an die Lernbereitschaft und –fähigkeit der Mitarbeiter.



Es hat sich als gute Unterstützung erwiesen, wenn die Pflegekräfte sich nach den ersten Wochen der Erprobung der mobilen Geräte nochmals zusammen finden, um sich gegenseitig bei noch bestehenden (Bedienungs-) Problemen und Fragen zu helfen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, häufig aufgetretenen Fragen und die dazugehörigen Antworten, in Form einer Anweisung für alle neuen Mitarbeiterinnen zu sammeln. Sind die Geräte im Einsatz, muss es klare und verbindliche Regelungen geben, an wen sich die Pflegekräfte wenden können, wenn technische Probleme etc. auftreten. Grundsätzlich geht es darum, den Mitarbeitern die Angst vor dem Fehler machen zu nehmen und sie zum Ausprobieren zu ermuntern. Deshalb sollte es zunächst eine Erprobungsphase geben, in der die papierbasierten Tourenpläne – aus Sicherheitsgründen - noch gelten, die Mitarbeiter aber trotzdem mit dem MDA arbeiten und Daten an die Zentrale senden. Viele der Probleme bezüglich der Bedienung und der Handhabung der Geräte erledigen sich mit zunehmender Gewöhnung.

#### **4. Diskussion und Ausblick**

Im Rahmen der erwähnten Forschungsvorhaben sind wir zu der Erkenntnis gelangt, dass die angestrebten arbeitsorganisatorischen Optimierungen, mit Schwerpunkt im Bereich der Informations- und Kommunikationsabläufe, den Einsatz moderner IuK-Technologie erfordern. Die Unternehmen in diesem Bereich haben hier bisher wenig positive Erfahrungen gemacht, da zum einen die bisher verfügbaren Systeme die konkreten Anforderungen der Anwender nicht ausreichend berücksichtigen und darüber hinaus technisch nicht ausgereift sind, so dass ein reibungsloses Arbeiten unter den Rahmenbedingungen des ambulanten Pflegebereichs möglich ist. Wir haben auf Basis der Veränderungsprozesse in verschiedenen Pflegediensten eine modellhafte Vorgehensweise für arbeitsorganisatorische Optimierungen sowie ein Referenzmodell für entsprechende Arbeitsprozesse entwickelt. Darüber hinaus haben wir die Anforderungen an ein mobiles IuK-System mit den Anwendern – den Pflegekräften – entwickelt. Diese wurden im Rahmen einer Kooperation mit einem Softwareanbieter als Bestandteil eines integrierten Pflegeinformationssystems in einer Software-Anwendung umgesetzt und erprobt. Die praktische Erprobung und Evaluation zeigt, dass unser Ansatz erfolgreich ist und sowohl aus der Einschätzung der Mitarbeiter als auch aus Sicht der Unternehmen zu erheblichen Verbesserungen geführt hat. Die entwickelte Lösung kann als Grundlage für entsprechende Optimierungen bei weiteren Dienstleistungsanbietern im ambulanten Pflegebereich eingesetzt werden.

#### **5. Literatur**

1. Schmelzer, H.J. & Sesselmann, W. 2007, Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. München: Hanser.
2. Krallmann, H., Schönherr, M. & Trier, M. (Hrsg.) 2007, Systemanalyse im Unternehmen. Prozessorientierte Methoden der Wirtschaftsinformatik. München: Oldenburg Wissenschaftsverlag.
3. Binz, P., Bruns, Th. & Ewald, G. 2008, Handlungsleitfaden für die Optimierung der Arbeitsorganisation in der ambulanten Pflege (in Veröffentlichung).

## Unterstützung und Förderung von global agierenden Teams am Beispiel eines weltweit operierenden Konzerns

Jana FÖRSTER<sup>1</sup>, Ernst A. HARTMANN<sup>2</sup>, Sonja SCHMICKER<sup>1</sup>, Horst S. MARTIN<sup>3</sup>,  
und Karl-Albert BEBBER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> METOP GmbH, An-Institut der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Sandtorstraße 23, D-39106 Magdeburg

<sup>2</sup> Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomation und Fabrikbetrieb (IAF),  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg

<sup>3</sup> Bayer Business Services GmbH, D-51368 Leverkusen

**Kurzfassung:** Arbeit im weltweiten Kontext in Form von global agierenden Teams gewinnt immer stärker an betriebspraktischer Bedeutung. Im Fokus des Projektes steht die wissenschaftliche Begleitung eines global agierenden Teams für IT-Supportprozesse im Rahmen eines international aufgestellten Konzerns. Wichtiges Teilziel der Untersuchung ist es, das global agierende Team aus arbeitswissenschaftlicher und -psychologischer Sicht in der Teambildung, in der soziokulturellen Entwicklung und den Arbeitsabläufen zu unterstützen. Ein weiteres Ziel ist es, die innovativen und auf die Bedürfnisse angepassten informationstechnischen Tools für differenzierte Raum-Zeit-Konstellationen global agierender Teams in das Unternehmen zu integrieren.

**Schlüsselwörter:** Globalisierung, interkulturelle Teams, Interaktion, IT-Tools.

### 1. Einleitung

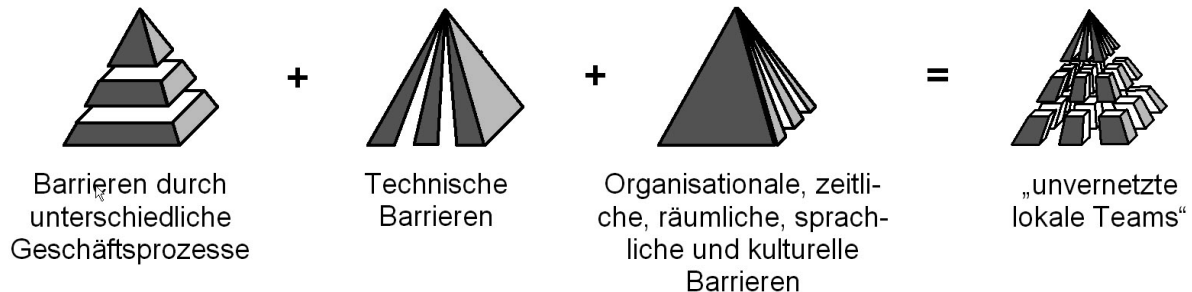
Die Arbeitswelt ist permanenten Veränderungen ausgesetzt. Die Suche nach neuen Formen der Arbeitsorganisation im Zusammenhang mit der Globalisierung der Märkte und der Internationalisierung von Unternehmen prägt im besonderen Maße die gegenwärtige Arbeitswelt. Dabei stehen interkulturelle Aspekte, Einsatz von Informationstechniken, arbeitsorganisatorische Gesichtspunkte, insbesondere Raum- und Zeitaspekte, betriebswirtschaftliche Betrachtungsweisen in Form von Werte- und Verrechnungsflüssen und juristische Fragestellungen für eine Kollaboration im Vordergrund der wissenschaftlichen Untersuchungen. Zentrale Fragen sind: Welche Kriterien definieren globale Teams? Besteht überhaupt im konkreten Fall ein gemeinsames global agierendes Team? Was sind die Stärken und Schwächen, aber auch Grenzen von global agierenden Teams? Welche Rollen und Funktionen haben die Personen in den jeweiligen Teams? Welche arbeitsorganisatorischen Lösungen und Prozessabläufe sind in Abhängigkeit von den verschiedenen Ebenen des kognitiven Aufwandes optimal?

### 2. Global agierende Teams

Der Begriff global agierende Teams (GAT) beschreibt flexible Gruppen von Arbeitnehmern, die an unterschiedlichen Orten - also lokal - aber global in denselben Ar-

beitsbereichen und an gemeinsamen Aufgaben verteilt arbeiten. Dies basiert auf teilbaren Arbeitsaufgaben bei sicherzustellender Ergebnisorientierung. Folgende Aspekte sind bei GAT dominant: Die Raum- und Zeitverschiedenheit auch unter crossculture-Perspektive mit einem hohen Grad an Virtualität ergeben einen speziellen Fokus auf IT-gestützte Interaktionen.

Gerade diese Aspekte beinhalten eine Komplexität, die die Zusammenarbeit von GAT erschweren kann. Abbildung 1 veranschaulicht Barrieren von weltweit agierenden Teams in Form von Pyramiden. Die erste Pyramide nennt Barrieren durch unterschiedliche Geschäftsprozesse. Damit sind Nicht-standardisierte Arbeitsabläufe und -prozesse gemeint, aber auch eine nicht-eindeutig definierte Festlegung von Rollen und Regeln der jeweiligen Verantwortlichen. Bei der zweiten Pyramide handelt es sich um technische Barrieren. Darunter sind Störfaktoren zu verstehen, die mit den IT Tools für global agierende Teams korrespondieren. Diese Tools können aufgrund ihres Integrationsgrades technische Hürden beinhalten und Interaktionsprozesse ungünstig beeinflussen. Hierzu gehören z. B. unterschiedliche Anwenderkenntnisse der eingesetzten Tools, die fehlende Akzeptanz, Pflege oder Usability von Tools. Die Blockaden der dritten Pyramide sind sehr vielfältig. Sie betreffen die verschiedenen Organisationsformen und -abläufe sowie die Berücksichtigung der unterschiedlichen „Zeitfenster“, die eine gemeinsame Bearbeitung der Aufgabe ermöglichen. Gleichzeitig spielen in dieser Pyramide die jeweiligen kulturellen Werte, Normen und Verhaltensweisen eine ganz bedeutende Rolle. Für einen Großteil der Teammitglieder ist Englisch z. B. die Zweitsprache, was zu Störfaktoren in der Kommunikation führen kann. Werden diese Barrieren „aufaddiert“, entstehen sogenannte „unvernetzte lokale Teams“. Anders gesagt immer dann, wenn sich die Mitglieder wenig in das GAT eingebunden fühlen und sich eher als „Einzelkämpfer ohne Landkarte“ sehen.



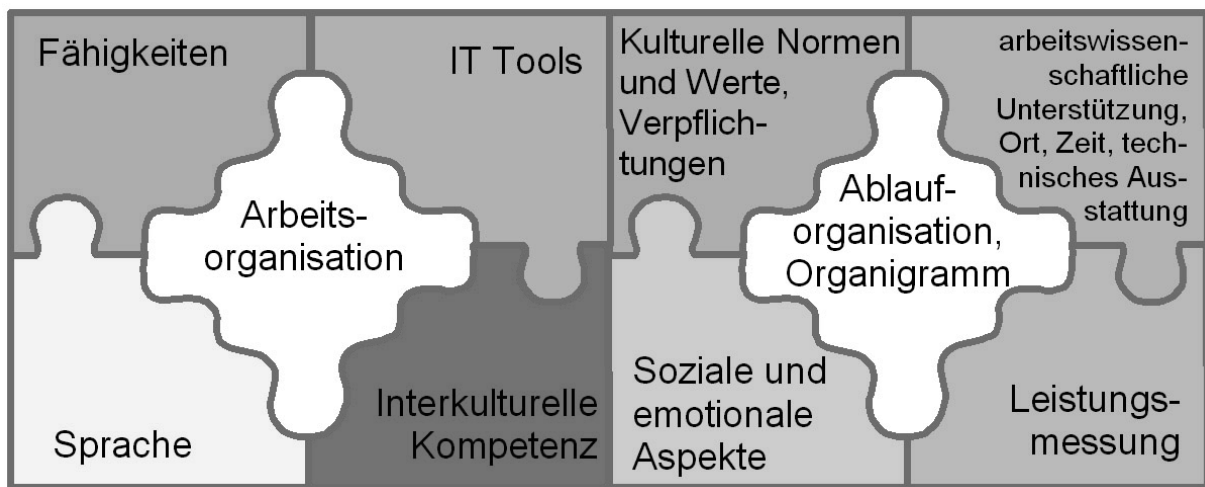
**Abbildung 1:** Barrieren von global agierenden Teams (adaptiert nach Probst et al. 1999)

Das untersuchte Team ist in 11 Ländern vertreten. Die Ansiedlung der Teammitglieder erstreckt sich von Asien über Europa bis hin nach Nord- und Lateinamerika. Die Mitglieder sind zum einen in einem lokalen Team verankert, mit der jeweiligen spezifischen Organisation sowie formalen Restriktionen, und zum anderen in einem globalen Team vertreten, in dem gemeinsame Projekte oder Teilaufgaben im Vordergrund stehen. Diese zweigleisige Zugehörigkeit führt zu verschiedenen Einschränkungen, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sowie der Nutzung unterschiedlicher Kommunikationswege.

### 3. Methode

Aus der IST-Analyse wurden folgende Aufgabenfelder abgeleitet (vgl. Abbildung 2). Im Laufe der Vorstudie wurden leitfadengestützte Telefoninterviews mit ausgewählten Teammitgliedern durchgeführt. Die notwendigen Inhalte orientierten sich an standardisierten Methoden zur Erfassung und Analyse von Arbeitstätigkeiten, z.B. das TBS – Tä-

tigkeitsbewertungssystem (Hacker, Fritsche, Richter & Iwanowa, 1995), und an den Anforderungen des Unternehmens (orientiert an den Aufgabenfeldern der IST-Analyse). Das TBS umfasst zum einen die Erhebung der objektiven Möglichkeiten für die Förderung von Fähigkeiten und Einstellungen durch die Tätigkeit sowie zum anderen die subjektiven Determinanten wie z.B. die Wertvorstellungen und emotionale Bewertungen von objektiven Gegebenheiten (vgl. Hacker et al. 1995, S. 14). Es wurden darüber hinaus weitere Methodenansätze aus Mitarbeiterbefragungen verschiedener Autoren berücksichtigt (vgl. Borg 2003; Connolly & Connolly 2005; Domsch & Ladwig 2006). In Ergänzung zu den durchgeführten Interviews wurde im Anschluss zusätzlich eine differenzierte Online-Befragung durchgeführt, die sich aus drei normierten Verfahren zusammensetzte: JDS – Job Diagnostic Survey von Hackman & Oldham (1975), KUK – Kurzskala zur Erfassung der Unternehmenskultur von Jöns (in Druck), VSM – Values Survey Module 2008 von Hofstede et al. (2008).



**Abbildung 2:** Aufgabenfelder aus der IST-Analyse

Arbeitsorganisatorische Lösungen sind in Abhängigkeit des qualitativen Niveaus des Zusammenwirkens von Interaktionsintensität, kognitivem Aufwand sowie Problemlösung zu sehen. Es ist neben virtuellen Kommunikationsformen – besonders in der Anfangsphase von Projekten (z.B. Forming; vgl. Tuckman 1965) – ein Mindestmaß an face-to-face-Interaktion notwendig. Hierzu wurde erstmalig eine internationale Academy für das GAT konzipiert und realisiert.

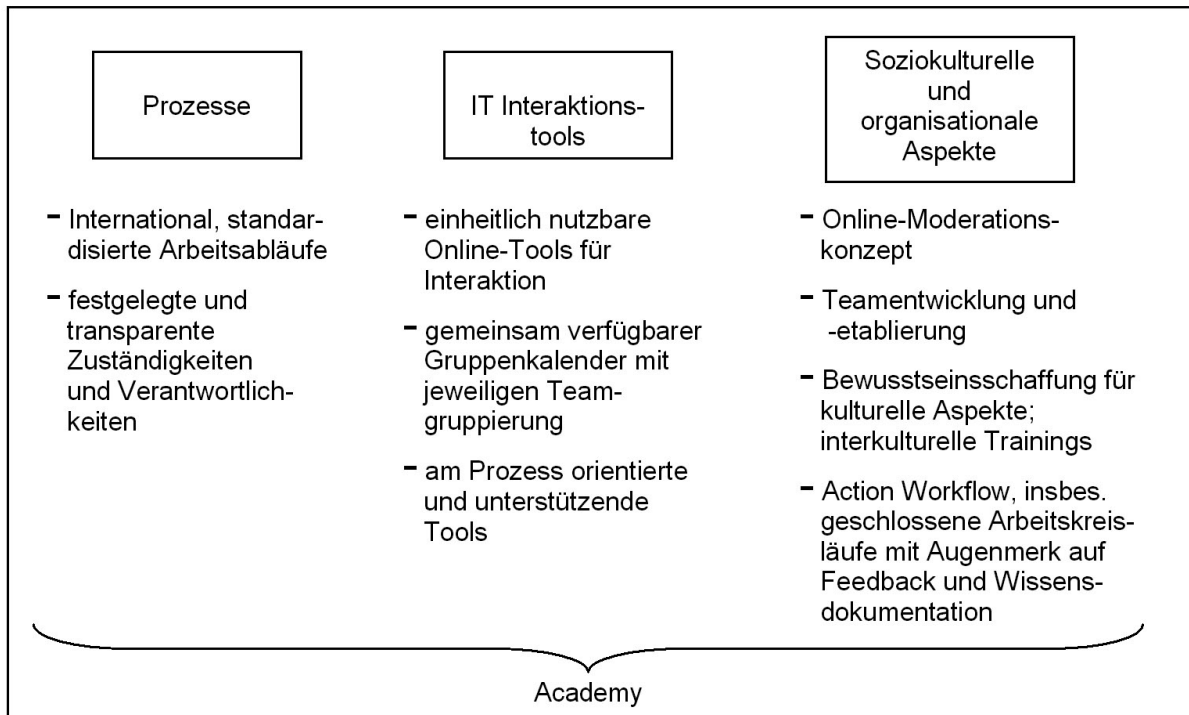
Ein wichtiges Kernstück der Hauptstudie stellte die Academy im September 2008 in México dar. Das didaktische Konzept der Academy setzt sich aus Trainings, Erfahrungsaustausch, problemlösungsorientierter Moderation von Simulationsbeispielen und fachlichen Inputs zusammen.

#### 4. Ergebnisse

Aufbauend auf den beschriebenen Barrieren globaler Teams und den Befragungsergebnissen lag der Schwerpunkt des Projektes auf folgenden drei Arbeitspaketen:

- Geschäftsprozesse, Regeln und Rollen
- IT Interaktionstools
- Soziokulturelle und organisationale Determinanten.

Ein Überblick der Inhalte in den genannten Bereichen ist in Abbildung 3 dargestellt. In der Academy wurden alle Themen gleichermaßen berücksichtigt.



**Abbildung 3:** Themen von global agierenden Teams innerhalb des Projektes

## 5. Fazit

Der Projektverlauf mit arbeitswissenschaftlicher Unterstützung und die Projektergebnisse machen deutlich, dass nicht nur teaminterne und externe Kommunikation gefördert und verbessert wurde, sondern auch die Positionierung des GAT im global aufgestellten Konzern gestärkt werden konnte. Hierbei kommt der Institutionalisierung der Organisation international agierender Teams, deren Vernetzung im Organismusprozess des Unternehmens und ihrer konstanten Betreuung eine besondere Bedeutung zu. Entscheidend ist die Stärkung der Kompetenzen der Teammitglieder. Dies beinhaltet in der Folge auch, dass sie gemeinsame, global nutzbare Arbeitswerkzeuge benötigen und sich auch in soziokultureller Hinsicht gegenseitig kennen und einander vertrauen müssen. Das bedeutet konkret, dass es wichtig ist, die Mannschaft zu konsolidieren, zu orientieren und sie umfassend für die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen der globalen Zusammenarbeit fit zu machen.

## 6. Literatur

1. Jöns, I. im Druck, KUK- Kurzskala zur Erfassung der Unternehmenskultur. In: W. Sarges & H. Wottawa (Hrsg.), Handbuch wirtschaftspsychologischer Testverfahren, Band 2: Organisationspsychologische Instrumente. Lengerich: Pabst Science Publishers.
2. Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. 1999, Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Wiesbaden: Gabler.
3. Borg, I. 2003, Führungsinstrument Mitarbeiterbefragung. Göttingen: Hogrefe.
4. Connolly, P.M. & Connolly, K.G. 2005, Employee opinion questionnaires. San Francisco: John Wiley.



## Unternehmenskulturell verankerte Innovationsprojekte für KMU

Yvonne PAARMANN, Ernst Andreas HARTMANN und Sonja SCHMICKER

*Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung,  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Innovationen sind dann erfolgreich, wenn das Zusammenspiel zwischen den technologischen Entwicklungen und den Anforderungen an den Menschen gelingt. Dies wird maßgeblich unterstützt durch eine Unternehmenskultur, die Innovationen fördert. Erst die Möglichkeit und die Bereitschaft zum Erkennen bisher nicht oder unzureichend genutzter unternehmenskulturell verankerter Potenziale sowie der selbstkritische Umgang mit altbewährten Verhaltensweisen ist die Basis erfolgreicher Innovationsprojekte. Dies ist Voraussetzung für nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg bei gleichzeitig positiver Weiterentwicklung einer innovationsförderlichen Unternehmenskultur.

**Schlüsselwörter:** Innovationsförderliche Unternehmenskultur, KMU, Exemplarische Gestaltung.

### 1. Einleitung

Kleine und mittlere Unternehmen mit ihren Besonderheiten benötigen spezifische Wege für das Umsetzen von Produktinnovationen. Diese Innovationen sind trotz positiver Trendabzeichnungen in ihrer Mehrheit nicht immer originär. Der Anteil der Produktinnovatoren im Mittelstand ist zwischen 2002 und 2006 um 6 Prozentpunkte auf 37 % gestiegen. Bei den Prozessinnovatoren konnte nur ein Anstieg von 18 auf 20 % verzeichnet werden und die Quote der originären Innovatoren war sogar leicht von 8 auf 7 % rückläufig. Der Mittelstand hat somit zwischen 2002 und 2006 seine Innovationskraft zwar gestärkt, aber vorrangig durch die Ausweitung von Produktinnovationen (vgl. Reize 2007).

Doch oftmals fehlt der Fokus auf Sozial- und Personalinnovationen als qualifizierungs- und motivationstreibende Kraft für diverse Neuerungsvorhaben im Unternehmen, die im folgenden Beitrag insbesondere betrachtet werden.

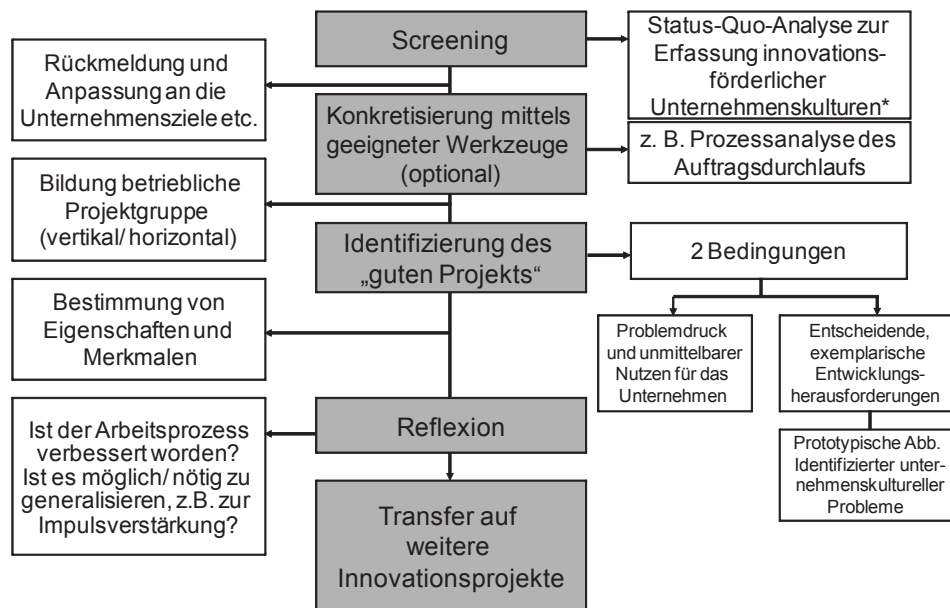
Anhand von ausgewählten Innovationsprojekten der betrieblichen Praxis kleiner und mittlerer Unternehmen des Maschinenbaus sowie der Ingenieurdienstleistung wird herausgearbeitet, dass Sozial-, Prozess- und Produktinnovationen jeweils indirekten, wechselseitigen Einflüssen unterliegen, die wesentlich für das gewinnbringende Innovieren sind. Die dabei untersuchte Unternehmenskultur ist sowohl entscheidender Ausgangspunkt als auch wesentlicher Aktionsfokus zur Potenzialerkennung einer kulturimmanenten Weiterentwicklung für unternehmens-spezifische Innovationsprojekte mit ihren konkreten Problemlagen.

Die Lösung für erfolgreiche Innovationsprojekte kleiner und mittlerer Unternehmen besteht in der Exemplarischen Gestaltung, einer eigens dafür entwickelten Methode, welche ihren Mehrwert in der Verbindung von Sozial-, Prozess- und Produktinnovation mit unternehmenskulturell verankerten Denk- und Verhaltensweisen hat.



## 2. Methode der Exemplarischen Gestaltung

Unter Anwendung der Exemplarischen Gestaltung können Innovationsprojekte in Unternehmen befördert werden. Gleichzeitig wird die Unternehmenskultur der untersuchten Organisation analysiert sowie unternehmenskulturell verankerte Probleme identifiziert und behoben. Entscheidend ist: Es ist keine von der eigentlichen Arbeit des Unternehmens losgelöste Methode, sondern eine an den unternehmenskulturellen Schwierigkeiten der Unternehmen orientierte Problemlösung. Damit unterscheidet sich dieses methodische Vorgehen von üblichen Organisationsinterventionen.



**Abbildung 1:** Ablauf der Exemplarischen Gestaltung (nach: Paarmann & Schmicker 2008)

## 3. Innovationsprojekte aus der Praxis

Anhand von ausgewählten Beispielen der betrieblichen Praxis kann aufgezeigt werden, dass die Methode der Exemplarischen Gestaltung Innovationsprojekte in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) unter Berücksichtigung ihrer unternehmenskulturellen Verankerung befördert. Dabei hat die Anwendung der Exemplarischen Gestaltung spezifische Auswirkungen auf Sozial-, Prozess- und Produktinnovationen der Unternehmen.

Über den originär entwickelten Ablauf der Exemplarischen Gestaltung (siehe Abbildung 1) können unterschiedliche Effekte auf die genannten Innovationsarten erreicht werden.

Bei der Betrachtung von Innovationen wird oftmals die Perspektive der Sozialinnovation eingeschränkt beachtet. Annehmbar ist (Hartmann, 2007, ProKul-Abschlussagung), dass Sozialinnovationen – etwa über Qualifizierungs- und Motivationseffekte – indirekten Einfluss auf Prozess- und Produktinnovationen haben. Derzeitig ist diesbezüglich eine Trendwende zu beobachten, die ausgehend vom Mangel an Fach- und Führungskräften zur stärkeren Betrachtung von Sozialinnovationen führt.

Unternehmenskultur steht in enger Beziehung zu Sozialinnovationen, das heißt Veränderungen, die auf die Leistungsvoraussetzungen (Können, Motivation) und die

tatsächliche Leistung von arbeitenden Menschen Einfluss haben. Gemeint sind aber auch Veränderungen der Organisation selbst, etwa in Hinblick auf Kompetenzverteilung und organisationale Lernfähigkeit.

Sozialinnovationen haben somit zumeist indirekte Auswirkungen auf Produkt- und Prozessinnovationen, das bedeutet:

- Veränderungen von menschlichen Lern- und Kreativitätsprozessen im Hinblick auf Prozesse und Produkte sowie
- Veränderungen der Wahrscheinlichkeit, dass kreative Lösungen auch artikuliert und implementiert werden.

In einem betrieblichen Anwendungsfall konnte eine entscheidende Sozialinnovation eingeführt und umgesetzt werden: ein der vorliegenden Unternehmenskultur angepasstes Anreizsystem zur Beurteilung und Honorierung gewerblicher Leistungsträger im Unternehmen. Hierdurch wurden sowohl eine erhöhte Mitarbeiterzufriedenheit als auch eine Leistungssteigerung erreicht.

Weitere betriebliche Fallbeispiele, z.B. bezogen auf Produkt- und Prozessinnovationen, zeigten nachhaltig wirksame Ergebnisse im Hinblick auf die Optimierung der Kommunikations- und Informationsflüsse an den Schnittstellen der Unternehmensbereiche sowie der Einführung handhabbarer Methoden und Instrumente der Projektabwicklung entlang der Produktentwicklung. Auch positive Auswirkungen auf die Außendarstellung der Unternehmen konnten erzielt werden, so beispielsweise die bessere Befriedigung der Kundenbedürfnisse durch Verkürzung der Durchlaufzeiten bei auftragsgebundenen, kundenspezifischen Produktentwicklungen.

#### 4. Fazit

Die Lösung für erfolgreiche Innovationsprojekte besteht in der Exemplarischen Gestaltung, einer eigens dafür entwickelten Methode, welche ihren Mehrwert in der Verbindung von Sozial-, Prozess- und Produktinnovation mit unternehmenskulturell verankerten Denk- und Verhaltensweisen hat. Bei jeder unternehmerisch zu lösenden Innovationsproblematik spielt die gelebte Kultur eines Unternehmens die ausschlaggebende Rolle. Welche Rolle das konkret ist, klärt das schrittweise, methodische Vorgehen der Exemplarischen Gestaltung. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ist die Exemplarische Gestaltung ein pragmatischer, effektiver und effizienter Ansatz der Arbeitsprozessgestaltung.

#### 5. Literatur

1. Paarmann, Y. & Schmicker, S. 2008, Status-Quo-Analyse zur Erfassung innovationsförderlicher Unternehmenskulturen, Praktischer Handlungsleitfaden (mit CD), Institutsdruck. Magdeburg: Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung.
2. Paarmann, Y., Faber, T. & Dörlemann, B. 2008, Innobonus. Instrument zur kulturunterstützenden Entwicklung von Anreiz- und Belohnungssystemen (mit CD), Institutsdruck. Magdeburg: Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung.
3. Reize, F. 2007, Repräsentative Analyse zu Investitionen und Innovation kleiner und mittlerer Unternehmen. Frankfurt am Main: KfW.
4. Schmicker, S., Hacker, W. & Hartmann, E.-A. (Hrsg.) 2008, Innovationsförderliche Unternehmenskulturentwicklung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), Institutsdruck. Magdeburg: Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung.



# Gestaltung flexibler Beschäftigungsmodelle und Personaleinsatzstrategien in kleinen und mittleren Unternehmen

Sonja SCHMICKER und Silke SCHRÖDER

*METOP GmbH, An-Institut der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Sandtorstraße 23, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Die wirtschafts- und arbeitsmarktpolitische Situation in Deutschland erfordert die Suche nach neuen Beschäftigungsmodellen. „Beschäftigungsfähigkeit durch Flexibilität und Sicherheit“ als neuer Ansatz zur Mobilisierung und Flexibilisierung des Arbeitsmarktes und zum Aufbau einer für die Unternehmen erforderlichen flexiblen Belegschaftsstruktur und flexiblen Personaleinsatzstrategien sind hierfür zukunftsweisend.

**Schlüsselwörter:** Beschäftigungsmodelle, Personaleinsatzstrategien, Poolbildung, temporäre Arbeitszeitmodelle.

## 1. Einleitung

Die Gegenwart der Arbeit zeigt, dass neben den „klassischen“ Arbeitsverhältnissen neue flexible Beschäftigungsformen einerseits und flexible Personaleinsatzstrategien andererseits an Bedeutung und Wichtigkeit zunehmen.

Die aktuelle Situation der konjunkturellen Abschwächung bestätigt in besonderem Maße eine Notwendigkeit zu mehr Flexibilität, Sicherheit und Stabilität in einer modernen auf Wirtschaftswachstum und nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit ausgelegten Arbeitswelt. So wird nach Untersuchungen des Institutes für Wirtschaftsforschung Halle die Zahl der Erwerbstätigen in den neuen Bundesländern im Jahr 2009 rund 20.000 unter dem Vorjahresniveau liegen (Arbeitsmarktreport IV. Quartal 2008). Im Großen und Ganzen deuten die vorliegenden arbeitsmarktpolitischen Befunde auf eine typische Entwicklung des Auf und Ab der Konjunktur hin (Walwei 2008). Flexible Personaleinsatz- und -entwicklungskonzepte für längerfristige Arbeitsmarktprojektionen, die sowohl wirtschaftliche als auch sozialgerechte Lösungen in den Mittelpunkt stellen, sind offensichtlich mehr denn je erforderlich.

Insgesamt fehlen dazu empirische und theoretische Forschungsergebnisse, die das Beziehungsgeflecht Flexibilität, Stabilität, soziale Sicherheit und Qualität der Arbeit untersuchen (Seifert 2008). Sowohl die Europäische Arbeitsberichterstattung als auch der DGB-Index Gute Arbeit liefern zwar erste empirische und methodische Grundlagen, konzentrieren sich aber vordergründig auf abhängige Beschäftigungsformen und bauen auf Erkenntnissen der psychologischen Arbeitsanalyse sowie persönlichkeitsförderlichen Arbeitsaufgabengestaltung (Ulich 1998; Hacker 2005; Dunkel 1999) auf, die sich in ihren Analyse- und Bewertungskriterien im wesentlichen wiederum auf Formen der traditionellen Erwerbsarbeit beziehen.

Der Ansatz „Beschäftigungsfähigkeit durch Flexibilität und Sicherheit“ kann eine Antwort auf die Frage sein, wie man den Herausforderungen des modernen Arbeitsmarktes begegnen und gleichzeitig die Flexibilität, Sicherheit und Stabilität erhöhen kann. Zum Beispiel versucht der Europäische Flexicurity-Ansatz Konzepte für die erforderliche Flexibilität auf dem europäischen Arbeitsmarkt mit Beschäftigungssicherheit für den Menschen insbesondere im transnationalen Vergleich, auch aufgrund der

immer noch bestehenden arbeitsmarktpolitischen Segmentierung, zu synchronisieren. Flexibilität, Sicherheit und Stabilität stehen dabei in einem aufeinander abzustimmenden durchaus nicht konfliktfreien Wechselverhältnis. Flexicurity, die Balance zwischen Flexibilität und Sicherheit, legt das Gewicht eben nicht auf Arbeitsplatzsicherheit, sondern auf Beschäftigungssicherheit. Flexicurity beruht auf der Überzeugung, dass Unternehmen und ihre Mitarbeiter eher zu Veränderungen bereit sind, wenn für Unternehmen ein flexibles Beschäftigungsnetz und für ihre Mitarbeiter ein gutes Sicherheitsnetz vorhanden sind.

Die Unternehmen müssen sich den Ansprüchen einer steigenden Flexibilisierung stellen. Sie verfolgen entweder eine Strategie der internen und/oder der externen Flexibilisierung. Zu der externen Flexibilisierung zählen vor allem der Abschluss befristeter Arbeitsverträge, Nutzung von Leiharbeit, Outsourcing, aber auch der Aufbau und die Entwicklung von Lern- und Personalpools, auf die die Autoren ihren Fokus legen. Temporäre Arbeitszeitmodelle und Arbeitszeitkonten hingegen sind eher Beispiele für interne Flexibilisierung. Diese Flexibilisierung setzt hingegen ihren Schwerpunkt auf den „Kern“ im Unternehmen und berücksichtigt auch dessen Stabilisierungsanforderungen.

Ein gewichtiger Teil der Prozess- und Produktinnovationen kommen in Deutschland aus kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die auch die Mehrheit der Arbeitsplätze stellen. KMU sind nicht selten abhängig, z. B. als Zulieferer von den großen Unternehmen. KMU haben in der Regel eine weniger mächtige Lobby und Finanzkraft. Diese Bedingungen führen zur Selektion, zum Überleben nur der Unternehmen mit optimaler und insbesondere flexibler Betriebs- und Arbeitsorganisation. Man ist versucht zu behaupten, dass der Selektionsdruck die überlebenden KMU zu Musterstätten der Innovationskultur macht, von denen im Sinne des Benchmarking zu lernen ist. So finden wir bereits einen breiten Fundus informeller flexibler Arbeits- und Beschäftigungsformen bzw. Arbeitskombinationen vor (Hacker 2005; Quaas 2008; Sattes et al. 1995).

## **2. Konzeptioneller Ansatz**

Insgesamt benötigen KMU einen umfassenden Flexibilisierungsansatz, der u. a. Maßnahmen der internen und externen Flexibilisierung umfasst, die frühe ausbildungsbegleitende Beschäftigung von potentiellen Fachkräften berücksichtigt und kulturelle Fragestellungen auf Unternehmens- und Netzwerkebene zur Vertrauensbildung als Rahmenkonzept einbezieht.

Flexibilisierungsformen besitzen mindestens zwei Bewertungsdimensionen, eine organisations- bzw. unternehmensbezogene und eine individuelle. Aus diesen zwei Dimensionen ergeben sich bestimmte Ausgangsbedingungen (Einflussfaktoren), die die konkrete Gestaltungslösung unter räumlichen, zeitlichen, vertraglichen und entgeltendifferenzierenden Gestaltungsaspekten beeinflussen. Je nach Konfiguration der Ausgangsbedingungen ergeben sich spezifische Flexibilisierungsstrategien und Lösungsmuster.

Insbesondere die nachfolgend beschriebenen Konzepte werden in Abhängigkeit von den beschriebenen Dimensionen, Einflussfaktoren und Gestaltungsaspekten auf ihre Anwendbarkeit in KMU vertieft untersucht.

### ***2.1 Regionale Lern- und Personalpools – ein konzeptioneller Ansatz***

Lernpools sind Teams, die zur bedarfsgerechten und/oder regional orientierten Fachkräftegewinnung in einem Qualifizierungsprojekt auf eine Tätigkeit im Rahmen von Neuanstellungen, Erweiterungsinvestitionen oder der Entwicklung von Unternehmen und Unternehmensnetzwerken vorbereitet werden. Die Vorbereitung erfolgt über Praxisexkurs, Training, Coaching, Mentoring sowie fachliche und überfachliche Schulungsmaßnah-

men. Über die eingeleiteten Maßnahmen sollen die einzelnen Teammitglieder eine Beschäftigung aufnehmen. Dabei werden den Teammitgliedern grundsätzlich zwei Wege eröffnet. Je nach Bedarf münden sie entweder in eine Vollbeschäftigung in dem jeweiligen Praxisunternehmen oder werden in einem regionalen Personalpool aufgenommen (Schmicker & Schröder 2008).

Regionale Personalpools stellen eine Alternative zur klassischen Erwerbsarbeit dar. Sie sind branchenbezogen regional ausgerichtet und als ein selbstorganisierendes Team im Sinne des „Angestellten Freiberuflers“ gestaltet. Mit einem regionalen Personalpool wird eine leistungs- und aufgabenorientierte Zusammenführung von Unternehmen und hochgradig spezialisierten Fachkräften angestrebt. Damit kann ein bedarfsgerechter flexibler Einsatz hoch qualifizierter Fachkräfte erzielt werden (Schmicker & Schröder 2007). Die Arbeit in den jeweiligen Unternehmen ist über Arbeitnehmerüberlassung oder befristete Arbeitsverträge bzw. Teilzeitverträge geregelt. Über einen Arbeitgeberzusammenschluss findet die Poolorganisation statt. In Phasen des Nichteinsatzes sind Personalentwicklungsmaßnahmen systematisch geplant. Hierzu werden entsprechende finanzielle Rückstellungen gebildet.

Eine erste explorative Untersuchung an Studierenden zeigt, dass der konzeptionelle Ansatz der regionalen Lern- und Personalpools insgesamt positiv beurteilt wurde. Untersucht wurden verschiedene Dimensionen der Arbeitszufriedenheit, Arbeitsgestaltung im Kontext zu soziodemographischen und –ökonomischen Hintergrundvariablen. Positiv bewertet wurden z. B. das hohe Ausmaß kurzfristig erreichbarer Berufserfahrung, der hohe fachliche Anspruch der Tätigkeiten und der Abwechslungsreichtum, die Variabilität in der Arbeit. Arbeitsgestalterisch ist der ideale regionale Personalpool so auszurichten, das die Poolorganisation seinen Mitarbeitern flexible Arbeitszeiten, kurze Anfahrtswege und wenige Unternehmenswechsel ermöglicht. Der konzeptionelle Ansatz der regionalen Lern- und Personalpools wird von den Studierenden vorrangig für die berufsbiografischen Abschnitte Berufseinstieg und Studium präferiert.

Zum anderen wurde mit dem Hamburger Persönlichkeitsinventar (Andresen 2002) ein Zusammenhang zwischen der Persönlichkeit eines potentiellen Poolmitarbeiters und der Einstellung gegenüber regionalen Personalpools festgestellt. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden gebildeten Gruppen Pro- und Contra-Pool lagen auf den Skalen Extraversion und Altruismus vor. Die Gruppe Pro-Pool zeichnet sich durch eine höhere sozial-interaktive Erlebnisbereitschaft aus und haben ein erhöhtes Abwechslungsbedürfnis im Gegensatz zur Gruppe Contra-Pool. Ferner ist die prosoziale Orientierung bei der Gruppe Pro-Pool stärker ausgeprägt im Vergleich zur Gruppe Contra-Pool. Dies beinhaltet auch ein gesteigertes Bedürfnis nach Harmonie und Kooperation. Diese Eigenschaften sprechen für die Beschäftigung in einem regionalen Personalpool.

## *2.2 Temporäres Arbeitszeitmodell – ein konzeptioneller Ansatz*

Ein temporäres Arbeitszeitmodell wird individuell für einen Mitarbeiter in einem Unternehmen für die Dauer eines strategischen und gezielten Personalentwicklungsprogramms für simultanes Studieren und Arbeiten entwickelt. Es kombiniert eine Vollzeit- und Teilzeitbeschäftigung mit Freisetzungszeit. Die Merkmale eines temporären Arbeitszeitmodells sind die ausbildungsbegleitende Wirksamkeit, langfristige Planung, zeitliche Flexibilität und arbeitsvertragliche Regelung. Zusätzlich werden bspw. über Langzeitbeschäftigungskonten Entgelt und Zeit erfasst und ausgeglichen. Die Ziele eines solchen Ansatzes sind die frühe ausbildungsbegleitende und bedarfsgerechte Fach- und Führungskräfteentwicklung, die frühzeitige Bindung von Fachkräften an regionale Unternehmen (insbesondere KMU), die Verknüpfung der theoretischen Grundlagenausbildung mit einer praxisbezogenen Tätigkeit im Unternehmen und vor allem die Sicherung der Zufriedenheit junger Mitarbeiter (Hamann 2005; Schmicker & Lüder 2008).



### 3. Fazit

Der aufgezeigte Forschungsansatz besteht darin, innovative, flexible, praxisgerechte Personaleinsatzkonzepte unter Einbeziehung interner und externer Flexibilisierungsstrategien für kleine und mittlere Unternehmen zu entwickeln, und in Form eines Handlungsleitfadens und Baukastensystems für KMU aufzubereiten. Das bedeutet im Einzelnen die Entwicklung eines Handlungsleitfadens für den betrieblichen Anwender, der beschreibt, wie in diesem Prozess systematisch und strategisch vorgegangen werden soll, um derartige Konzepte für das einzelne Unternehmen zu entwickeln. Lösungen auf diesem Gebiet sind erfahrungsgemäß nicht einfach eins zu eins übertragbar, wohl aber die Vorgehensweise zur Lösungsfindung.

Ferner gilt die Entwicklung eines Baukastensystems, d. h. eine systematisierte Sammlung intern und extern induzierter Flexibilisierungsstrategien (bezogen auf den Personaleinsatz). Hier gilt besonders die Beantwortung der Frage, welche konkrete Flexibilisierungsstrategie in Abhängigkeit von bestimmten Marktsituationen und -anforderungen, Unternehmensstrategien, Personalsituationen zweckmäßig ist und welche erfolgssichernden Rahmenbedingungen dafür einzuhalten sind.

Die Arbeiten der Autoren zielen dabei auf die Entwicklung eines umfassenden Werkzeuginstrumentariums für die Unterstützung von KMU. Neben arbeitswissenschaftlichen Fragen werden insbesondere auch betriebswirtschaftliche Aspekte in die Untersuchungen einbezogen.

### 4. Literatur

1. Dunckel, H. 1999, Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Zürich: vdf.
2. Hamann, W. 2005, Arbeitszeit flexibel gestalten. Vollzeit – Teilzeit – Befristung. Renningen: Expert-Verlag.
3. Sattes, I., Brodbeck, H., Lang, H.-Ch. & Domeisen, H. 1995, Erfolg in kleinen und mittleren Unternehmen. Ein Leitfaden für die Führung und Organisation in KMU. Zürich: vdf.
4. Schmicker, S. & Lüder, K. 2008, Temporäres Arbeitszeitmodell. Ein Instrument der integrativen Personal- und Organisationsentwicklung zur Entwicklung einer innovationsförderlichen Unternehmenskultur. In: Innovationsförderliche Unternehmenskulturentwicklung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Magdeburg: Institutsdruck Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
5. Schmicker, S. & Schröder, S. 2007, Employability in Netzwerken – Vision oder Wirklichkeit. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen. Dortmund: GfA Press, 339-342.
6. Schmicker, S. Schröder, S. 2008, Autonomie im Umbruch - Neue Lebens- und Arbeitsentwürfe am Beispiel von Lern- und Personalpools in regionalen Netzwerken. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 643-646.

# Innovationspotenziale zur Schaffung von Wertschöpfungspartnerschaften und Ressourcenmanagement im ländlichen und strukturschwachen Raum (InnoWert)

Barbara BIERFREUND und Kirsten STAUBACH

*Prospektiv, Gesellschaft für betriebliche Zukunftsgestaltungen mbH,  
Friedensplatz 6, D-44135 Dortmund*

**Kurzfassung:** Es wird ein Ansatz zur Initiierung regionaler Innovationsprozesse über die Entwicklung von unternehmensgetriebenen Wertschöpfungspartnerschaften und Ressourcenmanagement beschrieben, bei dem vier Branchencluster gleichzeitig entwickelt, und über das Thema Ressourcenmanagement miteinander vernetzt werden. Die Integration von Bildungsbausteinen in etablierte Strukturen der Aus- und Weiterbildung sorgt für Nachhaltigkeit.

**Schlüsselwörter:** Regionale und betriebliche Innovationsprozesse, Unternehmenskooperationen, Ressourcenmanagement, Humanressourcen.

## 1. Zielsetzung

Viele strukturschwache Regionen versuchen, durch den Aufbau und die Nutzung neuen Wissens Impulse für Beschäftigung und neues wirtschaftliches Wachstum zu setzen. Diese Prozesse sind in der Regel mühsam, von Rückschlägen gekennzeichnet und scheitern häufig nach einer erfolgreichen Anfangsphase. Dafür sind im wesentlichen zwei Gründe verantwortlich:

- Es gelingt zwar neues „Jedermann-Wissen“ zu mehren, nicht aber ein von anderen Regionen unterscheidbares Wissen aufzubauen: Es fehlt an Alleinstellungsmerkmalen (Volkholz 2004).
- Es wird neues Wissen befristet importiert, das bald wieder verschwindet. Strukturschwache Regionen sind nicht selten Durchlauferhitzer für die Wertschöpfung prosperierender Regionen: Es fehlt an der Verankerung neuen Wissens vor Ort.

Im Rahmen des Projektes InnoWert wird untersucht, inwieweit diese Erfahrungen durchbrochen werden können und welche Faktoren für eine nachhaltige positive regionale Entwicklungsdynamik verantwortlich sind.

Forschungsgegenstand sind 4 Wissenscluster in den Branchen Energie, Wasser, Ernährung sowie Bauen und Wohnen, die durch unternehmensgetriebene Wertschöpfungspartnerschaften entwickelt werden. Das neu entstehende Wissen wird durch Bildungsmaßnahmen lokal gebunden, denn Wissen und die Entstehung von Wissen sind ein zunehmend wichtiger Einflussfaktor regionalen Wirtschaftswachstums (Moldaschl et al. 2009). Für die Entstehung von Wissen spielt die räumliche Nähe in Clustern eine große Rolle, da es gerade am Anfang über informelle Informationswege weitergetragen wird. Aus den Clustern werden unterschiedliche interdisziplinäre Wissensbestände, zukunftsfähige Technologien und Geschäftsmodelle zusammengeführt und regional verankert.

Da die Themenfelder der vier Cluster über eine zukunftssträchtige Relevanz für alle Standorte verfügen, besitzt die Modellbildung zur Übertragbarkeit eine besonders

große Bedeutung.

Die exemplarische Umsetzung erfolgt in der ländlichen und strukturschwachen Region Ahlen im Kreis Warendorf in Nordrhein-Westfalen. Auf dem ehemaligen Gelände der Zeche Westfalen (Stilllegung erfolgte im Jahr 2000) in Ahlen am Rande des Ballungsraums Ruhrgebiet entsteht ein „Innovationszentrum für nachhaltiges Wohnen und Leben, Arbeit und Lernen“ in den genannten Clustern Energie, Wasser, Ernährung sowie Bauen und Wohnen. Die Innovationspotenziale setzen an diesen vier Branchenclustern an, die sich sowohl clusterintern, als auch clusterübergreifend auf die Umsetzung des Nachhaltigkeitskonzeptes ZERI (Zero Emission Research & Initiatives) konzentrieren. Der ZERI-Ansatz basiert auf dem „No waste - Prinzip“. Eine Verschwendung von Rohstoffen findet nicht statt. Im Gegenteil werden diejenigen Produktionsstoffe, die üblicherweise als Abfallprodukte bezeichnet werden, als Rohstoffe für eine anschließende Produktion im gleichen oder anderen Sektor betrachtet und entsprechend weiterverwertet. In Abgrenzung zum bekannten Begriff des „Recycling“ wird im ZERI-Ansatz von „UpCycling“ gesprochen. Dieses Konzept führt zu einer Strategie des sogenannten „UpSizing“. Während „UpCycling“ darauf abzielt, dass der Abfall eines Prozessschrittes auf eine höhere Produktionsebene transformiert wird, stellt UpSizing in den Vordergrund, dass neue Produkte und Arbeitsplätze zur Steigerung der wirtschaftlichen Effektivität und Effizienz geschaffen werden (Pauli 1999; Pauli 2001). Dieser Ansatz besitzt im Zuge der Verknappung von Rohstoffen und Energien eine besondere Bedeutung (BUND 2008).

## 2. Vorgehensweise

Im Cluster Energie werden durch eine Vernetzung regionaler Wertschöpfungsakteure innovative Lösungen und Konzepte zur Gewinnung regenerativer Energie aus Biomasse entwickelt und auf der Zeche umgesetzt. Es entsteht ein Biomassezentrum auf der Zeche Westfalen, das ein Gesamtlösungskonzept für die Energieversorgung der angrenzenden Zechensiedlung mit Sicherstellung von stabilen Preisen darstellt. Für die Befeuerung des Biomassekraftwerks werden Grünschnittabfälle der Stadt Ahlen und Stroh der regionalen Landwirte verwendet. Das Biomassezentrum ist zuständig für die Lagerung, den Transport und die Verwertung der regionalen Biomasse. Zusätzlich zu der Einrichtung der Biomassefeuerungsanlage wird ein Verfahren erprobt, das die Abwärme der Biomassefeuerungsanlage zur Stromerzeugung nutzt. Die Abwärme wird zudem zur Biomassetrocknung genutzt. Darüber hinaus wird an einem neuen Pyrolyseverfahren geforscht, um in einer weiteren Stufe eine alternative Methode zur Gewinnung von Biokraftstoffen zu entwickeln, und in einer darauffolgenden Stufe Grundstoffe zur Kunststoffproduktion für die chemische Industrie nachhaltig zu gewinnen. Die am Ende resultierende Bioraffinerie entsteht so aus der Entwicklung von neuen Produktionskonzepten durch die Integration von Energie- und Stoffkreisläufen. Auch die Nutzung von Solarenergie ist im Cluster Energie vorgesehen. Es ist eine Absorptionskältemaschine entwickelt worden, deren Vermarktung nun erfolgt. So wird im Cluster Energie in Ahlen schrittweise die Forschung und Entwicklung von konkreten Technologien sowie der Aufbau von mehreren kleinen Stoffstromsystemen forciert, die dem Leitbild „Zero Emissions“ und „Zero Waste“ entsprechen.

Im Cluster Wasser wird eine neuartige Anlage zur Aufbereitung von Schwarzwasser, also fäkalienhaltigem Toilettenabwasser, entwickelt. In Verbindung mit den Wiedernutzungsmöglichkeiten von Grauwasser, also dem Haushaltsabwasser, kann eine

nahezu vollständige Wasserautarkie eines Gebäudes hergestellt werden.

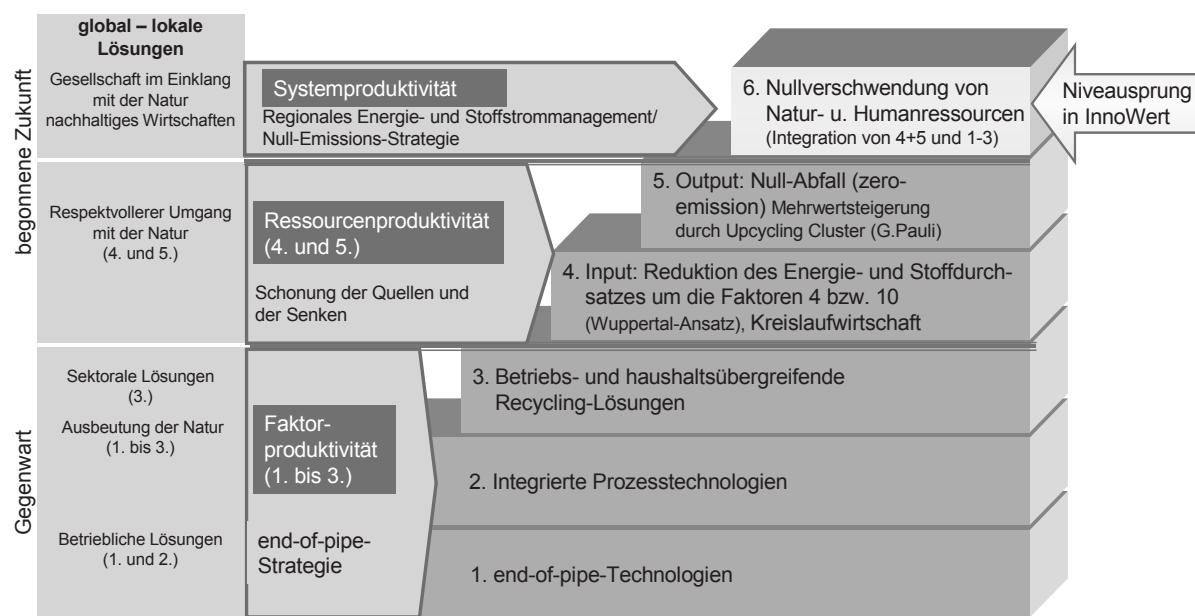
Der Cluster Bauen und Wohnen zielt auf eine Professionalisierung der regionalen Handwerkskooperationen ab, um Konzepte des gesunden und energieeffizienten Bauen und Wohnens zu verwirklichen.

Im Cluster Ernährung wird durch die Kooperation von regionalen Erzeugern ein Bio-Catering-Konzept umgesetzt, um regionale Produkte zu vermarkten. Hier werden auch solche landwirtschaftliche Produkte vermarktet und damit in die Wertschöpfung eingebracht, die nicht den vorgegebenen EU-Standards z.B. hinsichtlich Größe und Form entsprechen und daher üblicherweise als Abfall behandelt werden.

Die vier Cluster sind durch den ZERI-Leitgedanken miteinander vernetzt, also resultieren aus der Verknüpfung der einzelnen Cluster untereinander Synergien, z.B. wie bei Energie mit Bauen und Wohnen, oder Energie und Wasser mit Ernährung durch die Entstehung von hochwertigem Dünger aus Reststoffen der Verbrennung und Wasseraufbereitung.

### 3. Keine Verschwendung von Natur- und Humanressourcen

Der ZERI-Gedanke, keine Naturressourcen zu verschwenden, wurde in der praktischen Umsetzung mit den beteiligten Unternehmen um das Leitbild „keine Verschwendung von Humanressourcen“ ergänzt. Die in Abbildung 1 aufgezeigten Entwicklungsetappen von Umweltlösungen verdeutlichen den Niveausprung, den dieser Ansatz – hier auf der sechsten Stufe dargestellt - für das Ressourcenmanagement bedeutet.



**Abbildung 1:** Entwicklungsetappen von Umweltlösungen (Volkholz 2008)

Ein wesentlicher Bestandteil bei diesem erweiterten ZERI-Ansatz ist es, durch die Entwicklung von Bildungsbausteinen, die Kompetenzen von Zielgruppen jeden Lebensalters zu fördern. Die Vermittlung von Selbstlernkompetenzen und Zukunftsfähigkeit steht dabei im Vordergrund, mit dem Ziel, die Lebensqualität zu steigern und die Arbeitsfähigkeit zu verbessern. Voraussetzung dafür ist sowohl die Organisation von partizipativen Prozessen in den beteiligten Unternehmen und mit den Bürgerin-

nen und Bürgern, als auch die Vermittlung theoretischen Wissens, wie z.B. zum Ressourcenmanagement.

Durch diesen Ansatz werden die Beschäftigten in den Unternehmen in die Lage versetzt, neue Produkte und Dienstleistungen umzusetzen und zu entwickeln. Die Erweiterung der Nachhaltigkeitsdiskussion um den Aspekt der Humanressourcen trägt zudem dazu bei, dass die Arbeit in den beteiligten Unternehmen menschengerecht gestaltet wird. Darüber hinaus werden durch die Einbeziehung von Bürgerinnen und Bürgern einschließlich Kinder sämtlicher Altersstufen auf gesamtgesellschaftlicher Ebene kreative Potenziale freigesetzt, die zu einer dynamischen Clusterentwicklung beitragen.

#### 4. Erfolgsfaktoren

Während sich andere Initiativen zur Regionalentwicklung meist auf die Entwicklung eines Branchenclusters konzentrieren (Sternberg 2005; Cernavin et al. 2005), werden im Beispiel Ahlen vier Cluster gleichzeitig vorangetrieben, die über ein innovatives Konzept – dem ZERI-Ansatz – miteinander vernetzt sind. Die Entwicklung von Bildungsbausteinen mit einem stark ausgeprägten partizipativen Charakter für Zielgruppen aller Altersklassen bildet außerdem eine wichtige Voraussetzung für die regionale Verankerung von Wissen.

Bereits heute steht die Zeche Westfalen in Ahlen als ein deutschlandweites Modell für die Erneuerung von Industriebrachen, das von anderen Regionen verwendet werden kann und ihnen Mut macht, ihre Ideen umzusetzen.

#### 5. Literatur

1. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Brot für die Welt & Evangelischer Entwicklungsdienst (eed) (Hrsg.) 2008, Zukunftsfähiges Deutschland in einer globalisierten Welt, eine Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag.
2. Moldaschl, M. & Stehr, N. (Hrsg.) 2009: Knowledge Economy. Beiträge zur Ökonomie der Wissensgesellschaft. Marburg: Metropolis Verlag.
3. Pauli, G. 2001, „How Fairy Tales Can Become Reality“, An educational strategy, ZERI Educational Initiative, unveröffentlichtes Manuskript. Brüssel.
4. Pauli, G. 1999, UpCycling. Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur für mehr Arbeitsplätze und eine saubere Umwelt. München: Riemann.
5. Sternberg, R. 2005, Clusterbasierte Regionalentwicklung der Zukunft. Kriterien für die Gestaltung. In: O. Cernavin, M. Führ, M. Kaltenbach & F. Thießen (Hrsg.), Cluster und Wettbewerbsfähigkeit von Regionen. Erfolgsfaktoren regionaler Wirtschaftsentwicklung. Berlin: Duncker & Humblot.
6. Volkholz, V. 2008, Bionische ZERI-Cluster als eine Antwort auf Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, Vortrag vor dem Berliner Innovationskreis am 20. Juni 2008, Katholische Akademie Berlin, unveröffentlichtes Redemanuskript. Dortmund.
7. Volkholz, V. 2004, Einzigartigkeit gestalten. Zu Vielfalt und Individualität von Unternehmen. Stuttgart: LOG\_X Verlag GmbH.



# Konzeption eines Anlaufmanagement-Systems

Ulrike UNGER und Birgit SPANNER-ULMER

*Professur Arbeitswissenschaft, TU Chemnitz,  
Erfenschlager Straße 73, D-09125 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Im Folgenden wird das Konzept eines Anlaufmanagement-Systems für produzierende Unternehmen vorgestellt. Dieses bietet zum einen im Sinne eines Leitfadens eine Vorgehensweise für das Anlaufmanagement und stellt zum anderen als Methodenbaukasten Unterstützungstools für die erfolgreiche Bewältigung von Serienanläufen zur Verfügung.

**Schlüsselwörter:** Anlauf-Management, Methoden, Serienanlauf.

## 1. Motivation

Die Kundenorientierung stellt sich produzierenden Unternehmen als große Herausforderung dar, um im internationalen Wettbewerb langfristig bestehen zu können. Aus den Forderungen der Kunden nach individuellen, innovativen und kostengünstigen Produkten folgen eine steigende Variantenvielfalt bei gleichzeitiger Reduktion der Stückzahlen sowie eine Verkürzung der Produktlebenszyklen und

-entwicklungszeiten. Damit nehmen Serienanläufe an Häufigkeit und Komplexität zu, so dass die effektive und effiziente Planung respektive Realisierung von Anlaufprozessen für die Erarbeitung des Deckungsbeitrages und damit den Unternehmenserfolg von immanenter Bedeutung ist.

Doch der internationalen Benchmarking-Studie „Anlaufmanagement für Automobilzulieferer“ zufolge, erreichen 60 Prozent der untersuchten Serienanläufe in diesem Bereich ihre wirtschaftlichen und technischen Ziele nicht (Kirst 2005). Dementsprechend rückt der Serienanlauf als Flaschenhals im Produktprozess zunehmend in den Fokus des Managements. Die bisherige Vorgehensweise bei Neuanläufen wird jedoch nicht deren Komplexität gerecht und beschränkt sich in Form eines technizentrierten Projektmanagements in erster Linie auf die Realisierung des Anlaufprozesses im engeren Sinne. Diese Vorgehensweise greift jedoch zu kurz, vielmehr muss das Anlaufmanagement die für den Erfolg von Anläufen ebenso relevanten Systemelemente Mensch (Mitarbeiter) und Organisation mit berücksichtigen sowie eine Unterstützungsfunktion für den gesamten Produktprozess übernehmen.

## 2. Konzept eines Anlaufmanagement-Systems

Zur Lösung der aufgezeigten Problemstellung wird zurzeit das Konzept eines Anlaufmanagement-Systems entwickelt. Dieses soll zum einen im Sinne eines Leitfadens eine Vorgehensweise für das Anlaufmanagement bieten und zum anderen als Methodenbaukasten Unterstützungstools für die erfolgreiche Bewältigung von Serienanläufen zur Verfügung stellen.

Abbildung 1 visualisiert das Konzept des Anlaufmanagement-Systems, dessen drei Ebenen in den folgenden Ausführungen detaillierter vorgestellt werden.



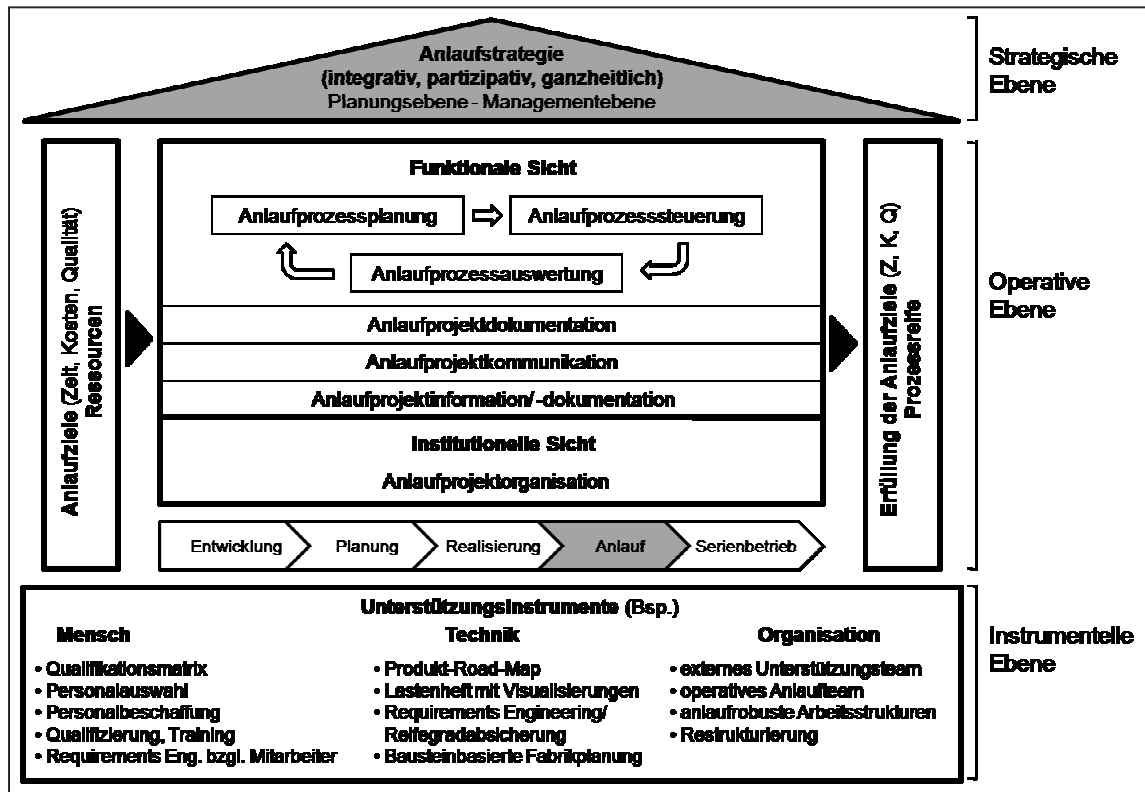


Abbildung 1: Anlaufmanagement-System

## 2.1 Strategische Ebene

Auf der strategischen Ebene werden die Rahmenbedingungen für Serienanläufe festgelegt. Dafür werden vom Management langfristige Anlaufziele, wie die Minimierung der Anlaufzeit und -kosten, vorgegeben sowie deren Realisierung geplant und gesteuert (Winkler 2008). Für den Erfolg des Anlaufes ist es notwendig, in Abhängigkeit von den verfolgten Zielen, eine Anlaufstrategie zu formulieren, die nach Wildemann (2007) folgende Erfolgsfaktoren beinhalten sollte: Transparenz, Strukturierung / Standardisierung, Harmonisierung von Schnittstellen, Stabilisierung, Problemlösungsorientierung sowie Synchronisation von Prozessen.

Darüber hinaus ist es unabdingbar, die Erfolgsfaktoren „Integration“, „Partizipation“ und „Ganzheitlichkeit“ in der Anlaufstrategie zu berücksichtigen (Schulze & Opitz 2007a).

Im Gegensatz zur bisher üblichen strikten Technikorientierung wird das Produktionssystem in diesem Anlaufmanagement-System integrativ betrachtet. Das heißt, neben dem Gestaltungselement Technik werden auch die Elemente Mensch und Organisation über alle Phasen in die Betrachtung einbezogen.

Die Partizipation sieht die Einbindung aller für den Anlauf relevanten und von der Planung betroffenen externen Wertschöpfungspartner (Ausrüster, Zulieferer) sowie der unternehmensintern betroffenen Bereiche und Mitarbeiter in die Anlaufplanung und Entscheidungsfindung vor. Nur durch eine umfassende Partizipation aller Beteiligten kann das bisher verteilt vorhandene spezifische Wissen gezielt gebündelt und für einen erfolgreichen und effizienten Anlauf nutzbar gemacht werden.

Unter dem Begriff Ganzheitlichkeit ist das gleichberechtigte Einbeziehen jeder der fünf Phasen des Produktprozesses - von der Produkt- und Technologieentwicklung

bis zum Serienbetrieb - in den Prozess der Serienanlaufplanung und -realisierung zu verstehen.

## *2.2 Operative Ebene*

Die zweite Ebene umfasst auf Basis der strategischen Rahmenbedingungen die Organisation und Prozesse, die zur Durchführung von Anläufen notwendig sind. Diese Ebene erhält als Input die Zielgrößen (Zeit, Kosten, Qualität) und benötigten Ressourcen von der strategischen Ebene zugeteilt und transformiert diese zu einem serienreifen Produkt, das in geplanter Qualität und geplanten Kosten in den vereinbarten Stückzahlen zum geplanten Termin hergestellt werden kann.

Der Begriff des Managements kann im Allgemeinen aus einer funktionalen und einer institutionellen Sicht betrachtet werden. Übertragen auf das Anlaufmanagement im Speziellen betrifft das aus funktionaler Sicht die Aufgaben, die zur Realisierung des Anlaufes notwendig sind. Dabei gilt es, die für den Anlauf relevanten Prozesse permanent zu planen, zu steuern, auszuwerten und gegebenenfalls Maßnahmen zur Anpassung durchzuführen, um die Zielstellungen einzuhalten. Aus institutioneller Sicht spricht das Anlaufmanagement die beteiligten Personen und Instanzen an, die im Rahmen ihrer Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Serienanlauf in eine Projektorganisation einzubinden sind. Um der Forderung nach Partizipation gerecht zu werden, ist es notwendig, alle relevanten Interessengruppen in die Projektorganisation einzubeziehen. Im Sinne der Ganzheitlichkeit ist es zudem erforderlich, die Projektorganisation bereits in den frühen Phasen des Produktprozesses aufzusetzen, um bereits im Vorfeld Anlaufproblemen vorzubeugen und damit die Kosten niedrig zu halten.

Um Fehler und Doppelarbeiten zu reduzieren sowie auftretende Probleme in Folgeanlaufprojekten aufgrund des vorliegenden Erfahrungswissens schnell erkennen zu können oder erst gar nicht entstehen zu lassen, sind alle inhalts- und aufgabenbezogenen Informationen im Rahmen der Anlaufprojektdokumentation allen Beteiligten bereitzustellen (Schulze & Opitz 2007b). Die Systemelemente Anlaufprojektkommunikation und Anlaufprojektinformation stellen mit der Implementierung von Kommunikationskanälen die Versorgung aller Beteiligten mit den wesentlichen Informationen hinsichtlich Umfang, Art und Zeitpunkt sicher.

## *2.3 Instrumentelle Ebene*

Entsprechend Abbildung 1 stellt die instrumentelle Ebene konkrete Werkzeuge bereit, die die effiziente Bewältigung von Serienanläufen ermöglichen. Hierbei handelt es sich um Methoden bzw. Unterstützungstools, die nach dem MTO-Ansatz alle für den Anlauf relevanten Ressourcen, das heißt die technischen Anlagen und Betriebsmittel sowie die für den Anlauf erforderlichen Mitarbeiter mit ihren Qualifikationen und deren organisatorische Einbettung, berücksichtigen. Die Auswahl und der Einsatz der Methoden erfolgt in Abhängigkeit von den spezifischen Rahmenbedingungen des zu realisierenden Produktionssystems.

Demnach bietet sich beispielsweise für die Auswahl der für den Serienanlauf benötigten Mitarbeiter die Nutzung von Qualifikationsmatrizen an. Diese geben den Stand der Qualifikation der Mitarbeiter wider und ermöglichen somit die Auswahl geeigneten Personals und/ oder die Ableitung von Maßnahmen zur Erreichung der notwendigen Qualifikationen.

Um den notwendigen Reifegrad der technischen Anlagen für Anläufe sicherzustellen

len, ist es notwendig, mit einem Requirements Engineering die Erfüllung der Anforderungen an diese Anlagen über Quality Gates zu verfolgen. Dazu ist eine enge Kooperation mit den Anlagenlieferanten mit der dafür notwendigen Kommunikations-, Informations- und Dokumentationsstruktur notwendig.

Um den vielfältigen Anforderungen an Mitarbeiter im Serienanlauf gerecht zu werden, sollte in Bezug auf die Organisation auf das Konzept der anlaufrobusten Arbeitsstrukturen zurückgegriffen werden. Es basiert auf einem Kernteam, das durch verschiedene Maßnahmen qualitativ und quantitativ verändert werden kann. Aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit ist das Konzept der anlaufrobusten Arbeitsstrukturen sowohl für den Einsatz im Anlaufprozess als auch für den Serienbetrieb des Produktionssystems geeignet (Unger & Spanner-Ulmer 2007).

### 3. Ergebnisse und Ausblick

Das Konzept des Anlaufmanagement-Systems kann einen wichtigen Beitrag zur effizienten Planung und Realisierung von Serienanläufen leisten. Mit der Berücksichtigung der für Serienanläufe relevanten Erfolgsfaktoren, insbesondere die Integration, Partizipation und Ganzheitlichkeit, ist es möglich, die Anlaufzeit zu verkürzen, die Qualität zu verbessern sowie die Kosten zu verringern. Ein Methodenbaukasten soll die Erschließung von Potenzialen in Bezug auf Mensch, Technik und Organisation unterstützen. Nach der Konzeption des Anlaufmanagement-Systems ist es notwendig, die theoretisch entwickelten Methoden und Instrumente in der Praxis zu evaluieren, gegebenenfalls anzupassen und weiterzuentwickeln, um das Anlaufmanagement-System für produzierende Unternehmen in ein praktikables Konzept zu überführen.

### 4. Literatur

1. Kirst, P. 2005, Anlaufmanagement: Internationales Benchmarking-Projekt - Anlaufmanagement für Automobilzulieferer: Qualität sichern, Anlaufzeit reduzieren, Kosten senken, Bericht. St. Gallen: Kühne Institut für Logistik, Universität St. Gallen.
2. Schulze, R. & Opitz, A. 2007a, Allgemeine Lösungsprinzipien. In: E. Müller (Hrsg.), High Performance Ramp-up - Gestaltungsstrategien für beschleunigte Serienanläufe (HIPER), Band 1. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 7-19.
3. Schulze, R. & Opitz, A. 2007b, Leitfaden für ein effektives und effizientes Anlaufmanagement. In: E. Müller (Hrsg.), High Performance Ramp-up - Gestaltungsstrategien für beschleunigte Serienanläufe (HIPER), Band 1. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 20-73.
4. Ulich, E. & Strohm, O. 1997, Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten. Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation. Zürich: Vdf Hochschulverlag.
5. Unger, U. & Spanner-Ulmer, B. 2007, Strategien zur arbeitsorganisatorischen Gestaltung des Produktionssystems. In: E. Müller (Hrsg.), High Performance Ramp-up - Gestaltungsstrategien für beschleunigte Serienanläufe (HIPER), Band 1. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 114-145.
6. Wildemann, H. 2007, Anlaufmanagement: Leitfaden zur Verkürzung der Hochlaufzeit und Optimierung der An- und Auslaufphase von Produkten. München: TVW-Verlag.
7. Winkler, J. 2008, Konzeption eines Projektmanagement-Audits im Serienanlauf, Diplomarbeit TU Chemnitz. Chemnitz: Professur Arbeitswissenschaft.

# Entwicklung einer Methode zur Prognose von Anlernzeiten

Tim JESKE, Sven HINRICHSSEN, Sven TACKENBERG,  
Sönke DUCKWITZ und Christopher M. SCHLICK

*Institut für Arbeitswissenschaft (IAW), RWTH Aachen University,  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

**Kurzfassung:** Werden Personalneu- oder -umbesetzungen in Fertigung und Montage vorgenommen, wie es beispielsweise im Rahmen von Produktionsanläufen der Fall ist, können die jeweiligen Arbeitspersonen oftmals die geforderten Arbeitsausführungszeiten anfänglich nicht erreichen. Sie benötigen einen ausreichenden Übungsgrad, den sie erst nach einem Zeitraum, der als Anlernzeit bezeichnet wird, erlangen. Da diese Anlernzeit bis heute nicht valide prognostiziert werden kann, sind ungenaue Zeitplanungen die Folge und können bei Produktionsanläufen zu Verzögerungen führen. Das Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen entwickelt daher eine Methode zur Prognose der Anlernzeiten einfacher manueller Tätigkeiten. Eine Beschreibung der entwickelten Methodik sowie erste Zwischenergebnisse und ein detaillierter Stand der Forschung werden im Beitrag vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** Anlernen, Anlernzeit, Zeitplanung.

## 1. Einleitung

Zahlreiche Anlässe, wie Produktionsanläufe, Umstrukturierungsmaßnahmen und Mitarbeiterfluktuation erfordern eine neue oder veränderte Zuordnung von Arbeitspersonen zu Arbeitsaufgaben. Im Rahmen der Planung solcher Veränderungen kann nicht vorherbestimmt werden, wie lange eine Arbeitsperson benötigt, um produktiv zu arbeiten. Produktive Arbeit beschreibt in diesem Zusammenhang das Erreichen bzw. Einhalten einer festgelegten Bezugsleistung. Bei manuellen Tätigkeiten, wie sie in Fertigung und Montage auftreten, wird diese Bezugsleistung meist in Form einer Vorgabezeit definiert. Innerhalb der Vorgabezeit ist die Arbeitsaufgabe von einer Arbeitsperson in einer vorgegebenen Qualität zu erledigen. Zur Bestimmung der Vorgabezeit manueller Tätigkeiten können Systeme vorbestimmter Zeiten (SvZ) wie Methods-Time Measurement (MTM) oder Work Factor (WF) genutzt werden. Da SvZ jedoch zur Bestimmung der Arbeitsausführungszeiten von, wie im Fall von MTM, „mittelgut“ geübten Arbeitspersonen entwickelt wurden, berücksichtigen sie per definitionem nicht den Zeitraum, den eine Arbeitsperson zum Erreichen eines „mittelguten“ Übungsgrads benötigt. Dieser Zeitraum wird als Anlernzeit bezeichnet und kann derzeit nur ex post mit Hilfe von Lernkurven dargestellt und analysiert werden. Diese Lernkurven stellen den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Ausführungen einer genau spezifizierten Arbeitsaufgabe und der dabei erreichten Arbeitsleistung einer Arbeitsperson dar. Eine Übertragung von Lernkurven auf andere Arbeitsaufgaben im Rahmen von Ähnlichkeitsbetrachtungen ist aufgrund der Heterogenität von Arbeitspersonen und Arbeitsaufgaben nur eingeschränkt möglich.

## 2. Stand der Forschung

Ein Zusammenhang zwischen einer häufigen Ausführung einer Tätigkeit und einer Verbesserung von Ausführungsqualität und -geschwindigkeit wurde bereits von Smith und Babbage beobachtet (Smith 1776, Babbage 1832). Die erstmalige Darstellung dieses Zusammenhangs mit Hilfe einer Lernkurve und eine Entwicklung einer zugehörigen Theorie wird Wright (1936) zugeordnet (Laarmann 2005). Dieses Grundmodell einer Lernkurve und ihre mathematische Darstellung wurden von zahlreichen Autoren überarbeitet und hinsichtlich fall- und branchenspezifischer Aspekte modifiziert (Hieber 1991).

Da mit Hilfe dieser anwendungsspezifischen Lernkurven keine detaillierten Aussagen hinsichtlich einer Verbesserung der Anlernung möglich sind, wurden Untersuchungen zur Ermittlung von Anlernmethoden für manuelle Tätigkeiten durchgeführt (Biäsch 1953; Mathieu & Roos 1955). Dabei wurden Anlerngrundsätze ermittelt, die allgemeine Hinweise für ein erfolgreiches Anlernen geben. In einer weiteren Untersuchung wurde der Einfluss von Pausen auf den Anlernprozess und ihre zweckmäßige Gestaltung ermittelt (Iskander 1968). Darauf aufbauend analysierten Rohmert et al. (1974) die Anlernung an verschiedenen Arbeitsplätzen, wie u. a. einer Nietpresse. Dabei wurden ein auf Informationsanalysen basierender Ansatz zur Bewertung der Schwierigkeit von Arbeitsaufgaben genutzt und Arbeitspersonen mit unterschiedlicher Vorbildung betrachtet (z. B. Studenten, Lehrlinge, Facharbeiter). Schließlich wurden auch die Wirkung von Rückmeldungen über den aktuellen Leistungsstand an den Lernenden (Hacker 1986) und der Einfluss unterschiedlicher Lernstoff- und Lernzieldarstellungen (Hacker & Skell 1993) untersucht. Eine Auswahl an Untersuchungen mit Bezug zu Anlernzeiten ist mit ihrem jeweiligen Untersuchungsschwerpunkt in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1:** Übersicht verschiedener Untersuchungen zu Anlernzeiten mit ihrem jeweiligen Untersuchungsschwerpunkt

Autor	Smith (1176)	Babbage (1832)	Wright (1936)	Biäsch (1953)	Mathieu & Roos (1955)	Iskander (1968)	Rohmert et al. (1974)	Hacker (1986)	Hacker & Skell (1993)
<b>Untersuchungsinhalt/ Forschungsergebnis</b>									
Beobachtung eines Lerneffektes	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ermittlung einer Lernkurve	O	O	X						
Stand der Anlernung in der Industrie				X	X		X		
Entwicklung einer Anlernmethode				X	X	X	X		
Identifikation von Einflussgrößen der Anlernzeit						X	X	X	X
Prognose der Anlernzeit			O						
	O – eingeschränkt zutreffend					X - zutreffend			

Die Tabelle zeigt den bestehenden Handlungsbedarf bei der wissenschaftlichen Untersuchung von Anlernzeiten auf; so ermöglicht keine den Autoren bekannte Methode eine valide Prognose der Anlernzeit einer spezifischen Arbeitsaufgabe. Vorhandene Methoden unterstützen Produktionsplaner in der betrieblichen Praxis durch anwendungsspezifische, ex post erhobene Lernkurven, die nur eingeschränkt auf andere Arbeitsaufgaben und -personen übertragbar sind (vgl. Abschnitt 1). Darüber hinaus stehen Anlernmethoden, wie die Teilmethode oder die Vier-Stufen Methode zur Verfügung (Iskander 1968; Rohmert et al. 1974), die mit Hilfe qualitativer Gestaltungshinweise zur Reduzierung von Anlernzeiten beitragen. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine umfassende Methode zur quantitativen Prognose der Anlernzeiten konkreter manueller Fertigungs- und Montagetätigkeiten, wie sie beispielsweise bei der Zeitplanung von Produktionsanläufen notwendig ist, nicht existiert.



### 3. Zielsetzung und Methodik

Vor dem geschilderten Hintergrund und Kenntnisstand arbeitet das Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen an einer Methode zur Prognose der Anlernzeiten manueller Fertigungs- und Montagetätigkeiten. Die dabei zu erfüllenden Anforderungen wurden im Rahmen von Expertenbefragungen in der produzierenden Industrie erhoben. Die zu entwickelnde Methode soll zur Prognose valider Anlernzeiten für unterschiedliche Arbeitspersonen und Arbeitsaufgaben geeignet sein. Gleichmaßen sollen die Methode und das zugehörige Prognosemodell durch empirische Daten fundiert und trotz einer nach bisherigem Kenntnisstand Vielzahl an Einflussgrößen, transparent und ökonomisch einsetzbar sein. Im Ergebnis soll die zu entwickelnde Methode einerseits zur Verbesserung der Zeitplanung von Produktionsanläufen beitragen. Andererseits soll sie auch mit Hilfe einer detaillierten Beschreibung der Auswirkungen arbeitsorganisatorischer Einflussfaktoren, wie der Gestaltung von Pausen in der Anlernung, dazu beitragen, dass Arbeitsplaner den Prozess der Anlernung und die zugehörigen betrieblichen Rahmenbedingungen hinsichtlich einer schnellen und nachhaltigen Anlernung verbessern können.

Zur Erreichung dieses Ziels sind zunächst die Einflussgrößen der Anlernzeit wie Lern- bzw. Übungspausen und die Schwierigkeit der Arbeitsaufgabe zu identifizieren. Dazu sind neben Literaturrecherchen Befragungen und Workshops mit Experten aus Industrie und Forschung durchzuführen. Die identifizierten Einflussgrößen sind zunächst zu klassifizieren, so dass beispielsweise die Einflüsse der Arbeitsperson, der Arbeitsaufgabe und der Anlernmethode unterschieden werden können. Anschließend sind empirische Versuchsreihen ggf. unter Zuhilfenahme von statistischer Versuchsmethodik durchzuführen und mit mathematischen Methoden wie z. B. regressionsanalytischen Verfahren auszuwerten, so dass im Ergebnis sowohl die Relevanz als auch eventuelle Interdependenzen der Einflussgrößen bekannt sind. Weiterhin soll aus den als relevant identifizierten Größen ein mathematisches Beschreibungsmodell der Anlernzeit abgeleitet werden. Schließlich sind die Einflussgrößen der Anlernzeit detailliert zu beschreiben und ein Handlungsleitfaden für eine wirtschaftliche und nachhaltige Anlernung manueller Tätigkeiten in der Industrie zu entwickeln.

### 4. Vorläufige Ergebnisse

Im Rahmen eines Expertenworkshops mit Industriebeteiligung wurden aufbauend auf einer Präsentation des Stands der Forschung eine gemeinsame Definition der Anlernzeit und Mindestanforderungen an anzulernende Arbeitspersonen festgestellt. Demnach ist die Anlernzeit jene Zeit, die eine Arbeitsperson bis zum Erreichen einer qualitativen und quantitativen Bezugsleistung unter Berücksichtigung der Kenntnis der notwendigen realen Umfeldbedingungen benötigt. Der damit verbundene Anlernprozess ist methodengeleitet und hat als definiertes Ziel das Erreichen der Bezugsleistung. Da die Tätigkeiten, die Gegenstand der Anlernung sind, zwar keine zertifizierte Ausbildung aber einen Könnenserwerb erfordern (Mathieu & Roos 1955), wurden eine körperliche Eignung sowie ein Hauptschulabschluss als Mindestanforderungen an die anzulernende Arbeitsperson identifiziert. Im weiteren Verlauf des Workshops wurden Einflussgrößen der Anlernzeit mit Hilfe einer partizipativen Erhebung erarbeitet. Größtenteils konnten auch geeignete Indikatoren der einzelnen Einflussgrößen identifiziert werden. Diese Einflussgrößen sind nach den Einflüssen der Arbeitsaufgabe und des Arbeitsumfelds sowie nach den Einflüssen der Methoden und Hilfsmittel der Anlernung unterteilt in Abbildung 1 dargestellt. Ergänzend dazu sind auch die zugehörigen Indikatoren – soweit identifiziert – angegeben.



#### Einflüsse von Arbeitsaufgabe und Arbeitsumfeld

- **Die Zykluszeit** als Gesamtdauer der einmaligen Durchführung der Arbeitsaufgabe, gemessen in Zeiteinheiten.
- **Der Anteil an Prüfvorgängen, Kontrollaufwänden und wirksamkeitsbezogenen Bewegungen** an der Gesamtheit der Teilvorgänge und -bewegungen der Arbeitsaufgabe. Er wird durch den zeitlichen Anteil entsprechender Elemente eines SvZ an der Zykluszeit der Aufgabe bestimmt.
- **Die Wiederholhäufigkeit** der Arbeitsaufgabe, gemessen an der Anzahl der Wiederholungen je Periode (z. B. pro Arbeitstag).
- **Die Anzahl an Varianten** und die Verteilung ihres Auftretens (Verteilungsbild). Indikatoren sind hier die Anzahl der Varianten, ihr Verteilungsbild und die produktbezogene Variabilität, d. h. die Anzahl gleicher Teile bzw. Baugruppen in den Varianten („Schlankheit des Variantenbaums“).
- **Das Niveau der Arbeitsplatzgestaltung**, das durch den Anteil einfacher Hinlangvorgänge an der Gesamtzahl der zur Ausführung der Arbeitsaufgabe benötigten Hinlangvorgänge charakterisiert wird (Für MTM ist dies beispielsweise der Anteil der R-A-Elemente an der Gesamtzahl der R-Elemente).

#### Einflüsse von Methoden und Hilfsmitteln der Anlernung

- **Der Umfang von Fertigungs- und Prüfanweisungen**, gemessen am Umfang der zugehörigen Dokumentationen und an der Anzahl der Prüfbilder.
- **Die Verständlichkeit und Anschaulichkeit der Arbeitsunterweisung** und die Art der dazu verwendeten Lernmedien. Der zugehörige Indikator ist noch näher zu bestimmen, wird aber als mehrstufig eingeschätzt.
- **Die Rückmeldung des Lernerfolges** an die anzulernende Arbeitsperson nach Art und Umfang. Der zugehörige Indikator ist ebenfalls noch näher zu bestimmen und wird als mehrstufig eingeschätzt.
- **Der Umfang ergänzender Schulungen und Trainingsmaßnahmen** gemessen an der jeweiligen Dauer in Stunden.

**Abbildung 1:** Im Rahmen des Workshops identifizierte Einflussgrößen der Anlernzeit

## 5. Ausblick

Im Rahmen der weiteren Forschung sind die Einflussgrößen der Anlernzeit und ihre jeweiligen Indikatoren, soweit noch nicht geschehen, zu definieren und zu spezifizieren. Anschließend sind die identifizierten Einflussgrößen hinsichtlich ihrer Relevanz und eventueller Interdependenzen in empirischen Studien zu untersuchen, um daraus ein Beschreibungsmodell zu konzipieren und schließlich einen Leitfaden zu entwickeln.

## 6. Literatur

1. Babbage, C. 1832, On the economy of machinery and manufactures. Philadelphia: Carey & Lea.
2. Biäsch, H. 1953, Das Anlernen und Umschulen von Hilfsarbeitern in der Industrie. Eine Anleitung zur Einführung von Instruktoern. Bern: Verlag Hans Huber.
3. Hacker, W. 1986, Arbeitspsychologie – Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern: Hans Huber.
4. Hacker, W. & Skell, W. 1993, Lernen in der Arbeit. Berlin: Bundesinstitut f. Berufsbildung.
5. Hieber, W. L. 1991, Lern- und Erfahrungskurveneffekte und ihre Bestimmung in der flexibel automatisierten Produktion. München: Vahlen.
6. Iskander, A. 1968, Über den Einfluss von Pausen auf das Anlernen sensumotorischer Fertigkeiten, Dissertation. Darmstadt: Technischen Hochschule Darmstadt.
7. Laarmann, A. 2005, Lerneffekte in der Produktion. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
8. Mathieu, J. & Roos, C.A. 1955, Die Anlernung von Industriearbeitern, Forschungsbericht des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums NRW Nr.129. Köln: Westdeutscher Verlag.
9. Rohmert, W., Rutenfranz, J. & Ulich, E. 1974, Das Anlernen sensumotorischer Fertigkeiten, Institut für Arbeitswissenschaften, TU Darmstadt, 2. Auflage. Frankfurt a. M.: Europäische Verlagsanstalt.
10. Smith, A. 1776, An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. London: printed for W. Strahan and T. Cadell.

# Innovationen in der High-Tech-Branche – Erste integro-Projektergebnisse

Emanuel BEERHEIDE

*Sozialforschungsstelle Dortmund, ZWE der TU-Dortmund,  
Evinger Platz 17, D-44339 Dortmund*

**Kurzfassung:** Auf Basis einer Auswertung der in der ersten Projektphase durchgeführten 22 explorativen ExpertInneninterviews mit VertreterInnen aus Praxis, Wissenschaft und Verbänden werden die Besonderheiten von Innovations- und Wissensarbeit in der High-Tech-Branche und aktuelle Gestaltungsanforderungen aufgezeigt.

**Schlüsselwörter:** Innovationsmanagement, Arbeitsbedingungen, Innovations- und Wissensarbeit, Innovationsfähigkeit.

## 1. Projekthintergrund

Das Projekt „integro“ ([www.innovationsarbeit.de](http://www.innovationsarbeit.de)) zielt auf eine empirische Analyse der Strukturen, Prozesse und Arbeitsbedingungen in Wertschöpfungs- und Innovationsnetzwerken von KMU der High-Tech-Branche, exemplarisch der IT-Branche und der Mechatronik (die in diesem Beitrag herangezogene Praxisbeispiele und Interviewaussagen beziehen sich zum überwiegenden Teil auf die IT- bzw. IT-nahe Branche). Im Rahmen des Projektes werden Funktionsmechanismen elaborierter Innovationskonzepte untersucht und Maßnahmen zur breiten Unterstützung der Innovationsfähigkeit sowie zur Kompetenzentwicklung zentraler Beschäftigtengruppen erarbeitet. Ein besonderer Fokus liegt darauf, wie Innovations-, Wissens- und HR-Management sowie Kompetenzentwicklung optimal verzahnt bzw. integriert werden können, um die Innovationsfähigkeit von Unternehmen zu stärken.

## 2. Erste Ergebnisse

Auf Basis einer Auswertung des integro-Projektteams von 22 explorativen Interviews mit VertreterInnen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden werden im Folgenden erste Eindrücke aus der ersten Projektphase dokumentiert: Innovationen gelten als Leitbegriff moderner Gesellschaften. Ihnen wird große Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, Regionen und ganzen Staaten zugesprochen. Sie gelten auf der einen Seite als Garant zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit moderner Gesellschaften und auf der anderen Seite als „leerste aller Worthülsen der Gegenwart“ (Hilscher 2005, S. 7). Problematisch sind dabei der inflationäre Gebrauch sowie die diffuse und ambivalente Definition.

### 2.1 Innovationsparadigma im Wandel

Nach Schumpeter (1912) gelten Innovationen als Triebkraft der wirtschaftlichen Dynamik. Dazu zählen die Herstellung neuer Produkte, die Einführung neuer Produktionsmethoden, die Erschließung neuer Absatz- und Beschäftigungsmärkte sowie Neuorganisationen. Die Einleitung und Umsetzung von Innovationen sind die eigent-

liche Aufgabe von Unternehmen.

Mit dem Wandel von der Industrie- zur Wissens- und Dienstleistungsgesellschaft verändern sich nicht nur die Bedeutung von Innovationen, sondern auch ihre Formen und Inhalte. Service und Dienstleistungen gewinnen im Verhältnis zu materiellen und rein technisch basierten Produkten an Gewicht bzw. verbinden sich zu hybriden Gebilden.

In den Interviews stand die Bedeutung von Innovationen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der untersuchten Unternehmen außer Frage. Als Treiber von Innovationen wurden die veränderten wirtschaftlichen, technologischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen benannt. Vor diesem Hintergrund wurde die These der Herausbildung eines neuen Innovationsparadigmas (vgl. Howaldt et al. 2008) erhärtet. Gekennzeichnet ist dieser „Paradigmenwechsel des Innovationssystems“ (Bullinger 2006) dadurch, dass Innovationen nicht mehr ausschließlich von einigen Experten aus Forschungs- und Entwicklungsabteilungen generiert werden, sondern durch eine breite Einbindung von MitarbeiterInnen, unterschiedlichen Abteilungen und externen Akteuren.

Im integro-Projekt wird u.a. der Frage nachgegangen, welche Ausprägungen und Konsequenzen dieser Paradigmenwechsel für die Organisation und Gestaltung von Wissens- und Innovationsarbeit bzw. für das Innovationsmanagement haben.

## *2.2 Innovations- und Wissensarbeit im Wandel*

In den Interviews wurde die Problematik betont, Unvorhersehbares und Unbekanntes auf planvolle Weise hervorzubringen – d.h. Innovationen zu managen. Gleichwohl bestand Einigkeit darin, dass systematisch mit Innovationen umgegangen werden sollte. Die entscheidende Frage ist also nicht nach dem „Ob“ zu fragen, sondern nach dem „Wie“, d.h. mit welchem Managementverständnis Innovationsfähigkeit von Beschäftigten und Unternehmen gefördert werden kann.

Die Interviewergebnisse weisen darauf hin, dass die IT-Branche dem erheblichen Innovationsdruck bisher zwar erfolgreich im Rahmen eines „improvisierten“ Managements in der Zeit der Gründungsphase und durch traditionelles Management in der Phase der Etablierung der Branche begegnen konnte, jedoch zunehmend an die Grenzen ihrer Innovationsfähigkeit stößt, da Innovations- und Wissensarbeit zum großen Teil noch immer tayloristisch organisiert ist. Aus den Interviews lassen sich drei Lösungsvarianten bzw. Phasen herausarbeiten, die als „Innovationen ohne Management“, „Innovationen trotz Management“ und „Innovationen mit Management“ bezeichnet werden können:

Die erste Phase war geprägt durch Vermarktungsstrukturen, die um Ideen herum entwickelt wurden und in der Innovationen zumeist ohne professionelles Management umgesetzt wurden. Das Managen von Innovationen erfolgte rudimentär und unkonventionell, war aber bis zur Krise der New Economy zumeist erfolgreich. Charakteristisch für diese Phase waren formal geringe Hierarchien, unregelmäßige Arbeitsbedingungen und Arbeitsbeziehungen sowie ein niedriger Formalisierungsgrad der Arbeitsorganisation und hohe Flexibilität.

Die Veralterung der Markteinstiegsinnovationen, die zunehmende Unternehmensreife und die durch das Wachstum der Unternehmen erzeugte Komplexitätszunahme zwang, in der zweiten Phase, zur Professionalisierung des Managements und zur Formalisierung der Strukturen. Diese Professionalisierung erfolgte entlang traditioneller Vorbilder, die sich an konventionellen Hierarchie-, Kontroll- und Anreizstrukturen orientierten. Das Innovationsmanagement war impliziter Teil des Managements und

selten explizite Strategie und Prozessgestaltung. In gewisser Weise kann hier von „Innovationen trotz Management“ gesprochen werden. Auch dieser Ansatz wurde und wird erfolgreich praktiziert, gerät aber zunehmend unter Druck zur Veränderung.

Die dritte Phase ist gekennzeichnet durch veränderte Rahmenbedingungen: Die Bedeutung externer Partner und Netzwerke rücken verstärkt ins Zentrum des Innovationsmanagements. Es lässt sich beobachten, dass die Gewährung von Freiraum in einigen Fällen als unhintergebares Funktionserfordernis erscheint, wobei traditionelle Hierarchien und Kontrollansätze unter Veränderungsdruck geraten. Hier zeichnen sich Suchbewegungen und Managementformen ab, die auf engmaschige Kontrollen verzichten und diese durch Systemvertrauen und Fehlertoleranz ersetzen sowie kreative Freiräume, Wertschätzung und Gestaltungsmöglichkeiten als Anreizsysteme und zur MitarbeiterInnenbindung nutzen.

**Tabelle 1:** Interne und externe arbeitsbedingungsbezogene Faktoren

<b>Externe Faktoren:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wirtschaftliche Lage der Branche</li> <li>- Arbeitsmarktsituation</li> <li>- Rechtliche Rahmenbedingungen</li> <li>- Wahlmöglichkeiten und Verhandlungsmacht der Kunden</li> </ul>
<b>Faktor Unternehmen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe und Rechtsform der Unternehmen</li> <li>- Wirtschaftliche Lage der Unternehmen</li> <li>- Entwicklungsphase der Unternehmen (z.B. Start-Up, etabliertes UN)</li> <li>- Geschäftsfeld IT-Dienstleistung oder Softwareproduktion</li> <li>- Inter-/nationale Orientierung und Handlungsoptionen</li> <li>- Organisationsstruktur, Unternehmenskultur und Führungsstil</li> </ul>
<b>Faktor Beschäftigte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktion/Position/Rolle</li> <li>- Art und Anzahl der Projekte sowie derzeitige Projektphase</li> <li>- Komplexität der zu bewältigenden Aufgaben</li> <li>- Maß der Mobilität</li> <li>- Persönliche Rahmenbedingungen</li> <li>- Qualifikation, Spezialisierungsgrad und Breite des Wissens</li> <li>- Gestaltungsspielraum bei der Auftragsverhandlung</li> <li>- Individuelle Netzwerkkompetenz</li> </ul>

Diese Suchbewegung verweist auf neue Funktionserfordernisse von Innovationsarbeit in wissensintensiven Kontexten und eröffnet Gestaltungsperspektiven, die sich zumindest teilweise mit Arbeitsplatzvorstellungen der jungen Generation decken. So formuliert beispielsweise ein Young Professional aus dem Kontext eines untersuchten Unternehmens: „Ich wünsche mir keine festen Arbeitszeiten, ich wünsche mir viel Mitbestimmung, flache Hierarchien, ich möchte nicht, wenn ich eine kreative Idee habe über vier Instanzen gehen, einen Monat lang, bis dann jemand sagt, nee, da fehlen uns aber gerade die Gelder, oder sonst irgendwas. Ich will Schnelligkeit, ich will mehr Kommunikationsmittel als E-Mail, ich möchte Twitter, ich möchte Blogs, ich möchte Wikis, die in der Kommunikation untereinander einfach viel sinnvoller sind. Und ich will Vertrauen.“ (DNAdigital 2008) Gleichwohl dürfen die Risiken der Subjek-

tivierung von Arbeit nicht unterschätzt werden. Die Interviewergebnisse zeigen hier ein ambivalentes Bild der Arbeitsbedingungen in der IT-Branche: Hoher Arbeitsautonomie, intrinsischer Arbeitsmotivation, Entfaltungsmöglichkeiten und persönliche Freiheitsgrade stehen erheblichen persönlichen Risiken und Belastungen der Beschäftigten gegen. Die konkreten Arbeitsbedingungen sind dabei von zahlreichen internen und externen Faktoren abhängig (vergleiche Tabelle 1).

Die aufgeführten Faktoren beeinflussen die individuellen Beschäftigungsbedingungen in unterschiedlicher Weise und Intensität. Zukünftig wird der Einfluss von unternehmensexternen Akteuren, wie Kunden und anderer Netzwerkakteure eine noch größere Bedeutung haben. Die Herausbildung von neuen institutionellen und organisationellen Regulierungsformen für Wissensarbeit steht aber noch am Anfang. Die besondere Herausforderung wird darin bestehen, individuelle Schutzrechte mit persönlichen und unternehmerischen Freiheitserfordernissen und -bedürfnissen zu verknüpfen sowie das Verhältnis von Arbeit und Leben ausgewogen zu gestalten.

### 3. Literatur

1. Bullinger, H.-J. 2006, Arbeitsforschung als Innovationsmotor, Beitrag zum Dortmunder Dialog 48.
2. DNAdigital - das Video für den IT-Gipfel, Zusammenschnitt für die Präsentation auf dem 3. IT-Gipfel in Darmstadt. Verfügbar unter: <http://www.dnadigital.de/networks/iframe/index.5>.
3. Hilscher, G. 2005, Tanz um Tortenstücke, Humanwirtschaft, 36. Jahrgang, März/April 2005, 6-9.
4. Howaldt, J., Kopp, R. & Schwarz, M. 2008, Innovationen (forschend) gestalten – Zur neuen Rolle der Sozialwissenschaften, WSI Mitteilungen, 2/2008, 63-69.
5. Schumpeter, J.A. 1912, Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Leipzig: Duncker & Humblot.

Das Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und aus dem Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union gefördert und vom Projektträger Arbeitsgestaltung und Dienstleistungen im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. betreut. Laufzeit: 04/08 bis 04/11.

# Innovationsverhalten von Lowtech-Unternehmen und Innovationskooperation mit Hightech Partnern

Eva KIRNER<sup>1</sup> und Hartmut HIRSCH-KREINSEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung,  
76139 Karlsruhe, Breslauer Straße 48*

<sup>2</sup> *Lehrstuhl für Wirtschafts- und Industriesoziologie an der  
Technischen Universität Dortmund,  
44221 Dortmund, Otto-Hahn-Straße 4*

**Kurzfassung:** Innovation in nicht-forschungsintensiven, sogenannten "Low-Tech" Unternehmen hat bislang in der Literatur - abgesehen von einigen Ausnahmen - vergleichsweise wenig Beachtung gefunden. Der vorliegende Beitrag setzt an diesem Punkt an, zeigt Innovationsmuster nicht-forschungsintensiver Unternehmen auf und betrachtet ihre Kooperationsbeziehungen. "High-Tech" und "Low-Tech" Partner können in Innovationskooperationen voneinander profitieren: einerseits bekommen Low-Tech Unternehmen Zugang zu neuem technologischen Know-how, andererseits erhalten High-Tech Unternehmen neue Innovationsimpulse von der Anwenderseite.

**Schlüsselwörter:** Innovation, nicht-forschungsintensive Unternehmen, Kooperation.

## 1. Einleitung

In der wissenschaftlichen wie auch öffentlich-politischen Innovationsdebatte werden in der Regel erfolgreiche und zukunftsweisende technologische Innovationen allein mit FuE-Aktivitäten und Hochtechnologien in Verbindung gebracht. Bezogen auf industrielle Innovationen werden dabei insbesondere nicht-forschungsintensive Sektoren und Unternehmen ausgeblendet. Als nicht-forschungsintensiv gelten der deutschen Debatte zu Folge Branchen und Unternehmen, die weniger als 2,5% ihres Umsatzes in FuE-Aktivitäten investieren; in der internationalen Debatte werden diese als „Low-Technology“ bezeichnet (National und international existieren verschiedene Abgrenzungen. Je nach Abgrenzung wird die Grenze für "Lowtech" entweder bei 3% (international: OECD 1994) oder bei 2,5% FuE-Intensität angesetzt (national: Legler & Frietsch 2007)).

Es handelt sich dabei um zumeist „reife“ Branchen wie die Herstellung von Haushaltsgeräten, das Ernährungsgewerbe, das Papier-, Verlags- und Druckgewerbe, die Holz- und Möbelindustrie und die Herstellung von Metallerzeugnissen wie die Gießereiindustrie und die Herstellung von Kunststoffwaren. Davon unterschieden werden nach der in Deutschland gängigen Klassifikation Sektoren der Spitzentechnologien („High-Technology“) wie etwa die pharmazeutische Industrie, Herstellung von Datenverarbeitungs-Geräten und elektronischen und optischen Bauelementen oder Luft- und Raumfahrzeugbau, die mehr als 7% des Umsatzes für FuE aufwenden und Bereiche der hochwertigen Technologien („Medium-High-Technology“) mit einer FuE-Intensität zwischen 2,5% und 7%. Festzuhalten ist dabei, dass bezogen auf das Verarbeitende Gewerbe insgesamt die nicht-forschungsintensiven Sektoren mit einem ungefähren Beschäftigungsanteil von 60% gegenüber den Sektoren der Spitzen-



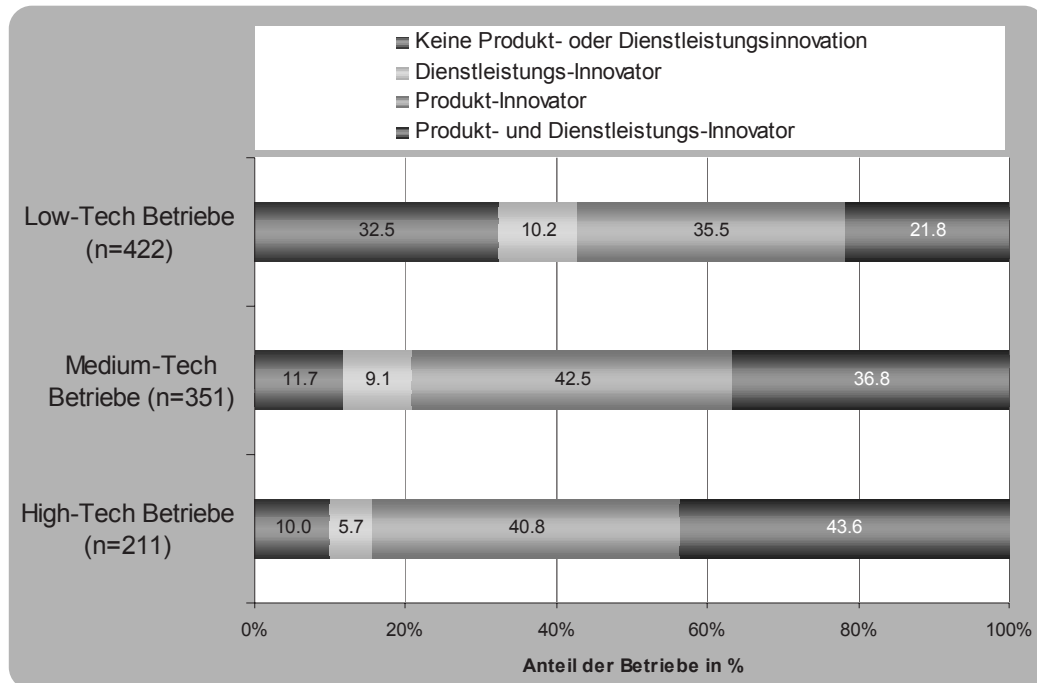
technologie mit rund 10% bis heute ein nach wie vor großes Gewicht aufweisen. Allein diese Strukturdaten legen die Frage nach dem Innovationsverhalten von Lowtech-Unternehmen nahe.

## 2. Innovationsverhalten von forschungsschwachen Unternehmen

Im Folgenden wird auf Basis empirischer Daten zunächst aufgezeigt, welche Innovationsmuster forschungsschwache produzierende Unternehmen aufweisen. Grundlage hierfür sind Daten der Erhebung "Modernisierung der Produktion" des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI). Diese Erhebung wird seit Mitte der 1990er Jahre alle zwei bis drei Jahre durchgeführt. Die Erhebung richtet sich an Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland. Die aktuelle Erhebungsrunde 2006 umfasst Daten von 1.663 Unternehmen (Jäger et al. 2006). Bei den Analysen wurde die Klassifikation von Legler und Frietsch (2007) zugrunde gelegt. Demnach werden Unternehmen dann als nicht-forschungsintensiv bzw. "Lowtech" klassifiziert, wenn sie weniger als 2.5% ihres Umsatzes für Forschung und Entwicklung ausgeben. Für Mediumtech-Unternehmen liegt diese Grenze zwischen 2.5% und 7% und für Hightech-Unternehmen bei mehr als 7%. Die Auswertungen zeigen, dass unter den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) nicht-forschungsintensive Unternehmen häufiger zu finden sind als Medium- oder Hightech-Unternehmen. Lowtech-Unternehmen sind zudem je zur Hälfte Zulieferer und Endprodukthersteller, und sie finden sich in allen Gründungskohorten (sowohl Neugründungen, als auch ältere Unternehmen) auf stabilem Niveau wieder, so dass bezüglich forschungsschwachen Unternehmen weder von zuliefererspezifischen, noch von unternehmensalterspezifischen Strukturen gesprochen werden kann. Fragt man die analysierten Betriebe nach ihren künftigen Innovationszielen, so steht sowohl bei Medium- als auch bei Hightech-Unternehmen die Entwicklung neuer Produkte an erster Stelle (60%), gefolgt von Innovationen im Produktionsprozess (22-24%), in der Organisation (7-8%) sowie bzgl. Dienstleistungen (7-9%). Lowtech-Unternehmen hingegen setzen vorrangig auf Innovationen im Produktionsprozess (41%). Erst danach folgen neue Produktentwicklungen (35%), organisatorische Innovationen (13%) und Dienstleistungsinnovationen (10%). Diese Ergebnisse legen nahe, dass Lowtech-Unternehmen tendenziell Prozessspezialisten sind, deren Innovationsstärke vorrangig in der Optimierung und Verbesserung von Fertigungsprozessen liegt. Darüber hinaus gibt jedoch ein nicht unwesentlicher Anteil von 35% der Lowtech-Unternehmen die Entwicklung neuer Produkte als Innovationsziel an. Dies lässt vermuten, dass Lowtech-Unternehmen auch im Bereich Produktinnovation aktiv sind, wenn auch dieser Innovationsbereich nicht ihren Innovationsschwerpunkt bildet. Tatsächlich zeigen empirische Befunde, dass Medium- und Hightech-Unternehmen häufiger Produktinnovatoren bzw. gleichzeitige Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren sind als Lowtech-Unternehmen (vgl. Abbildung 1).

Mehr als einem Drittel der Lowtech-Unternehmen gelingt es, neue Produkte auf den Markt zu bringen. Ein weiteres Zehntel der Lowtech-Unternehmen sind Dienstleistungsinnovatoren. Und über ein Fünftel der Lowtech-Unternehmen schaffen es sogar, gleichzeitig Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren zu sein. Dies ist im Vergleich zu Hightech-Unternehmen zwar ein deutlich geringerer Anteil, aber dennoch sind insgesamt 70% aller befragten produzierenden Lowtech-Unternehmen Innovatoren im Produkt- und/ oder Dienstleistungsbereich. Betrachtet man nun die Verbreitung von technischen Prozessinnovationen, so zeigen vorausgegangene empirische

Analysen vergleichbare Nutzungsintensitäten von innovativen Technologien in Low- und Hightech-Unternehmen (Kirner et al. 2007). Darüber hinaus sind Lowtech-Unternehmen ähnlich produktiv und schnell, bzw. erreichen eine vergleichbare Prozessqualität wie Hightech-Unternehmen (Kirner et al. 2008). Dies zeugt von einer tatsächlich erfolgreichen Prozessinnovationsstrategie in Lowtech-Unternehmen.



**Abbildung 1:** Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren unter Low-, Medium- und Hightech-Unternehmen (Quelle: Erhebung Innovationen in der Produktion 2006, eigene Berechnungen)

### 3. Kooperationen zwischen Lowtech- und Hightech-Unternehmen

Es ist davon auszugehen, dass die primär auf Prozesstechnologien gerichtete Innovationsstrategie von Lowtech-Unternehmen mehr oder weniger enge Kooperationsbeziehungen mit FuE-intensiven Entwicklern und Ausrüstern sowie Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen der verschiedensten Art voraussetzt. Denn die zu meist mittleren und kleineren Lowtech-Unternehmen verfügen in der Regel nicht über die notwendigen Kompetenzen, komplexe Produktionstechnologien ohne externe Unterstützung zu implementieren. Zudem bedürfen neue Produktionstechnologien meist einer betriebspezifischen Anpassung, die allein der Hersteller in enger Abstimmung mit dem Anwender realisieren kann. Erste quantitative Befunde belegen die Bedeutung von Kooperationsbeziehungen zwischen Lowtech-Unternehmen und FuE-intensiven Partnern; vorliegenden Daten zu Folge kooperieren rd. 37% der befragten Lowtech-Unternehmen im Bereich Forschung und Entwicklung mit Forschungseinrichtungen bzw. 23% mit anderen Unternehmen. Zudem kooperiert fast die Hälfte der befragten Lowtech-Unternehmen im Rahmen von Produktionskooperationen mit anderen Unternehmen. Neben Forschungsk Kooperationen können auch im Rahmen von Produktionskooperationen wichtige Impulse für Innovationen entstehen.

Die Bedeutung solcher Kooperationsbeziehungen für die Innovationsfähigkeit von Lowtech-Unternehmen belegen darüber hinaus aber auch qualitative Forschungser-

gebnisse. Sie zeigen, dass für die Innovativität von Lowtech-Unternehmen das Wissen anderer Unternehmen, Organisationen und sonstiger Akteure und seine gezielte Nutzung eine entscheidende Rolle spielt. Dabei handelt es sich sowohl um praktisches Wissen als insbesondere auch wissenschaftlich generiertes Wissen in verschiedenen Formen. Als besonders wichtige externe Wissensquellen erweisen sich danach Maschinenhersteller und Ausrüster. Darüber hinaus spielen oft Forschungsinstitute eine unverzichtbare Rolle, indem sie etwa wichtige Materialparameter liefern oder Verfahrensneuerungen anstoßen. Insgesamt lässt sich die Wissensbasis der nicht-forschungsintensiven Unternehmen als „verteilte Wissensbasis“ charakterisieren (Robertson & Smith 2008), die unterschiedliche Wissensformen voneinander unabhängiger Akteure oft aus verschiedenen Branchen und Technologiefeldern umfasst. Die empirischen Befunde sprechen dafür, dass hier eine Hauptquelle für die Wissensgenerierung und Innovationsfähigkeit der Lowtech-Unternehmen liegt. Kooperation bedeutet in diesem Fall aber auch, dass in umgekehrter Richtung – von „Lowtech zu Hightech“ – relevante Innovationsanstöße gegeben werden. Diese ergeben sich zum einen aus dem schlichten, aber oft übersehenen ökonomischen Umstand, dass die Gewinne aus verkauften neuen Technologien die zentrale Voraussetzung für die Amortisation und die Fortführung von FuE-Investitionen bei den forschungsintensiven Herstellern sind. Zum Zweiten ergeben sie sich aus der technischen und ökonomischen Spezifizierung von Anwendungserfordernissen dieser Unternehmen für neue Technologien. Diese beeinflussen dann ganz entscheidend Entwicklungsrichtungen neuer Technologien, wenn die Erfordernisse individueller Anwender mit denen möglichst vieler weiterer Anwender konvergieren und auf diese Weise aus der Sicht der Hersteller ein breites Anwendungsfeld für komplexe Produkte eröffnet wird. Grosso modo können daher nicht-forschungsintensive Unternehmen sowohl als wichtige „recipients“ neuer Technologien als auch als „carriers“ ihrer Weiterentwicklung angesehen werden und sie sind für die industrielle Innovationsfähigkeit insgesamt unverzichtbare, verschiedene Industriesektoren verbindende Akteure (vgl. Tunzelmann & Acha 2005; Robertson & Patel 2005).

#### 4. Fazit

Insgesamt zeigt die Untersuchung von Lowtech-Unternehmen, dass Innovationen nicht allein Resultat von FuE-Aktivitäten in "science-based" und Hightech-Sektoren sind, sondern auch durch Kundennachfrage, praktisches Wissen oder Anwendungserfahrungen angestoßen werden können. Die Formel des „systemischen Charakters von Innovationen“ bezeichnet diesen Zusammenhang sehr präzise (z.B. Kline & Rosenberg 1986; Fagerberg 2005). Demnach entstehen Innovationen durch Interaktion verschiedener Akteure des Innovationssystems. Nicht-forschungsintensive Unternehmen sind eine wichtige Akteursgruppe des Innovationssystems, die in vielfältiger Weise an Innovationen beteiligt sind. Veränderungen, die im nicht-forschungsintensiven Bereich entstehen, spielen eine wichtige Rolle für Produktivitätszuwächse und bei der Stimulierung der Entwicklung FuE-intensiver Produkte und wissensintensiver Dienstleistungen.

#### 5. Literatur

1. Abel, J. & Hirsch-Kreinsen, H. 2007, Lowtech-Unternehmen am Hightech-Standort. Berlin: edition sigma.

2. Fagerberg, J. 2005, Innovation: A Guide to the Literature. In: J.Fagerberg, D. Mowery & R. Nelson, (Eds.), The Oxford Handbook of Innovation. Oxford: Oxford University Press, 1-27.
3. Jäger, A., Lay, G. & Maloca, S. 2006, Dokumentation der Umfrage Modernisierung der Produktion 2006. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
4. Hirsch-Kreinsen, H. 2008, „Low-Tech“ Innovations, *Industry & Innovation*, 15, 19-43.
5. Kirner, E., Kinkel, S. & Jäger, A. 2007, Innovationspfade von Low-, Medium- und Hightech-Unternehmen in der deutschen Industrie. In: J. Abel & H. Hirsch-Kreinsen, *Lowtech-Unternehmen am Hightech-Standort*. Berlin: edition sigma
6. Kirner, E., Kinkel, S. & Jäger, A. 2008, Innovation paths and innovation performance of low-technology firms. An empirical analysis of German industry, *Research Policy*, doi:10.1016/j.respol.2008.10.011.
7. Kline, S.J. & Rosenberg, N. 1986, An overview of innovation. In: R. Lanau & N. Rosenberg (Eds.), *The positive sum strategy*. Washington-D.C.: National Academy Press, 275-305.
8. Legler, H. & Frietsch, R. 2007, Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft, *Forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI Listen 2006)*, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 22. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
9. OECD 1994, *Science and Technology Policy: Review and Outlook*. Paris: OECD.
10. Robertson, P. & Patel, P. 2005, New wine in old bottles: technological diffusion and growth in developed economies. In: G. Bender, D. Jacobson & P. Robertson (Eds.), *Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy, Perspectives on Economic Political and Social Integration*, XI, 271-304.
11. Robertson, P. & Smith, K. 2008, Technological Upgrading and Distributed Knowledge Bases. In: H. Hirsch-Kreinsen & D. Jacobson (Eds.), *Innovation in Low-tech Firms and Industries*. Cheltenham: Edward Elgar, 93-117.
12. Tunzelmann von, N. & Acha, V. 2005, Innovation in “Low-Tech” Industries. In: J.Fagerberg, D. Mowery & R. Nelson, (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 407-432.



# **Führungskräfte in Innovationsprozessen: Neue Aufgaben für die Personal- und Organisationsentwicklung zur Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit**

Markus THOMZIK, Thomas KLEY und Christina LÜCKE

*Institut für angewandte Innovationsforschung an der Ruhr-Universität Bochum,  
Buscheyplatz 13, D-44801 Bochum*

**Kurzfassung:** Wichtigste Basis für die Entwicklung und Umsetzung neuer Produkte, Dienstleistungen und Verfahren sind kompetente und gesunde Führungskräfte. Im Rahmen von Innovationsprozessen sind sie hohen Anforderungen ausgesetzt. Für die Beteiligten führt dies zu Innovationsstress – allgemein verstanden als die Reaktion auf neue Anforderungen im Rahmen von Veränderungsprozessen. Von Person zu Person unterschiedlich werden Innovationsprozesse als „willkommene Herausforderung“ oder als „notwendiges Übel“ empfunden. Damit Führungskräfte nicht unter negativen Auswirkungen von Innovationsstress leiden, ist die Personal- und Organisationsentwicklung gefordert. Neben der Stärkung der Eigenkompetenz der Innovationsarbeiter ist an der Gestaltung der Rahmenbedingungen von Innovationsprozessen anzusetzen, um die Beschäftigungsfähigkeit der Führungskräfte zu sichern.

**Schlüsselwörter:** Innovationsstress, Führungskräfte, präventives Gesundheitsmanagement, Personal- und Organisationsentwicklung.

## **1. Führungskräfte zwischen Herausforderungen und Innovationsstress**

Die Innovationsfähigkeit von Unternehmen wird als eine zentrale Voraussetzung zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit angesehen. Das Spektrum der Innovationsarten umfasst dabei sowohl die (Weiter-)Entwicklung neuer Produkte oder Dienstleistungen als auch die Einführung von neuen Prozessen und Verfahren sowie die Einführung neuer Formen der (Arbeits-)Organisation (Hauschildt & Salomo 2007). Für die Führungskräfte in innovierenden Unternehmen avancieren Kreativität, Kompetenzentwicklung und die Suche nach Verbesserung zu Daueraufgaben: Arbeit wird zur Innovationsarbeit.

Üblicherweise findet Innovationsarbeit in Form von Projekten statt (Latniak & Gerlmaier 2007), parallel zu den Kernprozessen des operativen Tagesgeschäfts. Für die beteiligten Führungskräfte führt dies zu Innovationsstress – allgemein verstanden als die Reaktion auf neue Anforderungen im Rahmen von Veränderungsprozessen. Ob die Betroffenen diesen Innovationsstress lieben oder darunter leiden, ob aus den mit Innovationsarbeit verbundenen Herausforderungen Kompetenzentwicklung resultiert oder sich negative Stressfolgen verfestigen und zu Beeinträchtigungen des Wohlbefindens führen, ist nicht nur von Person zu Person unterschiedlich, sondern auch von der jeweiligen Situation und den zur Verfügung stehenden Ressourcen abhängig.

Damit Führungskräfte ihre innovativen Potenziale optimal entfalten können und nicht unter negativen Auswirkungen von Innovationsstress leiden, kommt der Gestaltung der Arbeitsbedingungen eine hohe Bedeutung zu: Wie können Innovationspro-



jekte gestaltet werden, damit die Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Beteiligten erhalten und gefördert werden? Was können Unternehmen dazu beitragen, was können die Führungskräfte selbst tun? Diesen Fragen geht das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt PräGO (Präventives Gesundheitsmanagement durch integrierte Personal- und Organisationsentwicklung, [www.praego.net](http://www.praego.net)) nach. Durch die Verzahnung von betrieblichem Gesundheits- und Innovationsmanagement wird von den Projektpartnern Institut für angewandte Innovationsforschung und Klinken Essen-Mitte ein Beitrag zur Schließung des derzeitigen Forschungsdefizites in diesem Bereich geleistet.

## **2. Führungskräfte im Innovationsstress: Ausgewählte qualitativ-empirische Befunde**

Zur Sensibilisierung für das Phänomen Innovationsstress und seine Auswirkungen auf Innovationsarbeiter wurden 35 Fallstudien in Unternehmen der Branchen Maschinenbau und Mineralöl durchgeführt. Führungskräfte, die an Innovationsprozessen beteiligt und/oder davon betroffen sind, berichteten im Rahmen leitfadengestützter Interviews ausführlich über ein von ihnen ausgewähltes Innovationsprojekt.

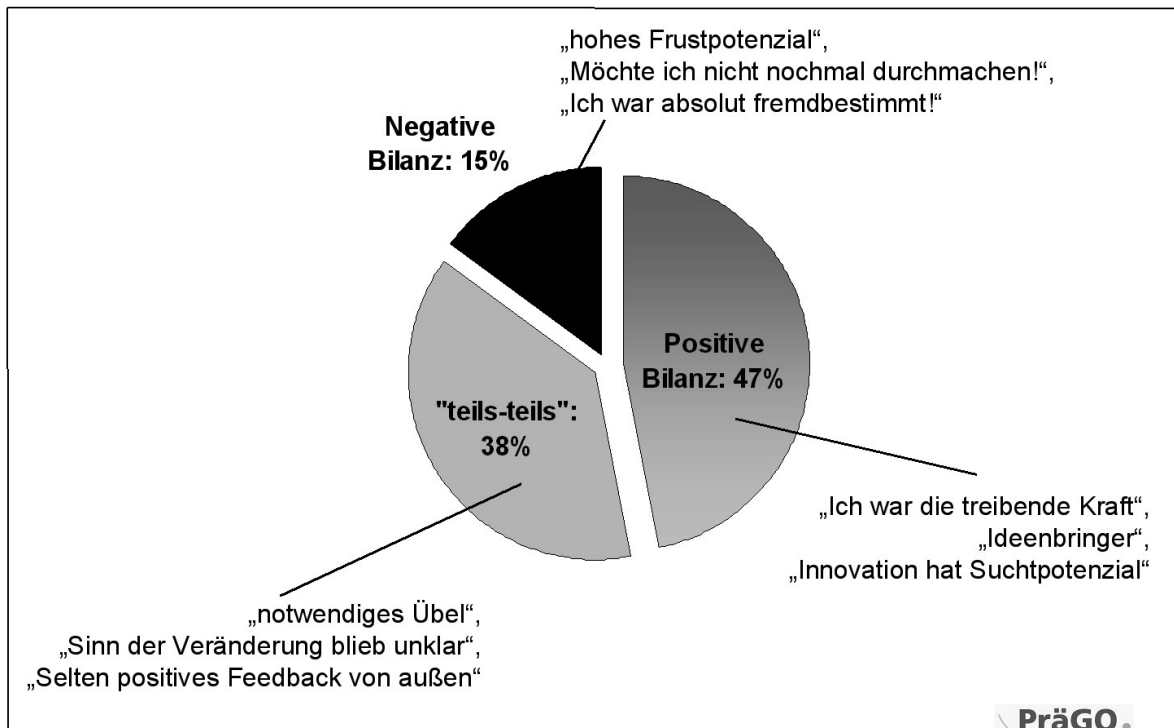
### *2.1 Innovationsstressoren und Innovationsressourcen*

- Fast alle befragten Führungskräfte sind in das Innovationsprojekt zusätzlich zum Tagesgeschäft eingebunden: „Multi-Projekt-Stress“ und extensive Arbeitszeiten sind die Folgen. 71% der Befragten empfinden die hohe zeitliche Flexibilität und die Erwartung von ständiger Verfügbarkeit als belastend.
- Neuerungen führen häufig zu Widerständen und Konflikten (Janssen 2003), dies spiegelt sich auch in den Befunden der Befragten wieder: Jede dritte Führungskraft des Untersuchungssamples berichtet dabei explizit über Konflikte mit Vorgesetzten und/oder mangelnde Rückendeckung durch Vorgesetzte.
- Häufig verweisen die Befragten auf Kommunikationsprobleme und Informationspathologien: Einerseits werden sie mit interner Kommunikation – häufig in Form von E-Mails – überversorgt, fühlen sich aber über Wesentliches dennoch nicht hinreichend informiert.
- Über 70% der Befragten sind neben den beruflich bedingten Belastungen zudem von Live-Events (kritische Lebensereignisse wie z.B. Tod/Krankheit naher Familienangehöriger, Probleme in der Partnerschaft) betroffen.
- Gegenspieler dieser Belastungen sind Ressourcen: Die Unterstützung durch Kollegen und auch die Unterstützung durch Familie und Freunde werden als die wichtigsten Ressourcen empfunden. Allerdings geben mehr als 80% der Befragten an, während eines Innovationsprozesses private Kontakte „schleifen“ zu lassen und somit eine zentrale Gesundheitsressource zu vernachlässigen.
- Hilfreiche betriebliche Rahmenbedingungen, die die befragten Führungskräfte nennen, beziehen sich insbesondere auf die Gestaltung der Arbeitsaufgaben: Durch die Gewährung von Handlungs- und Entscheidungsspielräumen können die mit Innovationsarbeit verbundenen Belastungen besser bewältigt werden.
- Fachliche, methodische und soziale Kompetenzen sowie Spaß an der Arbeit stellen die hilfreichsten personalen Innovationsressourcen dar.

## 2.2 Innovationsprozesse im Urteil von Führungskräften

Wie die befragten Führungskräfte Innovationsprozesse erleben, zeigt sich in der persönlichen Bilanz:

- Knapp die Hälfte der Befragten zieht eine positive Bilanz (vgl. Abbildung 1). Die zu dieser Gruppe zählenden Führungskräfte sehen in ihrem Innovationsprojekt eine „spannende Herausforderung“, konnten ihre Ideen erfolgreich einbringen und sehen einen Nutzen in ihrem persönlichen Engagement.



**Abbildung 1:** Innovationsprozesse im Urteil von Führungskräften (mit illustrativen Zitaten ergänzt)

In der Einschätzung der Mehrheit des Samples (53%) wird die Ambivalenz von Innovationsprozessen deutlich:

- 38% sind in ihrer Bewertung unentschlossen, sie empfinden das Innovationsprojekt als „notwendiges Übel“, zweifeln am Sinn des Ganzen und bekamen nur selten positives Feedback für ihre Arbeit.
- 15% zogen ein eindeutig negatives Fazit. Sie verbinden mit dem geschilderten Innovationsprojekt ein „hohes Frustrpotenzial“, klagen über mangelnde Anerkennung und möchten „eine solche Zeit nicht noch einmal durchmachen“.

Bei dieser großen Gruppe befinden sich die individuellen Belastungen und die zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht im Gleichgewicht, was zu negativen Auswirkungen auf das eigene Befinden führen kann: Bei den Befragten traten Stressreaktionen – z.B. Nervosität, Schlafstörungen, Konzentrationsprobleme und fehlende Kreativität – auf (Kriegesmann et al. 2008).

### 3. Innovationsstress: Neue Aufgaben für die Personal- und Organisationsentwicklung zur Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit

Was bedeuten diese Befunde für Unternehmen? Vor dem Hintergrund des strategischen Stellenwertes des Innovierens ist die Bilanz der Führungskräfte besonders kritisch zu reflektieren. Wenn über die Hälfte der Befragten mit Innovationsprojekten keine positiven Gefühle verbinden, wie groß mögen dann die (indirekten) negativen Auswirkungen für die Unternehmen sein? Oder anders gefragt: Zu welcher Leistungssteigerung wären Unternehmen fähig, wenn mehr ihrer Leistungsträger Innovationsprojekte positiv erleben würden?

Um letzteres zu erreichen ist an zwei Stellen anzusetzen: sowohl auf der individuellen als auch auf der organisationalen Ebene. Im Rahmen der Personalentwicklung ist die Eigenkompetenz der Führungskräfte zu stärken – auch mit dem Ziel eines gesundheitsorientierten Lebensstils. Die Schulung zur Achtsamkeit beim Umgang mit den eigenen Ressourcen kann hier ein Ansatzpunkt sein. Doch darauf allein darf sich nicht beschränkt werden, eine Flankierung von verhaltensbezogenen Maßnahmen auf der organisationalen Ebene ist nötig (Klotter 1999). Verbesserungsbedarf besteht hier vor allem in der Gestaltung der Rahmenbedingungen von Innovationsprozessen. Maßnahmen können bspw. in der Klärung und Vereinfachung von (Kommunikations-)Prozessen, in der Gewährung von entsprechenden Freiräumen für Innovationsarbeit oder auch in der Einführung eines gesundheitsorientierten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) bezogen auf den administrativen Office-Bereich liegen.

Insgesamt ist hier eine Strategie der kleinen Schritte zu verfolgen, die damit beginnt, Ansatzpunkte für Interventionen aus der Perspektive der beteiligten und betroffenen Führungskräfte aufzunehmen, welche als Multiplikatoren und Kulturpräger in innovierenden Unternehmen zu adressieren sind. Die Frage jedoch, ob Prävention – mit Blick auf Innovationsstress und mit Blick auf die Zielgruppe Führungskräfte – Pflicht oder Kür darstellt, ist falsch gestellt. Es ist eine Pflicht, diese Kür erfolgreich zu absolvieren.

### 4. Literatur

1. Hauschildt, J. & Salomo, S. 2007, Innovationsmanagement, 4. Auflage. München: Franz Vahlen.
2. Janssen, O. 2003, Innovative Behaviour and job involvement at the price of conflict and less satisfactory relations with co-workers, *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 3, 347-364.
3. Klotter, C. 1999, Historische und aktuelle Entwicklungen der Prävention und Gesundheitsförderung – Warum Verhaltensprävention nicht ausreicht. In: R. Oesterreich & W. Volpert (Hrsg.), *Psychologie gesundheitsgerechter Arbeitsbedingungen. Konzepte, Ergebnisse und Werkzeuge zur Arbeitsgestaltung*. Bern: Huber, 23-61.
4. Kriegesmann, B., Kley, T., Thomzik, M., Lücke, C., Göttel, S., Erlinghagen, M., Paul, A., Altner, N. & Lange, S. 2008, Führungskräfte im „Innovationsstress“: Neue Herausforderungen für die betriebliche Gesundheitsförderung – Zwischenbilanz zum Stand der Forschung und erste empirische Ergebnisse. In: B. Kriegesmann (Hrsg.), *Berichte aus der angewandten Innovationsforschung*, No 230. Bochum: Institut für angewandte Innovationsforschung, 42-50.
5. Latniak, E. & Gerlmaier, A. 2007, Belastung bei kooperativer Innovationsarbeit. In: J. Ludwig, M. Moldaschl, M. Schmauder & K. Schmierl (Hrsg.), *Arbeitsforschung und Innovationsfähigkeit in Deutschland*. München/Mering: Rainer Hampp, 147-156.

## Zum Beitrag von Novizen an betrieblichen Innovationen: Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis

Reiner SCHLAUSCH<sup>1</sup> und Marc SCHÜTTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Universität Flensburg,  
Auf dem Campus 1, D-24943 Flensburg*

<sup>2</sup> *Institut Technik und Bildung (ITB), Universität Bremen,  
Am Fallturm 1, D-28359 Bremen*

**Kurzfassung:** In einer angemessenen Beteiligung von Auszubildenden am betrieblichen Wissensmanagement und Innovationen liegen noch weitgehend ungenutzte Chancen, individuelles und organisationales Lernen wechselseitig aufeinander zu beziehen und füreinander fruchtbar zu machen. Diese Perspektive impliziert zuvorderst ein neues Rollenverständnis von Auszubildenden in Betrieben. Des Weiteren erwächst daraus ein (zusätzlicher) Bedarf an neuen, zukunftsorientierten Methodenkonzepten und Organisationsformen des betrieblichen Lernens. Dabei gilt es, das Lernen der Subjekte einerseits zu fördern und auf ein Ziel – die berufliche Handlungsfähigkeit – hin auszurichten und andererseits für die Weiterentwicklung bzw. Reflektion der Arbeits- und Geschäftsprozesse aufzuschließen.

**Schlüsselwörter:** Innovation, Auszubildende, Ausbildung.

### 1. Einleitung

Innovationsfähigkeit gilt heutzutage als ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Während in der anfänglichen Literatur zum Wissens- und Innovationsmanagement diesbezüglich grundlegende Funktionen als Betätigungsfelder für Spezialisten ausgewiesen wurden (siehe exemplarisch die Ankündigung neuer Berufsfelder oder zumindest Stabsstellen bei Probst et al. 1999, S. 367-370), lässt sich konstatieren, dass Wissensarbeit (ebenso wie Qualitätsarbeit) heute als eine Querschnittsaufgabe verstanden wird, die von allen Mitgliedern einer Organisation ausgeübt werden sollte und somit Partizipation zur Voraussetzung hat.

In zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird auf die Bedeutung des Erfahrungswissens – insbesondere auf der Shop-Floor-Ebene – hingewiesen. Durch Beteiligung von Mitarbeitern u.a. dieser Ebene – etwa in Form von Zirkel- oder Projektarbeit, die gegebenenfalls hierarchie- und abteilungsübergreifend angelegt ist –, lassen sich, so die Annahme, Innovationen gezielt auslösen. Die dabei zugrunde liegende Vorstellung von Innovationsprozessen als Wissensspirale haben nachhaltig Nonaka & Takeuchi (1997) zum Ausdruck gebracht. Neues Wissen kann demnach entstehen, wenn implizites (Erfahrungs-)Wissen in einem ersten Schritt einer Externalisierung bzw. Explikation unterzogen wird, die es ermöglicht, dieses Wissen in einem zweiten Schritt auf neue, ungewohnte Weise zu rekombinieren.

Die Mobilisierung von Erfahrungswissen als Ressource für Neuschöpfungen stößt jedoch an Grenzen:

- Carroll et al. (1991) hoben den zirkulären Charakter von technologischer Innovationsprozessen hervor. Demnach bestimmt Erfahrung mit gegenwärtigen Lösungen die Entwicklungsanforderungen an neue technische und organisatori-

sche Lösungen, so dass die Gestaltung von Arbeit und Technik stets der Praxis um einen Schritt hinterher hinkt.

- In ihrer Untersuchung betrieblicher Verbesserungsvorschläge haben Dahmer & Wehner (1992) gefunden, dass diese in 50 Prozent der Fälle auf Mängel bezogen waren, die bereits länger als ein Jahr existierten und für die sich lokale Bewältigungsroutinen ausgebildet hatten. Mit anderen Worten: Ereignischarakter hatte in erster Linie die Artikulation des Mangels und die Lösungsexplikation.
- Aus evolutionsökonomischer Perspektive haben z.B. Nelson & Winter (1982) argumentiert, dass die Diffusion von neuem Wissen in (bestehende) Organisationen „pfadabhängig“ insofern ist, als diese von Verhaltensroutinen der Organisation, in denen kollektives Erfahrungswissen inkorporiert ist, abhängig ist.

Mit Erfahrung sind demnach konservative und restaurative Tendenzen, die Innovationen erschweren oder gar verhindern, untrennbar verbunden. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund dieses Innovations-Restaurations-Dilemmas werden häufig externe Promotoren in betriebliche Innovationsvorhaben einbezogen und Moderationsstrategien zur Konfrontation mit und Verfremdung von Handlungs- und Wahrnehmungsmustern eingesetzt (siehe z.B. Schlausch & Schütte 2007).

## 2. Novizen als Innovatoren

Bei der Begleitung von betrieblichen Modellversuchen und Projekten konnten wir wiederholt feststellen, dass Personen an Innovationsprozessen entscheidend mitwirken, die noch über relativ wenig betriebliche Erfahrungen verfügen und somit einen „unverstellten“ Blick - ähnlich wie externe Promotoren - auf den Betrieb und seine Produkte bzw. Dienstleistungen haben: Auszubildende. Die von uns in diesem Zusammenhang dokumentierten Fallbeispiele lassen sich dabei sowohl traditionellen als auch neuen Branchen und Berufen zuordnen (vgl. Schütte 2006).

Im Folgenden haben wir die Eigenschaften näher untersucht, die Auszubildende als Innovatoren qualifizieren. Als besonders relevant haben sich dabei drei Eigenschaften herauskristallisiert:

- Keineswegs überraschend ist zunächst die Erkenntnis, dass Novizen qua Rolle ein Innovationspotential besitzen. Diese Sichtweise vertreten z.B. Wehner & Weibel (1997, S. 97): „Als Neue transportieren sie die Möglichkeit des Neuen“ (kursiv im Original). Allerdings wird von Auszubildenden traditionell erwartet, dass sie die organisationale Praxis reproduzieren. Wehner & Weibel lösen diesen vermeintlichen Widerspruch dahingehend auf, dass sie gescheiterte Reproduktionen als Gelegenheit zur „Entselbstverständlichung des Geforderten“ (Wehner & Weibel 1997, S. 79) und als Aufforderung zur Reflektion der organisationalen Praxis deuten. Tatsächlich können unsere Fallbeispiele dies belegen, die Voraussetzung hierfür ist jedoch ein lern- und innovationsförderliches Umfeld (siehe unten), welches auch bereit ist, die Fehler und Abweichungen von Auszubildenden in dieser Weise, positiv zu aufzugreifen.
- Eine zweite Eigenschaft von Auszubildenden trägt entscheidend dazu bei, dass ihre Rolle in vielen Unternehmen nicht auf Reproduktion sondern zunehmend auf (Mit-)Gestaltung festgelegt ist. Heutige Auszubildende unterscheiden sich hinsichtlich Alter und Vorbildung erheblich von denen der 1970er oder -80er Jahre. Trotz der anhaltenden Diskussion um eine fehlende Ausbildungsreife beim Übergang von der Schule in den Beruf kommt man nicht um die



Feststellung herum, dass nicht wenige Auszubildende ein beachtliches Wissen und Können, insbesondere im Umgang mit dem Computer, mitbringen, welches zunehmend auch außerhalb von Schule und Arbeit erworben wird.

- Noch eine dritte Eigenschaft qualifiziert Auszubildende als Innovatoren. Auszubildende sind typischerweise Grenzgänger in Organisationen. Durch Versetzungen lernen sie beispielsweise unterschiedliche Abteilungen und Arbeitsbereiche kennen. Oftmals fungieren sie daher als informelle „Brückenbauer“ zwischen getrennten Wissensbereichen. Vor allem in KMU, die vielfach keine speziellen Personen für das Wissens- und Innovationsmanagement beschäftigen, nehmen Auszubildende damit eine interessante strategische Position ein.

### 3. Konsequenzen für die betriebliche Ausbildung

Die eingenommene Perspektive auf Auszubildende als Wissensarbeiter und Innovatoren macht eine Neubewertung der Rolle von Auszubildenden erforderlich. In zweiter Hinsicht fordert sie zu einer kritischen Auseinandersetzung mit den Lern- und Organisationsformen der betrieblichen Ausbildung heraus.

Die bisher üblichen Lern- und Organisationsformen in der betrieblichen Ausbildungspraxis versetzen Auszubildende demgegenüber in eine passive Rolle, die einseitig auf Wissensrezeption abstellt. Vor allem in der gewerblich-technischen Erstausbildung dominieren ausbilderzentrierte bzw. unterweisungsorientierte Formen, wie z. B. die „Vier-Stufen-Methode“ oder das „Lehrgespräch“, das Methodenrepertoire der Erstausbildung. Diese Methoden nutzen zum einen das Innovationspotential von Auszubildenden nicht, zum anderen erscheinen sie kaum geeignet, eben jene Gestaltungskompetenzen hervorzubringen, die zur Bewältigung von Anforderungen in der veränderungsdominierten Wissensgesellschaft benötigt werden. Neue Lern- und Organisationsformen in der betrieblichen Ausbildung, die dies einzulösen versuchen und die wir z.B. in Modellversuchen entwickelt und erprobt haben, weisen zwei (abhängige) Merkmale auf: Erfahrungsorientierung und Wissensschaffung.

Bei der sogenannten Erfahrungsorientierung lernen Auszubildende im Kontext von Realsituationen, d.h. sie bearbeiten spezifische (auf die Fähigkeiten der Lernenden abgestimmte) Aufträge von internen oder externen Kunden. Dies ist ein gravierender Unterschied zur Ausbildung in „Schonräumen“ wie z.B. reinen Ausbildungswerkstätten. Das Lernen anhand konkreter Arbeitsaufträge wird durch soziale und/oder technische Ressourcen (z.B. Lernmaterialien, Ausbilder) gefördert und intensiviert.

Bei der Wissensschaffung tritt an die Stelle von Wissensrezeption oder Reproduktion im Sinne einer stereotypen Auftragserfüllung die Wissensschaffung als didaktisches Leitprinzip. Auszubildende werden demnach ermuntert, neue oder bessere Lösungen zu entwickeln und ihre Erfahrungen beim Problemlösen zu dokumentieren und anderen mitzuteilen.

Abschließend möchten wir auf zwei Realisierungen betrieblicher Ausbildung hinweisen, die aus unserer Sicht das Potential von Auszubildenden für die Innovationsauslösung und die Chancen von Innovationsprozessen für die Kompetenzentwicklung von Auszubildenden miteinander verbinden.

Als ein besonders viel versprechender Ansatz, um Ausbildung und Innovation zu verknüpfen, kann in Handwerksbetrieben etwa das Konzept „Lernen im Kundenauftrag“ (siehe Sander 2003) sein. Als didaktisch-berufspädagogisches Konzept steht dabei die Ermöglichung des Lernens in ganzheitlichen Arbeitszusammenhängen (von der Akquisition, über die Planung und Ausführung bis hin zur Auftragsbewer-



tung) im Vordergrund. Die Akzentuierung von Selbständigkeit und Verantwortung trägt jedoch zur Generierung von neuen Lösungen oder Variationen bei, die im Erfolgsfall in die Alltagspraxis übernommen werden können. Dies setzt jedoch eine selbstkritische Sicht auf die Betriebsorganisation voraus, die mit dem klassischen „Meisterprinzip“ nicht zu vereinbaren sind.

In Großbetrieben, die die Ausbildung teilweise in Ausbildungswerkstätten organisiert haben, konnten wir erfolgreich Innovationen zum Vorgehen mit Fragen von Sicherheit und Gesundheit mit Hilfe von fallbasierten Projekten auslösen, in denen Auszubildende a) konkrete Arbeitsaufträge bearbeiteten, b) hierfür lösungsrelevantes Wissen im Unternehmen zunächst recherchieren mussten (z.B. mit Hilfe von Beobachtungsinterviews), c) mit internen und externen Experten einen netzgestützten Problemlösungsdialog führten und d) ihre Ergebnisse und Erfahrungen in Form von Digitalen Fallstudien aufbereiteten, die als Lern- und Informationsangebote im Unternehmen genutzt werden können (siehe z.B. Schütte & Wettberg 2006).

#### 4. Literatur

1. Carroll, J.M., Kellog, W.A. & Rosson, M.B. 1991, The task-artefact cycle. In: J.M. Carrol Ed.), *Designing Interaction: Psychology at the human-computer interface*. Cambridge: Cambridge University Press, 71-102.
2. Dahmer, H.J. & Wehner, T. 1992, Sicherheitsbedürfnisse und Handlungskompetenzen in betrieblichen Verbesserungsvorschlägen. In: T. Wehner (Hrsg.), *Sicherheit als Fehlerfreundlichkeit*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 141-166.
3. Nelson, R. & Winter, S. 1982, *The Evolutionary Theory of the Firm*. Cambridge: Harvard University Press.
4. Nonaka, I. & Takeuchi, H. 1997, *Die Organisation des Wissens: wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Frankfurt am Main: Campus.
5. Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. 1999, *Wissen Managen: wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. Frankfurt am Main: Gabler.
6. Sander, M. 2003, Das Konzept „Lernen im und am Kundenauftrag“. In: M. Hoppe, J. Hummel, W. Gerwin & M. Sander (Hrsg.), *Lernen im und am Kundenauftrag: Konzeption, Voraussetzung, Beispiele, Berichte zur beruflichen Bildung*, Heft 260, 45-62.
7. Schlausch, R. & Schütte, M. 2007, Nutzung von Erfahrungswissen für die partizipative Gestaltung von Arbeit und Technik: Strategien, Grenzen, Chancen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen*. Dortmund: GfA Press, 65-68.
8. Schütte, M. 2006, Auszubildende als Wissensarbeiter und Agenten des organisationalen Lernens. In: G. Cramer, W. Schmidt & W. Wittwer (Hrsg.), *Ausbilderhandbuch*, 89. Erg.-Lfg. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst, 1-26.
9. Schütte, M. & Wettberg, W. 2006, Ansätze zur Integration von Sicherheit und Gesundheit in die Berufsbildung. In: P. Krauss-Hoffmann, R. Manz & R. Overhage (Hrsg.), *Lebenslanges Lernen. Konzepte, Strukturen und Perspektiven für ein Leitbild moderner Arbeit*, INQA-Bericht 17. Dortmund: BAuA, 105-120.
10. Wehner, Th. & Waibel, M. Chr. 1997, Erfahrungsbegebenheiten und Wissensaustausch als Innovationspotentiale des Handelns – Die Analyse betrieblicher Verbesserungsvorschläge. In: I. Udris (Hrsg.), *Arbeitspsychologie für morgen. Herausforderungen und Perspektiven*. Heidelberg: Asanger, 72-100.

# Emotionsbezogenes Management von Innovationen

Franz J. HEEG

*Arbeitswissenschaftliches Institut Bremen (aib) und  
Steinbeis Transferzentrum für innovative Systemgestaltung und  
personale Kompetenzentwicklung,  
Universität Bremen, Hochschulring 40, D-28359 Bremen*

**Kurzfassung:** Menschen als "emotionslogische" Entscheider denken, fühlen und handeln meist unbewusst emotional-assoziativ - gesteuert über das Bewertungssystem im "neurologischen" Apparat, umgesetzt auf psychischer Ebene in erfüllte bzw. unerfüllte Bedürfnisse und damit verbundenen positiven und negativen Gefühlen. Das Vorhandensein von positiven Gefühlen (die Entschlossenheit, Handlungsgewissheit, Erfolgsgewissheit symbolisieren wie beispielsweise Neugierde, Begeisterung, freudige Erwartung, Interesse) entscheidet, ob menschliche Bedürfnisse und Motive in Intentionen und letztlich Handlungen, die Veränderungen hervorbringen, umgesetzt werden. Dies führt zu Innovationen. Stark vereinfacht ausgedrückt lautet die Frage für Menschen in Veränderungssituationen: Wie erreiche ich es, ein besseres Gefühl als jetzt zu haben, und wie muss meine zukünftige Situation beschaffen sein, dass dieses bessere Gefühl da ist und wie komme ich dorthin? Wird der Weg zur neuen Situation oder diese selbst negativ bewertet, so erfolgt ein Verharren im jetzigen bestehenden Zustand, verbunden mit keinerlei Aktivitäten zur Erreichung des neuen Zustandes der Arbeitssituation. Innovationsmanagement bedeutet entsprechend Emotionsmanagement. Die subjektiven Bewertungen der beteiligten und betroffenen Personen und die damit verbundenen Emotionen stellen die Richtschnur des Handelns des Innovationsmanagements dar. Eine vom Autor entwickelte Vorgehensweise zum emotionsbezogenen Innovationsmanagement wird vorgestellt und an einem Beispiel einer Organisation im Gesundheitsbereich konkret beschrieben. Die hierbei erzielten Ergebnisse werden präsentiert. Voraussetzungen und Bedingungen der Anwendung der vorgestellten Vorgehensweise werden erörtert, die methodischen Grundlagen und Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung beschrieben.

**Schlüsselwörter:** emotionsbezogenes Management, Innovationsmanagement, Kreativität, Bedürfnisse, Veränderungsprozesse.

## 1. Einleitung

Innovationsprozesse, die Erfolg haben (sollen), benötigen die Nutzung der subjektiven Sichten der Betroffenen zu ihrer augenblicklichen Situation, die Bündelung dieser Sichten in einer gemeinsamen Vorstellung von den Veränderungen und deren Auswirkungen (gemeinsames Modell) und der Gewährleistung der (Grund-) Bedürfnisse der Betroffenen und Beteiligten, indiziert durch positive Emotionen gegenüber

dem Veränderungsweg und der neuen Situation. Als theoriebasierte Begründung hierzu mögen zwei Ansätze dienen:

- Veränderungsprozesse bei Menschen, Gruppen und Organisationen bedingen letztlich eine Veränderung auf neuronaler Ebene - ein stark selbstorganisierter Prozess. Dieser muss dann auch seinen Niederschlag finden in hinreichenden Selbstorganisationsanteilen in den „äußeren“ Prozessen der Innovation. Hierbei stellen dann die Ordnungsparameter, die Ordner dieser Prozesse die Erfüllung der Grundbedürfnisse der beteiligten Personen und die damit verbundenen, als positiv empfundenen Emotionen/Gefühle dar (Heeg et al. 2008). Zu unterscheiden sind von diesen Prozessen unter/mit Selbstorganisations(anteilen) selbstgesteuerte Prozesse bzw. Improvisationen.
- Innovationsprozesse benötigen die Lösung von Problemen und das Treffen von Entscheidungen. Dies wiederum stellt einen hoch emotionalen Vorgang dar (siehe hierzu z. B. die Theorie der somatischen Marker von Damasio 2001), bei dem das Bewertungssystem im sogenannten limbischen System des Gehirns (evolutionär ältere Hirn-Strukturen) in Kombination mit dem Aufmerksamkeitssystem - in den meisten Fällen für die betreffende Person unbewusst - die für die jeweilige Situation nützlichste Verhaltensweise auswählt, begleitet von einem „Spektrum“ von Emotionen. Die Verhaltensweisen, die Handlungen werden im Allgemeinen ausgeführt, die durch positive Emotionen „vorgezeichnet“ sind.

## 2. Methode

Aus neurowissenschaftlicher und systemischer Sicht benötigen erfolgreiche Innovationsprozesse (Heeg 2008a) die Gewährleistung der Nutzung der emotional-assoziativen Gehirnteile aller Beteiligten (nicht nur des bewusstseinsfähigen Teiles) (u. a. durch Bilder, Metaphern, Assoziationen, ...), eine Verlangsamung des gesamten Prozesses zur Problemlösung und Entscheidung (zur Vermeidung von „Kurz-sichtlösungen“ für Symptome), die Berücksichtigung der Beziehungen und der Beziehungsdynamik der Betroffenen/Beteiligten (u. a. Beziehungsbotschaften, ...) sowie die Erarbeitung von Ausführungsintentionen (zeitnah, mittlerer Schwierigkeitsgrad), eine innerliche Planung von Situationen und Situationsvariablen, Annäherungsstrategien/-ziele und eine positive Konnotation von Effekten und Ergebnissen.

Hierbei wirken eine Ressourcenaktivierung, z. B. durch Installation von Erinnerungshilfen für die Umsetzung oder durch Embodiment („Verkörperlichung“), Propriozeption und durch Priming stark unterstützend.

Geeignete Methoden, Techniken zur Unterstützung der Veränderungsprozesse finden sich in etlichen systemischen Bereichen: empathische Kommunikation, systemische Fragetechniken, System-, Problem-Aufstellungen, energetische Psychotherapie, Wirkungsanalyse (qualitatives System Dynamics) und Moderation.

Auch die „Methoden-Welt“ des NLP (Neurolinguistisches Programmieren) bietet Unterstützung zu emotionsbezogenen Interventionen, z. B. durch Nutzung von unterschiedlichen Wahrnehmungspositionen, Submodalitäten-Veränderung, Reframing, Time Line und verschiedenen Modellierungstechniken.

Diese Methoden werden eingeordnet in die Schritte der Vorgehensweise NELOD® - Neuroenergetic Leadership and Organisational Development (Heeg 2008b). Hierbei werden die wesentlichen Systemgrößen (Größen, die die Dynamik eines Systems maßgeblich bestimmen) definiert (wertschöpfende, regelnde und beziehungsbe-

schreibende Größen) sowie deren relative Bedeutung für das zugrundeliegende System. Für die wesentlichsten Größen werden dazu Strategien, Maßnahmen und Ressourcen definiert zur Unterstützung der Durchführung der Innovationsprozesse.

### 3. Ergebnisse

Durch die detaillierte Klärung der konkreten Ausgangssituation (zur Innovation) und das gemeinsame Modellieren des Innovationssystems (Erarbeiten der maßgeblichen Systemgrößen und ihrer Dynamik) entwickeln sich stark verbesserte Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen sowie eine verbesserte Gesprächs- und Meetingkultur (und als Basis hierzu Verständnis für die Anderen, höhere Wertschätzung der Anderen und Vertrauen). Gleichzeitig erfolgt eine gestiegene Identifikation mit den anstehenden Aufgaben. Es resultiert ein stärkerer Einsatzwille für die Organisation und deren Ziele bei gleichlaufendem stärkerem Bedürfnisausgleich. Die gemeinsame Planung der Innovationsprozesse verstärkt diese Aspekte noch, so dass in der Umsetzung die Beteiligten in der Lage sind, gemeinsam bestmögliche Lösungen zu erarbeiten. Hierbei werden wie selbstverständlich keine „eindimensionalen“ Lösungen entwickelt, sondern Lösungen, die in integrierter Form Aspekte enthalten wie Standards entwickeln, kontinuierliche Verbesserungen durchführen, benötigte Informationen, Methoden usw. vor Ausführung einer Aufgabe erarbeiten und beschaffen und aus den konkreten Erfahrungen Schlussfolgerungen für die Zukunft ziehen. Da in der Analyse-, Planungs- und Realisierungsphase bereits alle erforderlichen Innovationswerkzeuge eingesetzt werden, verläuft der Umsetzungsprozess relativ unproblematisch. Im Vortrag werden die einzelnen Schritte des innovativen Prozesses und die verwendeten Innovationsmanagement-Methoden vorgestellt und am Beispiel erläutert.

### 4. Diskussion und Ausblick

Die hier im Überblick vorgestellte Vorgehensweise und die darin enthaltenen Methoden können als eine geeignete Möglichkeit verstanden werden, Innovationsprozesse in Organisationen, die häufig technik-/technologiebasiert ablaufen bzw. durchgeführt werden, zu einer „ganzheitlichen“ Methodik auszugestalten, bei der gemeinsam der „Technikweg“, z. B. zur Einführung eines neuen Produktionssystems analog dem Toyota Production System (z. B. Liker 2004) und der „Menschenweg“ beschritten werden soll, wobei dann beide in integrierter Form durchlaufen werden.

Dadurch entsteht insgesamt ein Gleichgewicht zwischen den Organisationszielen und den Interessen der Beteiligten (Heeg 2008c). Des Weiteren resultieren effizientere (wirtschaftlichere), effektivere (innovativere) und humanere Strukturen, Prozesse, Projekte und Beziehungen der Beteiligten. Über die Anwendung derartiger systemischer Vorgehensweisen und Methoden im betrieblichen Alltag gelingt es, Arbeitssysteme mit folgenden Eigenschaften zu erhalten: größtmögliche Einfachheit, Klarheit und Verbindlichkeit aller Aufgaben, Prozesse und Projekte sowie größtmöglicher Bedarfs- und Bedürfnisausgleich für alle relevanten Beteiligten. Alle organisationalen Systemteile und ihre Handlungen sowie die Ergebnisse des Handelns werden als qualitätsbestimmend ständig in Eigenverantwortung weiterentwickelt, die psychische Gesundheit aller Beschäftigten wird verbessert. Verstehbare, bewältigbare, sinnvolle Aufgaben, gegenseitige Akzeptanz und Wertschätzung und klare verständliche, ver-

bindliche Kommunikation und Kooperation führen zu einer angstfreien Atmosphäre, zu Vertrauen und zu Kohärenz (psychisches/phisches Gleichgewicht) und damit letztlich zu Gesundheit (Antonovsky 1997).

## 5. Literatur

1. Antonovsky, A. 1997, Salutogenese. Tübingen: DGVt.
2. Damasio, A. R. 2001, Ich fühle, also bin ich. Die Entwicklung des Bewusstseins, 3. Auflage. München: List-Verlag.
3. Heeg, F. J., Karbe-Hamacher, S., Schneider-Heeg, B. & Sperga, M. 2008, Psychosoziale Belastungen im betriebsärztlichen Alltag, Methoden- und Kompetenzerweiterung für Betriebs- und Arbeitsmediziner/innen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH.
4. Heeg, F. J. 2008a, Emotionsbezogene Veränderungsprozesse bei Personen, Vortrag im Rahmen des DVNLP-Kongresses 2008, NLP und Business. München: 25.10.2008.
5. Heeg, F. J. 2008b, Emotionsbezogene systemische Planung und Steuerung von Veränderungsprojekten. In: GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e. V. (Hrsg.), Durch Zusammenarbeit zum Erfolg, Tagungsband zum 25. Internationalen Deutschen Projektmanagement Forum. Nürnberg: GPM, 538-546.
6. Heeg, F. J. 2008c, Industrial Engineering - Methoden zur Führungs- und Organisationsentwicklung, Industrial Engineering, 61, 2008-2, 8-15.
7. Liker, J. K. 2001, The Toyota Way. 2004. New York: McGraw-Hill.

## **Beschäftigungsfähigkeit, Qualifizierung und Personalentwicklung**





## Demografie 2.0 - Betriebliche Projekte zum Erhalt der Motivation "Mitten im Job"

Helga UNGER<sup>1</sup>, Sybille ADENAUER<sup>2</sup> und Hans-Dieter SCHAT<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Gesellschaft für Organisationsentwicklung und Mediengestaltung mbH (GOM),  
Lukasstr. 11, D-52070 Aachen*

<sup>2</sup> *Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (IfaA),  
Uerdinger Straße 56, D-40474 Düsseldorf*

<sup>3</sup> *Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI),  
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe*

**Kurzfassung:** Viele Ältere wollen gerne früher in den Ruhestand gehen, die gesetzliche Altersgrenze steigt jedoch. Das Projekt „Mitten-im-Job“ hat ein Workshop-Programm entwickelt und erprobt, das Unternehmen und Beschäftigten helfen soll, sich aktiv und zielgerichtet damit auseinander zu setzen und Perspektiven für ein längeres Erwerbsleben zu erarbeiten.

**Schlüsselwörter:** Demografie, Motivation, längeres Erwerbsleben.

### 1. Einleitung

Kleinere und mittelgroße Betriebe erfahren in zunehmendem Maße Fachkräftemangel – es wird immer schwieriger, kompetente Fach- und Führungskräfte für das Unternehmen zu gewinnen. So gerät auch die Beschäftigung älterer Fachkräfte stärker in den Fokus von Personalern. Hier finden sich noch Möglichkeiten der Erhaltung, sogar der Gewinnung von Personal, denn Deutschland liegt bei der Beschäftigung Älterer international im Mittelfeld.

Dem steht entgegen, dass viele Beschäftigte vor dem 65. Lebensjahr aus dem Berufsleben aussteigen möchten. In einer empirischen Untersuchung für das nordrhein-westfälische Arbeitsministerium wurden dafür von den ca. 900 Befragten weniger „Push-Faktoren“ (arbeitsinhärente Aspekte) als vielmehr „Pull-Faktoren“ (arbeitsexterne Aspekte – „Ich will noch was von meiner Rente haben!“) verantwortlich gemacht (von Rothkirch 2005). Diejenigen, die „früher aus dem Job“ wollen, sind häufig auch diejenigen, auf die gerade kleine und mittelgroße Betriebe am wenigsten verzichten wollen.

Arbeitsinhärente Aspekte, die die Ergonomie, den betrieblichen Gesundheits- und Arbeitsschutz betreffen, sind in Betrieben aller Größenordnungen bekannt. Für jedes dieser Gebiete stehen Experten bereit, die entsprechende Maßnahmen am Arbeitsplatz realisieren, um damit die Beschäftigungsfähigkeit zu erhalten. Diese Maßnahmen können im Anschluss an die IT-Welt als „Demografie 1.0“ bezeichnet werden. Es zeichnet sich aber bereits ab, dass dieser Ansatz an Grenzen stößt und dass es Handlungsanforderungen gibt, die über diesen Ansatz nicht bearbeitet werden können (Mühlbradt 2005).

Die „Demografie 1.0“ ist daher zwingend durch eine „Demografie 2.0“ als kommunikations- und kulturorientiertem Ansatz zu ergänzen. Sie beschäftigt sich vorrangig mit Leistungsmotivation und Arbeitszufriedenheit. Diese Bereiche können nur im Dialog mit den Betroffenen verbessert werden. Treiber dieses Prozesses sind Personalfachleute und Führungskräfte, weniger die Arbeitsgestalter.

## 2. Das Projekt „Mitten im Job“

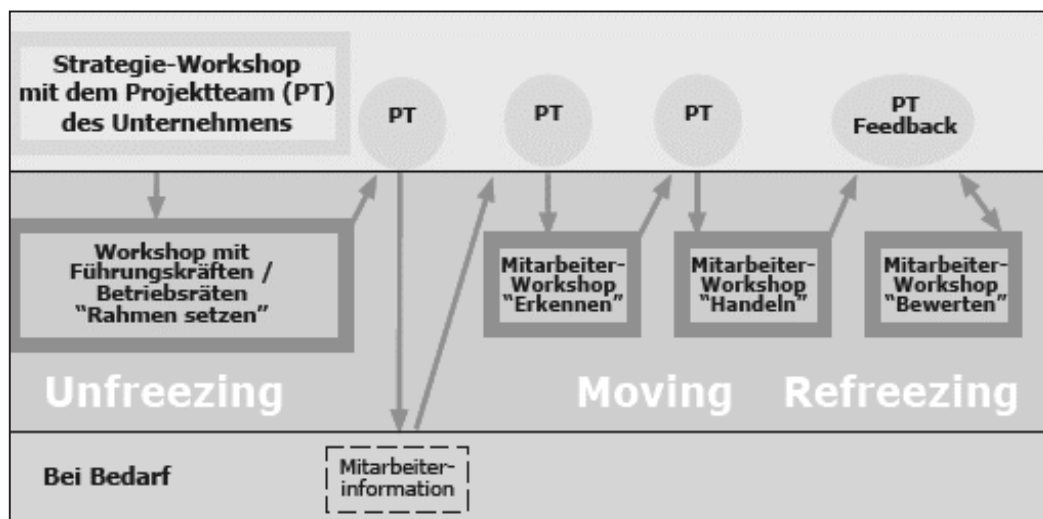
### 2.1 Projektstruktur

Genau dies war der Ansatz für eines der ersten Demografie 2.0 Projekte: „Mitten im Job“ ([www.mitten-im-job.de](http://www.mitten-im-job.de)). In 2007/2008 wurde es vom Land NRW und der EU als innovatives Modellprojekt gefördert. Gemeinsam mit sieben Unternehmen, wurde ein Vorgehensmodell entwickelt, das auf Beschäftigte in der zweiten Berufshälfte abzielt. Sie sollten Raum und Möglichkeiten haben, eigene Haltungen und Zukunftsvorstellungen zu überdenken, darüber mit den Personalverantwortlichen ins Gespräch zu gehen, um so letztendlich den persönlichen und betrieblichen Kontext so mitzugestalten, dass ein längeres Berufsleben möglich und auch gewünscht ist. Die Unternehmen rekrutierten sich aus unterschiedlichen Branchen (Stahl- und Automotive-Industrie, Pflege, High-Tech und Beratung, Handel u.a.) und beschäftigten zwischen 30 und über 2000 MitarbeiterInnen. Weiterhin waren zwei Transfergesellschaften und ein Führungskräfteverband beteiligt, mit denen die Übertragung von Konzepten auf eine andere Klientel erprobt wurde.

Durchführende Akteure waren von Rothkirch und Partner (Projektleitung) sowie die GOM und die TBS NRW. Die Projektaktivitäten und –ergebnisse wurden vom IAW der RWTH Aachen evaluiert. Das IfaA hatte die Aufgabe der begleitenden Projektberatung und des Transfers.

### 2.2 Vorgehensmodell

Das entwickelte Vorgehensmodell besteht im Kern aus einem Workshopkonzept (s. Abbildung 1), das je nach Bedingungen auf die Voraussetzungen und Ziele des Unternehmens ausgerichtet wurde.



**Abbildung 1:** Das Mitten im Job-Workshopkonzept

Die eigentliche Workshoparbeit beginnt mit einem Strategie-Workshop (Geschäfts- und Personalleitung, Personalvertretung). Themen sind die demographischen Veränderungen im Betrieb, die konkreten Ziele der Personalpolitik und -entwicklung und die Abgrenzung der Zielgruppe.

Ergänzt werden kann dieser mit einem Workshop „Rahmen setzen“, der sich ge-

zielt an Führungskräfte und/oder Betriebsräte richtet. Als Vorgesetzte und Multiplikatoren haben sie die Aufgabe, die angestrebten Veränderungsprozesse wirkungsvoll zu unterstützen.

Den Kern stellen die Workshops für die Beschäftigten in der zweiten Berufshälfte dar. Sie werden mit Mitarbeitergruppen von maximal 10 Personen durchgeführt und umfassen im „Normalfall“ drei Treffen im Abstand von etwa vier bis sechs Wochen.

Im ersten Workshop „Erkennen“ geht es darum, dass zunächst Betriebsvertreter und Teilnehmer Projekthintergrund, Interessen und Ziele miteinander klären. Dann sollen die Beteiligten sich v. a. mit ihrer eigenen Biografie, ihrem Älterwerden, ihren Kompetenzen und ihren Vorstellungen zur weiteren Berufszeit auseinandersetzen.

Der zweite Workshop „Handeln“ zielt darauf ab, die Interessen der Teilnehmer zu konkretisieren und in mögliche erste Handlungsschritte umzusetzen. Gleichzeitig wird herausgearbeitet, welche Rahmenbedingungen dafür hilfreich wären.

Der abschließende Workshop „Bewerten“ dient der Reflexion darüber, was die Workshops bewirken konnten und inwieweit Anregungen und Perspektiven entstanden sind. Gleichzeitig erfolgt hier eine Rückmeldung an das Projektteam, was Grundlage für weitere Maßnahmen ist.

Das Projektteam begleitet den gesamten Prozess. Es werden bedarfsweise Zwischentreffen mit den externen Moderatoren durchgeführt, um frühzeitig Fragen der Teilnehmer an das Unternehmen zu klären. Die externen Moderatoren führen alle Workshops durch und begleiten das Projektteam.

### **3. Ergebnisse**

#### *3.1 Formale Evaluation*

Für die Evaluation wurden 169 Fragebögen mit den drei Dimensionen „Arbeitsatmosphäre“, „Qualität der Workshops“ und „Persönlicher Nutzen“ über insgesamt 21 Workshops ausgewertet.

Die Ziele des Projektes „Mitten im Job“ wurden angesichts der hohen Bewertungen auf allen drei Dimensionen erreicht. Die Qualität der durchgeführten Workshops wurde durchgängig als hoch angesehen. In einer offenen und produktiven Atmosphäre konnten Einstellungen verändert und Strategien für ein längeres Erwerbsleben erarbeitet werden. Die mit einer Pilotgruppe durchgeführten Workshops können auf Basis solcher Ergebnisse durchaus auf andere Mitarbeitergruppen bzw. das gesamte Unternehmen übertragen werden.

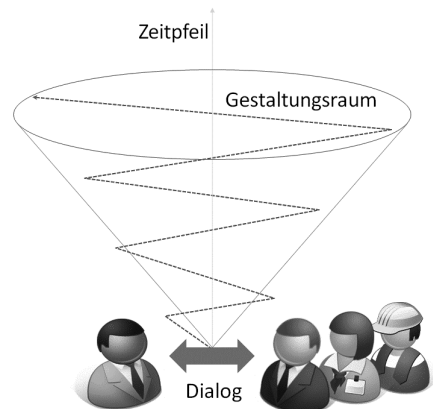
#### *3.2 Prozessergebnisse*

Der im Projekt verwendete Ansatz versteht sich als „Demographie 2.0“ und damit als Ergänzung zur „Demographie 1.0“. In diesem Kontext werden Gestaltungserfordernisse und –lösungen anhand von objektiv vorhandenem Fachwissen festgestellt und geplant. Mitarbeiter sind in der Demografie 1.0 weitgehend passive Objekte. Sie werden in einem beteiligungsorientierten Vorgehen allenfalls zu Belastungen und Beanspruchungen in ihrer Arbeit befragt.

Der vorliegende Ansatz Demographie 2.0 stellt die Sinnhaftigkeit dieses Vorgehensweise nicht in Frage, ergänzt sie jedoch um einen wesentlichen Aspekt. Beide Seiten, Unternehmen und Mitarbeiter, werden als handelnde Subjekte verstanden, deren beiderseitige und wechselseitige Anpassung an den Demographischen Wan-

del einen Lernprozess darstellt. Dieser ist fortlaufend und bedarf des Dialogs. Im Dialog erst werden Annahmen überprüft, Ziele entwickelt und Lösungen herausgearbeitet. Dies bezeichnen wir als „dialektisches Pendeln“ (s. Abbildung 2), welches zu einer Ausweitung des (gemeinsamen) Gestaltungsspielraumes führt. Ergebnisse stellen somit zu einem bestimmten Zeitpunkt einen „Schnappschuss“ in der kontinuierlichen Entwicklung dar (Prozessergebnisse).

Es hat sich gezeigt, dass „Mitten im Job“ diesen notwendigen Dialog initiieren kann und als mögliche Basis zur demographischen Strategieentwicklung in Unternehmen eingesetzt werden kann. Maßnahmen aus dem Bereich der „Demographie 1.0“ können darin problemlos integriert werden.



**Abbildung 2:** Das Prinzip des „dialektischen Pendelns“

Unter bestimmten Umständen stößt der Ansatz jedoch an seine Grenzen. Bei unzureichenden Optionen zur Erweiterung des Handlungsspielraums im Sinne des „dialektischen Pendelns“ kann der Ansatz keinen Erfolg haben. Sollten z.B. erhebliche Mängel in der Arbeitsgestaltung vorliegen, für deren Behebung jedoch keine finanziellen Mittel verfügbar sind, wird der Dialog nicht in Gang kommen. Erst wenn hier Fortschritte vorliegen, öffnet sich für die „Demographie 2.0“ ein Gestaltungsfeld.

### 3.3 Ausblick

Aufgrund der durchweg positiven Resonanz seitens der Unternehmen, der beteiligten Beschäftigten, der Transferpartner und auch der Geldgeber ist eine Fortsetzung dieses Projektansatzes in Planung. Es sollen verstärkt spezifische Konzepte für einzelne Branchen mit ganz bestimmten Problemlagen erarbeitet werden und über Multiplikatoren und so genannte Change Agents in ausgewählten Regionen NRW umgesetzt werden.

## 4. Literatur

1. Mühlbradt, T. 2008, Demografische Entwicklung: Konsequenzen für die betriebliche Personalpolitik. In: C. Kreklau & J. Sievers (Hrsg), Handbuch der Aus- und Weiterbildung, 189. Ergänzungslieferung. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst.
2. Rothkirch, C. v., Naevecke, S., Seifert, H., Sommer, V.-B., Pfeifenroth, W. & Rath, H. 2005, Einstellungen älterer Arbeitnehmer zum Renteneintritt – Eine empirische Untersuchung in nordrhein-westfälischen Betrieben. In: [www.arbeitsmarkt.nrw.de](http://www.arbeitsmarkt.nrw.de).

# Präventive Arbeitsgestaltung zur Förderung der Beschäftigungsfähigkeit in der IT-Wirtschaft im Kontext von Arbeitszeit, Gesundheit und Stress

Ulrike HELLERT , Wolfgang SICHERT-HELLERT und Katja STRÄDE

*Moderne Arbeitszeiten, Heiliger Weg 60, D-44135 Dortmund*

**Kurzfassung:** Beschäftigte der IT-Branche arbeiten zunehmend unter hohem Zeit- und Arbeitsdruck mit überlangen Arbeitszeiten. Stark angestiegen sind psychische Belastungen, die langfristig zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen und vorzeitigen Leistungseinbußen führen. Die vorliegende Studie beschreibt Möglichkeiten und Auswirkungen partizipativ gestalteter Workshops zur Arbeitszeitgestaltung sowie zum Gesundheits- und Stressmanagement.

**Schlüsselwörter:** Vertrauensarbeitszeit, Handlungsspielraum, Gesundheitsmanagement, Prävention, Partizipation.

## 1. Einleitung

Die Belastungssituation von Beschäftigten in der IT-Wirtschaft erfordert deutlichen Handlungsbedarf. Zeitdruck, Arbeitsunterbrechungen und Arbeitskomplexität führen immer häufiger zu Kontrollverlusten und Erschöpfungszuständen, bis hin zu anhaltenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Gerlmaier & Latniak 2006). Jeder dritte Beschäftigte in IT-Projekten zeigt trotz vielfältiger Ressourcen in der Arbeit, wie angenehmes Sozialklima und mitarbeiterorientierte Führungskultur, Anzeichen von Burnout. In diesem Beitrag werden erste präventive Arbeitskonzepte aus einem mittelständischen Pilotunternehmen der IT-Wirtschaft vorgestellt, die im Rahmen des Projektes „Demografischer Wandel und Prävention in der IT-Wirtschaft“ (DIWA-IT) entwickelt und durch das BMBF gefördert werden. In firmeninternen Workshops werden partizipativ Konzepte aus den Bereichen Arbeitszeit, Gesundheit und Stress erarbeitet und maßgeschneidert in die Praxis umgesetzt. Die durchgeführte Analyse liefert wichtige Informationen zur Ausgangslage und ermöglicht eine gezielte Bearbeitung einzelner Schwerpunkte sowie eine spätere Beurteilung der durchgeführten Interventionen.

## 2. Methode

Das beteiligte Unternehmen ist im Bereich der IT-Beratung/Dienstleistung für Energieversorger mit 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an drei Standorten in Deutschland tätig. An den DIWA-IT Workshops nahmen auf freiwilliger Basis in einer Projektgruppe 19 Beschäftigte (15 Männer, 4 Frauen, 72% in fester Beziehung lebend) aus einem Standort teil.

Zunächst wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Projektgruppe in mehreren Grundlagen-Workshops ausführlich über die Projektinhalte informiert, wobei die drei Bausteine „Arbeitszeit“, „Gesundheit“ und „Stressmanagement“ in ihrer Bedeutung als Ressourcen für eine gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung erläutert wurden. Danach erfolgte die erste schriftlich kontrollierte anonyme Befragung als Check-

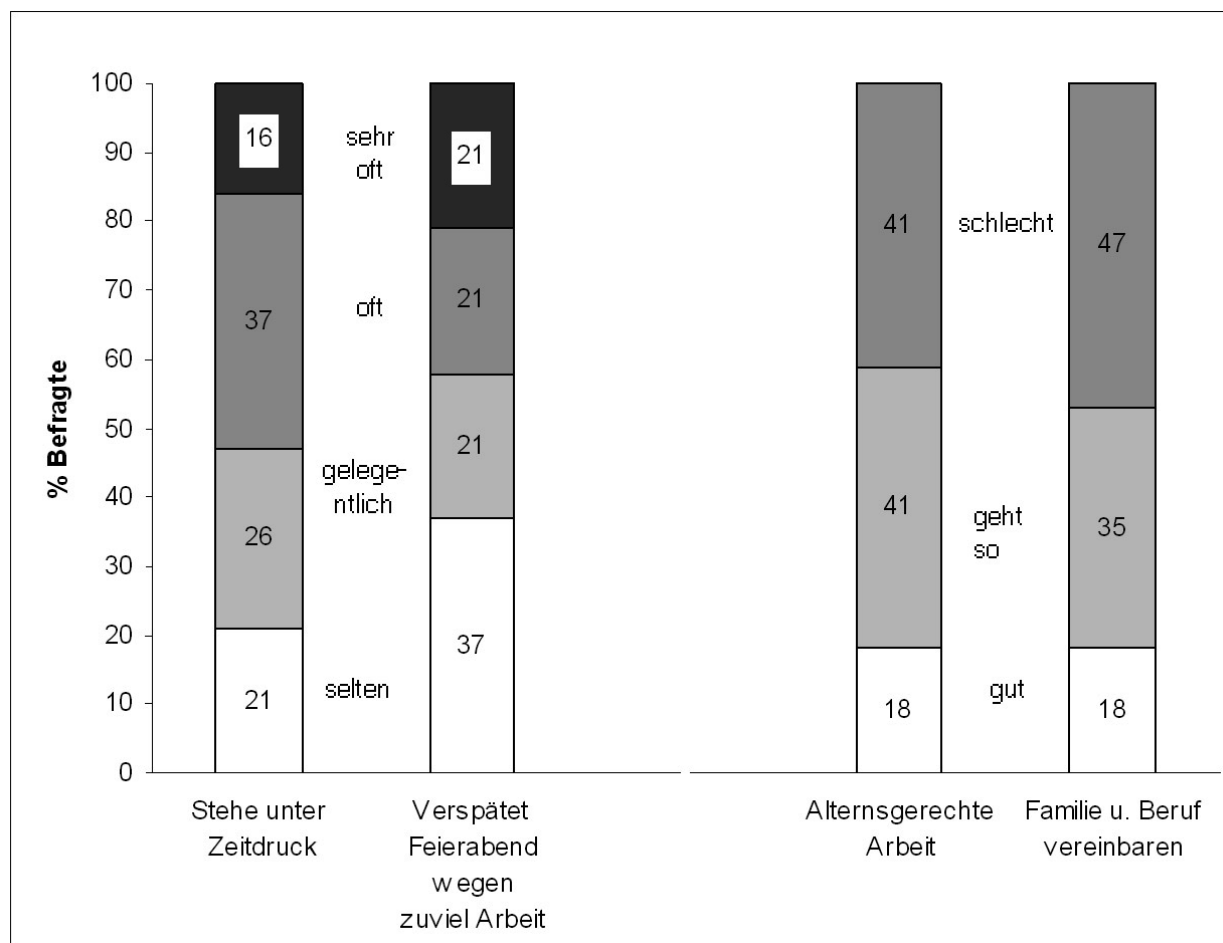


up Analyse. Gefragt wurde nach der aktuellen Belastungs- und Ressourcensituation sowie nach Arbeitszeitwünschen und -gewohnheiten. In diesem Beitrag werden vor allem Ergebnisse aus dem Fragenbereich „Arbeitszeit“ vorgestellt. Hierbei wurden die Variablen Handlungsspielraum (HSR), Zeitdruck, Arbeitszeitmodelle, Arbeitszufriedenheit sowie Familienorientierung generiert. Basierend auf den Wünschen der Beschäftigten wurde anschließend in der Projektgruppe ein individuelles Modell der Vertrauensarbeitszeit entwickelt, getestet und mit flankierenden Maßnahmen aus dem Bereich der Gesundheits- und Stressprävention sinnvoll ergänzt.

Zusammenhänge zwischen den Variablen wurden mittels Spearman Korrelation geprüft.

### 3. Ergebnisse

Die Mehrzahl der Befragten gaben an, die Reihenfolge ihrer Arbeitsschritte weitestgehend selbst festlegen zu können (63 %) oder die Art und Weise der Aufgabenerledigung selbst bestimmen zu können (53 %). Die Beschäftigten verfügen zwar über einen hohen Handlungsspielraum, empfinden jedoch gleichzeitig sehr hohen Zeitdruck. So stehen 53 % der Befragten oft unter Zeitdruck. Tendenziell steigt mit zunehmendem HSR auch der Zeitdruck ( $r = 0.47$ ,  $p = 0,04$ ) und umgekehrt.



**Abbildung 1:** Verteilung der Antworthäufigkeiten zu „Zeitdruck“, „Verspätet Feierabend“, „Alternsgerechte Arbeit“ und „Vereinbarkeit von Familie und Beruf“ (N=19).

Insgesamt gaben fast 84 % der befragten Beschäftigten im Pilotunternehmen an, großes und sehr großes Interesse an Vertrauensarbeitszeit zu haben. Je eher fest vorgegebene Arbeitszeitstrukturen als unangenehm empfunden werden, desto größer ist das Interesse der Beschäftigten an dem Arbeitszeitmodell der Vertrauensarbeitszeit ( $r = 0.7$ ,  $p = 0.0009$ ).

Auch zwischen Arbeitszufriedenheit und Familienorientierung wurde ein Zusammenhang gefunden (Vereinbarkeit von Familie und Beruf, Alternsgerechte Arbeit). Mit zunehmender Arbeitszufriedenheit verbessert sich die Möglichkeit einer guten Vereinbarkeit von Beruf und Familie ( $r = -0.82$ ,  $p < 0.0001$ ) und die Arbeitsmerkmale werden tendenziell günstig unter dem Aspekt einer „Alternsgerechten Arbeit“ beurteilt ( $r = -.60$ ,  $p = 0.0095$ ) und umgekehrt.

Über einen Zeitraum von sechs Monaten wurden in mehreren zwei bis dreistündigen Workshops eine wettbewerbs- und mitarbeiterorientierte Arbeitszeitgestaltung erörtert. Dabei wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen nach dem Arbeitszeitgesetz, verschiedene Arbeitszeitvarianten, Pausenregelungen sowie mögliche Arbeitszeitmodelle besprochen. Schließlich wurde in der Projektgruppe ein Arbeitszeitmodell der Vertrauensarbeitszeit entwickelt. Vertrauensarbeitszeit zeichnet sich durch ein hohes Maß an eigenverantwortlicher Gestaltung der individuellen Arbeitszeit aus, basierend auf rechtlichen Rahmenbedingungen (insb. § 16 Abs. 2 ArbZG) verteilen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre Arbeitszeit entsprechend der betrieblichen Belange selbst. Dieses Modell erlaubt grundsätzlich Berufs- und Privatleben besser in Einklang zu bringen, fördert Arbeitsmotivation und erhöht den Handlungsspielraum (Hellert 2005).

Für die einzelnen Bereiche sind Funktionszeiten festgelegt worden, in denen die IT-Fachkräfte für interne und externe Kunden als Ansprechpartner zur Verfügung stehen. So wurde von Montag – Freitag eine Funktionszeit von 8:00 – 18:00 Uhr festgelegt. Darüber hinaus haben die Mitarbeiter zusätzlich eine Eingleitphase von 7:00 – 8:00 Uhr sowie eine Ausgleitphase von 18:00 – 20:00 Uhr. Die geleisteten Arbeitsstunden werden von den Beschäftigten eigenverantwortlich aufgezeichnet und von den jeweiligen Führungskräften in regelmäßigen Abständen kontrolliert. Arbeitszeiten, die über die vertraglich vereinbarten 40 Wochenstunden hinausgehen, werden auf einem Arbeitszeitkonto erfasst und können individuell, unter Berücksichtigung der betrieblichen Belange ausgeglichen werden. Auf dem Arbeitszeitkonto können maximal 100 Plus- bzw. Minusstunden entstehen. Ab einem Plus-/Minussaldo von 50 Stunden wird mit dem Vorgesetzten vereinbart, wie und wann das Arbeitszeitkonto wieder ausgeglichen wird. Diese ergebnisorientierte Verteilung der Arbeitszeit orientiert sich an Projektzielen, die gemeinsam mit den Beschäftigten festgelegt werden.

Die Notwendigkeit von Ruhepausen wurde im Workshop intensiv besprochen und führte zu einer verbindlichen Pausenregelung vor Ort und einem gezielten Pausenmanagement während der Projektarbeit beim Kunden. Neue Räumlichkeiten erhöhen die Nutzung der Pausen für gemeinschaftliches Essen und einen kommunikativen Austausch der Beschäftigten aus unterschiedlichen Projekten. Als Beitrag für eine gesunde Pausenverpflegung stellt das Unternehmen den Beschäftigten wöchentlich eine so genannte „Abo-Kiste“ mit Obst und Gemüse aus biologischem Anbau zur Verfügung.

Die Arbeitszeit-Workshops wurden mit verschiedenen Inputs zum Gesundheitsmanagement ergänzt. So wurden die Themen Rückenschule, Entspannungstechniken und gesunde Ernährung bearbeitet. Während der Testphase des neuen Arbeitszeitmodells finden ferner prozessbegleitend Workshops und Coachings zur Stressprävention statt.

#### 4. Diskussion

Im Bereich qualifizierter Angestelltentätigkeiten wächst der Anteil von Personen die unter Termin und Leistungsdruck leiden, insbesondere durch die überwiegend langen Arbeitszeiten (Bollinger 2004). Flexible Arbeitszeiten mit großen Handlungsspielräumen können grundsätzlich einen wichtigen Beitrag zur Gesunderhaltung der Mitarbeiter leisten (Hellert 2005). Allerdings reichen Handlungsspielräume alleine nicht aus, um vor Zeitdruck und überlangen Arbeitszeiten zu schützen. Hierzu ist es notwendig, Mechanismen der Selbstkontrolle zu schaffen, die eine selbst bestimmte Verteilung der Arbeitszeit fördern und gleichzeitig durch partizipative Zielvereinbarungen ergänzt werden. Die selbstständige Gestaltung von Vorgehensweisen nach eigenen Zielsetzungen spielt arbeitspsychologisch eine wichtige Rolle (Ulich 2005). Wird das Mess- und Steuerungselement der Arbeitsleistung, wie im Modell der Vertrauensarbeitszeit durch ein Zielsystem ersetzt und mit wirksamen Schutzmechanismen gegen Selbst- und Fremdausbeutung versehen, bietet einen aktiven Schutz zur Erhaltung der Gesundheit der Beschäftigten (Hollmann et al. 2005).

Die in den DIWA-Workshops entwickelten Gestaltungsmaßnahmen verbessern die individuelle Arbeitszeitgestaltung und fördern die persönliche Stressprävention bei der Arbeit. Ferner werden Aspekte einer familienorientierten und altersngerechten Arbeit gestärkt, wobei die Arbeitszufriedenheit zunimmt.

#### 5. Fazit

Großer Handlungsspielraum bei der Arbeit ist arbeitspsychologisch gewünscht, schützt jedoch im vorliegenden Beispiel nicht vor Zeitdruck und überlangen Arbeitszeiten. Wirkungsvolle präventive Konzepte der Arbeitsgestaltung sollten daher maßgeschneiderte Schutzmechanismen und adäquate Zielvereinbarungen beinhalten. Selbstbestimmte Arbeitszeiten können grundsätzlich eine wichtige Schlüsselressource zur Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit in Verbindung mit Stressprävention und Gesundheit darstellen, wenn gleichzeitig entsprechende präventive Gestaltungsmaßnahmen umgesetzt werden.

#### 6. Literatur

1. Baeck, U. & Deutsch, M. 2004, Arbeitszeitgesetz (ArbZG), Kommentar. München: Beck.
2. Bollinger H. 2001, Neue Formen der Arbeit – neue Formen des Gesundheitsschutzes: Das Beispiel Projektarbeit, WSI-Mitteilungen, 685-691.
3. Gerlmaier, A. & Latniak, E. 2006, Wenn der Akku leer ist, FifF-Kommunikation, 23, Heft 1, 35-37.
4. Hellert, U. 2005, Humane oder flexible Arbeitszeiten?, Wirtschaftspsychologie aktuell 1/2005.
5. Hollmann, S., Hellert, U. & Schmidt, K-H. 2005, Anforderungen an eine zielbezogene Selbststeuerung im Rahmen hochflexibler Arbeitszeitmodelle, Wirtschaftspsychologie aktuell 3/2005.
6. Ulich, E. 2005, Arbeitspsychologie, 6. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag.

# Analysen zur Arbeitsunfähigkeit unter dem Aspekt des Erhalts von Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit

Ingeburg SEIFFERT und Matthias MÖHNER

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin*

**Kurzfassung:** In dem vorliegenden Beitrag wird untersucht, ob sich eine Assoziation zwischen der selbstberichteten Arbeitszufriedenheit und dem Eintreten von Arbeitsunfähigkeit bzw. Langzeitarbeitsunfähigkeit zeigen lässt. In der deutschlandweiten BIBB/BAuA Erwerbstätigenbefragung 2005/2006 wurden im Telefoninterview von den 20.000 Teilnehmern auch die Zufriedenheit mit der Arbeit und das Auftreten von Arbeitsunfähigkeit und die Anzahl der Arbeitsunfähigkeitstage in den letzten 12 Monaten erfragt. Zur Untersuchung der obigen Zielstellung wird die logistische Regression eingesetzt. Als Confounder werden das Geschlecht und das Alter berücksichtigt. Im Einzelnen zeigt sich, dass die Gefahr arbeitsunfähig bzw. langzeitarbeitsunfähig zu werden für mit der Arbeit unzufriedene Erwerbstätige signifikant höher ist als für mit der Arbeit zufriedene Erwerbstätige, und es gibt Unterschiede in der Ausprägung zwischen allen Berufen, der Berufsgruppe der wissensbasierten und „blue collar“ Berufen. Es kann geschlussfolgert werden, dass die Erhöhung der Arbeitszufriedenheit einen Beitrag zur Senkung der Arbeitsunfähigkeit leisten kann.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsunfähigkeit, Arbeitszufriedenheit, logistische Regression.

## 1. Einleitung

Krankheitsbedingte Arbeitsunfähigkeit ist ein sehr komplexes Phänomen. Außer mit Krankheit kann sie mit den verschiedensten Faktoren assoziiert sein. Hier wird der Faktor Arbeitszufriedenheit multivariat untersucht. In den jährlichen Mitteilungen der Krankenkassen zur Arbeitsunfähigkeit wird im Wesentlichen deskriptiv ausgewertet. Dabei zeigt sich u. a. der folgende Alterseffekt: Jüngere sind häufiger und Ältere länger krank (z. B. Küsgens et al. 2008, S. 277).

## 2. Methoden

### 2.1 Datenbasis

Als Datengrundlage dient die BIBB/BAuA Erwerbstätigenbefragung 2005/2006 mit dem Schwerpunkt „Arbeit und Beruf im Wandel, Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikationen“. Diese deutschlandweite Befragung mit 20.000 Erwerbstätigen liefert sowohl Angaben zu Anforderungen aus der Arbeitswelt differenziert nach Berufen und Branchen als auch zum Auftreten von Arbeitsunfähigkeit und Arbeitsunfähigkeitsdauer. Sie ermöglicht die Berücksichtigung von Geschlecht, Alter, Bildung und

gesundheitlichen Aspekten. Angaben zu Arbeitsunfähigkeit liegen von 19.969 Erwerbstätigen vor.

Um eine homogene Ausgangspopulation zu erhalten, werden in unsere Untersuchung nur Vollzeiterwerbstätige und Erwerbstätige im Alter von 25 bis 54 Jahren einbezogen. Näher betrachtet werden neben einer Auswertung für alle Berufsgruppen auch eine Gruppe mit wissensintensiven Berufen und „blue collar“ Berufen.

## *2.2 Wissensintensive Berufe, „blue collar“ Berufe*

Die Berufsgruppe der wissensbasierten Berufe beinhaltet im Wesentlichen alle Berufe die von (Hall 2007, S. 46) in eine gleichnamige Berufsgruppe aufgenommen wurden. Ausgeschlossen wurden nur die Berufsgruppen 801 bis 805 (gemäß KldB 92; Statistisches Bundesamt 1992), weil sie Bestandteil der hier auch verwendeten Berufsgruppe der „blue collar worker“ sind. Wie bei Hall werden die Berufe mit den Klassifizierungsnummern 971 bis 997 ebenfalls ausgeschlossen.

In die Gruppe der „blue collar“ Berufe wurden Erwerbstätige aufgenommen, die häufig schwere körperliche Arbeit verrichten. Es ist eine heuristische Einteilung, die für eine frühere Studie erstellt und verwendet wurde (Wichmann et al. 1997).

## *2.3 Arbeitsunzufriedenheit, Arbeitsunfähigkeit, Arbeitsunfähigkeitsdauer*

In der BIBB/ BAuA Erwerbstätigenbefragung findet sich die Frage: Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer Arbeit insgesamt? Die Antwortmöglichkeiten sind: 1: sehr zufrieden, 2: zufrieden, 3: weniger zufrieden und 4: nicht zufrieden. Wir fassen Ausprägung 1 und 2 zu „zufrieden“ und Ausprägung 3 und 4 zu „unzufrieden“ mit der Arbeit zusammen.

Arbeitsunfähigkeit liegt vor, wenn der Erwerbstätige wenigstens einmal in den letzten 12 Monaten wegen Krankheit oder Unfall vom Arzt krankgeschrieben war.

Die Arbeitsunfähigkeitsdauer kann hier 1 bis 365 Tage betragen und ist die Dauer von ärztlich bescheinigten Krankschreibungen der letzten 12 Monate. Als „langzeitarbeitsunfähig“ bezeichnen wir diejenigen Erwerbstätigen, die länger als 42 Tage arbeitsunfähig sind (mit oder ohne Unterbrechungen der Krankschreibung).

## *2.4 Statistische Methodik*

Es werden logistische Regressionen mit den abhängigen binären Variablen „jemals/niemals arbeitsunfähig“ bzw. „arbeitsunfähig länger als 42 Tage im Jahr?“ und der unabhängigen Variablen „unzufrieden“ mit der Arbeit durchgeführt. Dabei werden Ergebnisse sowohl für das rohe Modell als auch für geschlechts- und altersadjustierte Modelle berechnet.

Altersadjustiert wird nach den Altersgruppen 25 - 39 Jahre (Referenz), 40 - 44 Jahre und 45 - 54 Jahre. Diese Alterseinteilung ergab sich aus den ursprünglich gewählten 5-Jahresaltersgruppen durch Zusammenfassen benachbarter Altersgruppen auf der Basis von Vorwärtsauswahl- und Rückwärtseliminationsverfahren.

## **3. Ergebnisse**

Für alle betrachteten Berufsgruppen zeigt sich, dass die Gefahr arbeitsunfähig zu werden, für mit der Arbeit unzufriedene Erwerbstätige signifikant höher ist als für mit

**Tabelle 1:** Odds Ratios für Arbeitsunfähigkeit - roh - nach Berufsgruppen

Modell	Berufsgruppen					
roh	alle		wissensbasiert		blue collar	
	95% - CI		95% - CI		95% - CI	
Gesamt						
Fälle gesamt	12480		4629		4372	
unzufrieden%	8,03		6,98		9,49	
zufrieden	1,00	-	1,00	-	1,00	-
unzufrieden	1,81 *	[1,59 ;2,06]	1,53 *	[1,22 ;1,92]	1,96 *	[1,59 ;2,42]

der Arbeit zufriedene Erwerbstätige (Tabelle 1 und 2), wobei die Gefahr in wissensbasierten Berufen geringer und in „blue collar“ Berufen höher ist im Vergleich zu allen Berufen (Tabelle 1 und 2). Die Odds Ratios und zugehörigen Konfidenzintervalle im rohen Modell unterscheiden sich nur geringfügig von denjenigen im nach Alter und Geschlecht adjustierten Modell (Tabelle 1, Tabelle 2 für „Gesamt“).

**Tabelle 2:** Odds Ratios für Arbeitsunfähigkeit - adjustiert - nach Berufsgruppen

Modell	Berufsgruppen					
adjustiert nach	alle		wissensbasiert		blue collar	
Alter, Geschlecht	95% - CI		95% - CI		95% - CI	
Gesamt						
zufrieden	1,00	-	1,00	-	1,00	-
unzufrieden	1,81 *	[1,59 ;2,06]	1,50 *	[1,19;1,89]	1,98 *	[1,60 ;2,43]
Männer (Referenz)						
Fälle gesamt	7923		2904		3615	
unzufrieden %	8,03		6,47		9,10	
Frauen						
Fälle gesamt	4557		1725		757	
unzufried. %	8,03		7,83		11,36	
Männer	1,00	-	1,00	-	1,00	-
Frauen	1,28 *	[1,19 ;1,38]	1,58 *	[1,40 ;1,79]	1,11	[0,95 ;1,30]
25-39 Jahre (Referenz)						
Fälle gesamt	5995		2154		2097	
unzufrieden %	7,94		7,29		8,82	
40-44 Jahre						
Fälle gesamt	2528		917		951	
unzufrieden %	8,74		8,07		9,78	
45-54 Jahre						
Fälle gesamt	3957		1558		1324	
unzufrieden %	7,71		5,91		10,35	
25-39 Jahre	1,00	-	1,00	-	1,00	-
40-44 Jahre	0,93 *	[0,84 ;1,02]	1,00	[0,85 ;1,17]	0,92	[0,79 ;1,07]
45-54 Jahre	0,84 *	[0,78 ;0,91]	0,91	[0,79 ;1,04]	0,77 *	[0,67 ;0,89]



Aus den adjustierten Modellen lassen sich noch folgende Aussagen für Alter und Geschlecht erhalten.

Über alle Berufe und in der Gruppe der wissensbasierten Berufe sind Frauen bei Arbeitsunzufriedenheit signifikant häufiger arbeitsunfähig als Männer. Im Vergleich zu allen Berufen ist das Odds Ratio für erwerbstätige Frauen aus der Berufsgruppe der wissensbasierten Berufe bei Arbeitsunzufriedenheit höher. Über alle Berufe und in der Gruppe der „blue collar“ Berufe sind Erwerbstätige in der Altersgruppe 45 bis 54 Jahre bei Arbeitsunzufriedenheit signifikant seltener arbeitsunfähig als Erwerbstätige in der Referenzaltersgruppe 25 bis 39 Jahre. Im Vergleich zu allen Berufen ist das Odds Ratio für Erwerbstätige in der Altersgruppe 45 bis 54 aus der Berufsgruppe der „blue collar“ Berufe bei Arbeitsunzufriedenheit geringer (Tabelle 2).

In der Gruppe, die alle Berufe umfasst, sind mit Arbeit unzufriedene Erwerbstätige signifikant häufiger langzeitarbeitsunfähig als zufriedene (OR=1,96; 95%-CI: 1,51; 2,55). Und die Älteren sind im Vergleich zu den Jüngeren der Referenzaltersgruppe 25 bis 39 Jahre ebenfalls signifikant häufiger langzeitarbeitsunfähig. Für die Altersgruppe der 40- bis 44-Jährigen beträgt das Odds Ratio 1,51 (95%-CI: 1,17; 1,94). Und für die Altersgruppe der 45- bis 54-Jährigen erhielten wir ein Odds Ratio von 2,13 (95%-CI: 1,73; 2,61).

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse legen nahe, dass eine Erhöhung der Arbeitszufriedenheit einen Beitrag zur besseren Arbeitsfähigkeit leisten kann. Den Alterseffekt, dass Jüngere häufiger und Ältere länger krank sind, den die Krankenkassen berichten, wird auch durch diese Auswertungen bestätigt.

#### 5. Literatur

1. BIBB:BIBB/BAuA 2008, Erwerbstätigenbefragung 2006 - Arbeit und Beruf im Wandel, Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikationen. Verfügbar unter: <http://www.bibb.de/de/26738.htm>.
2. Hall, A. 2007, Tätigkeiten und berufliche Anforderungen in wissensintensiven Berufen. Empirische Befunde auf Basis der BIBB/BAuA - Erwerbstätigenbefragung 2006, Gutachten im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Bonn: BIBB.
3. Küsgens, I., Macco, K. & Vetter, C. 2008, Krankheitsbedingte Fehlzeiten in der deutschen Wirtschaft im Jahr 2006. In B. Badura, H. Schröder & C. Vetter (Hrsg.), Fehlzeiten-Report 2007: Arbeit, Geschlecht und Gesundheit. Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft. Berlin: Springer, 261-465.
4. Statistisches Bundesamt 1992, Klassifizierung der Berufe – Systematisches und alphabetisches Verzeichnis der Berufsbenennungen - Ausgabe 1992. Stuttgart: Metzler und Poeschel.
5. Wichmann, H.-E., Jöckel, K.-H., Brüske-Hohlfeld, I., Ahrens, W., Möhner, M., Pohlabein, H., Kreienbrock, L. & Kreuzer, M. 1997, Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben: Lungenkrebsrisiko durch berufliche Exposition - gemeinsame Auswertung zweier epidemiologischer Fall-Kontrollstudien hinsichtlich beruflicher Belastungen. GSF-Forschungszentrum Neuherberg, Universitätsklinikum Essen.

# Berufliche Wiedereingliederung von Rehabilitanden nach beruflicher Umschulung und Kurzmaßnahmen

Wolfgang SLESINA und Dirk RENNERT

*Sektion Medizinische Soziologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
Harz 42a, D-06097 Halle*

**Kurzfassung:** Für drei Formen beruflicher Bildungsmaßnahmen für Rehabilitanden wurden Prognosemodelle zur beruflichen Wiedereingliederung berechnet. Die Modelle enthalten einige gemeinsame und einige spezifische Prädiktoren zur Wiedereingliederung in den ersten Arbeitsmarkt.

**Schlüsselwörter:** berufliche Rehabilitation, Weiterqualifizierung, Umschulung, Erwerbstätigkeit.

## 1. Hintergrund und Fragestellung

Nach SGB IX umfassen die Leistungen für Rehabilitanden zur Teilhabe am Arbeitsleben auch berufliche Bildungsmaßnahmen wie Umschulungen oder Kurzmaßnahmen (Anpassungsqualifizierung) (§ 33 Abs. 2 SGB IX). Eine von der Deutschen Rentenversicherung im Zeitraum 2003-07 geförderte Evaluationsstudie über diese beruflichen Bildungsmaßnahmen bezog die außerbetriebliche Umschulung in Berufsförderungswerken, die innerbetriebliche Umschulung nach dem dualen System sowie 9- bis 10-monatige berufliche Anpassungsqualifizierungen ein. Untersucht wurden insbesondere Aspekte der Prozess- und Ergebnisqualität durch mehrfache schriftliche Befragung der Rehabilitanden/innen (Slesina & Rennert 2009). Zu den Indikatoren der Ergebnisqualität zählten vornehmlich die berufliche Wiedereingliederung in den ersten Arbeitsmarkt (=gelungene berufliche Wiedereingliederung) und die Qualität der neuen Tätigkeit.

Für die drei o.g. Bildungsmaßnahmen wurden anhand der Daten der Rehabilitandenbefragung zu Maßnahmebeginn (T1) Prädiktoren des Erwerbsstatus der Rehabilitanden zum Zeitpunkt ein Jahr nach Maßnahmeende berechnet. Dies bedeutet eine Prognose von Maßnahmebeginn über einen 2- bis 3-jährigen Zeitraum.

## 2. Methodik

Drei Berufsförderungswerke und fünf freie Bildungsträger (regionale Auswahl, keine Zufallsstichprobe) wirkten an der Studie mit. Die Zeitpunkte der Rehabilitandenbefragung reichten von Maßnahmebeginn (T1) bis 1 Jahr nach Maßnahmeende (T5).

An der T1-Befragung zu Maßnahmebeginn (in den Jahren 2003-04) beteiligten sich 380 Rehabilitanden der außerbetrieblichen Umschulung, 352 Rehabilitanden der innerbetrieblichen Umschulung und 276 Rehabilitanden in beruflichen Kurzmaßnahmen. Für jede der drei beruflichen Bildungsmaßnahmen wurde separat mit multipler logistischer Regressionsanalyse die „nicht gelungene berufliche Eingliederung (=erwerbslos, geringfügig oder ABM-beschäftigt)“ prognostiziert (Algorithmus nach Muche et al. 2005). Das Merkmal „Erwerbsstatus vor Maßnahmebeginn“ wurde in allen drei Prognosemodellen kontrolliert.

### 3. Ergebnisse

Von den Absolventen der außerbetrieblichen wie auch der innerbetrieblichen Umschulung waren zum Zeitpunkt ein Jahr nach Maßnahmeende jeweils 55,2% erfolgreich beruflich wiedereingegliedert, von den Absolventen beruflicher Kurzmaßnahmen waren es 30,8%. Ein bewertender Vergleich dieser Eingliederungsquoten ist jedoch wegen Stichprobenunterschieden zwischen den drei Maßnahmeformen (Region, sozio-demographische Merkmale) methodisch nicht zulässig.

Aus einem Set von ca. 20 soziologischen, sozio-demographischen, psychischen, erwerbsbiographischen und arbeitsmarktbezogenen Merkmalen schälten sich in den multiplen logistischen Regressionsanalysen zu den drei Maßnahmeformen die in Tabelle 1 aufgeführten Merkmale als signifikante Prognosefaktoren des Erwerbsstatus zum Zeitpunkt ein Jahr nach Maßnahmeende heraus (wegen der geringeren Teilnehmerzahl bei den Kurzmaßnahmen wurden in die Prädiktionsanalyse alle Teilnehmer, inklusive der Abbrecher, einbezogen. Die beruflichen Eingliederungsquoten der Absolventen der Kurzmaßnahmen und der Abbrecher unterschieden sich nicht erheblich).

**Tabelle 1:** Prädiktoren des „Erwerbsstatus zum Zeitpunkt 1 Jahr nach Maßnahmeende“ ( $p \leq .05$ )  
(es bedeuten: a Berechnungsbasis: alle an der Schlussbefragung teilnehmenden Maßnahme-Absolventen, d.h. ohne Maßnahme-Abbrecher, b alle an der Schlussbefragung mitwirkenden Maßnahme-Teilnehmer, d.h.: Absolventen und Abbrecher)

<b>Außerbetriebliche Umschulung (n=177)<sup>a</sup></b>	<b>Innerbetriebliche Umschulung (n=158)<sup>a</sup></b>	<b>Anpassungsqualifizierung (n=152)<sup>b</sup></b>
Arbeitsmarktsituation am Wohnort ( $p < .001$ )	subjektiver Umschulungsgrund ( $p = .003$ )	Besitz eines Führerscheins ( $p = .009$ )
interne Kontrollüberzeugung ( $p = .013$ )	Arbeitsmarktsituation am Wohnort ( $p = 0.010$ )	Beratung im Vorfeld durch den Bildungsträger ( $p = 0.012$ )
Schulabschluss ( $p = 0.017$ )	Erwerbstätigkeit in Jahren seit 1990 (altersadjustiert) ( $p = 0.12$ )	Arbeitsmarktsituation am Wohnort ( $p = 0.023$ )
gesundheitliche Beschwerden durch Schmerzen ( $p = 0.022$ )	gesundheitliche Belastungen durch Schlafstörungen ( $p = 0.019$ )	Geschlecht ( $p = 0.030$ )
Umschulungsberuf ( $p = 0.030$ )	antizipierte soziale Unterstützung ( $p = 0.043$ )	gesundheitliche Belastungen durch Schlafstörungen ( $p = 0.041$ )
allgemeine soziale Unterstützung ( $p = 0.052$ )		

Wie der Vergleich zeigt, enthalten die Prognosemodelle zu den drei beruflichen Bildungsmaßnahmen einige übereinstimmende bzw. ähnliche Variablen, die die gelungene bzw. nicht gelungene Wiedereingliederung in den ersten Arbeitsmarkt prädictieren:

- In allen drei Bildungsmaßnahmen hatten Rehabilitanden mit Wohnsitz in einem strukturschwachen Arbeitsmarktbezirk eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit der nicht gelungenen beruflichen Wiedereingliederung (Odds Ratios zwi-

schen 2,7 [innerbetriebliche Umschulung] und 15,1 (außerbetriebliche Umschulung).

- Auch gesundheitliche Beschwerden schälten sich in den drei Prognosemodellen als relevante Prädiktoren heraus: bei der außerbetrieblichen Umschulung war es das NHP-Merkmal „Schmerzen“, bei der innerbetrieblichen Umschulung und bei den 9- bis 10-monatigen Anpassungsqualifizierungen war es das NHP-Merkmal „Schlafstörungen“ (ORs zwischen 1,01 und 1,4).
- Sowohl bei der außerbetrieblichen als auch bei der innerbetrieblichen Umschulung erwies sich das Merkmal „soziale Unterstützung“ prognostisch als bedeutsam. Rehabilitanden mit geringer sozialer Unterstützung wiesen ein durchschnittlich 1,7- bzw. 2,4fach erhöhtes Risiko der nicht erfolgreichen beruflichen Wiedereingliederung im Vergleich zu den gut Unterstützten auf.

Darüber hinaus enthalten die Prognosemodelle einige weitere Merkmale, die jeweils nur bei einer der drei Bildungsmaßnahmen die berufliche Wiedereingliederung der Teilnehmer prädictieren. Folgende Merkmalsausprägungen erhöhten signifikant die Wahrscheinlichkeit einer nicht gelungenen Eingliederung in den ersten Arbeitsmarkt ein Jahr nach Maßnahmeende:

- bei der außerbetrieblichen Umschulung: eine „geringe interne Kontrollüberzeugung von Rehabilitanden“, „kein oder höchstens ein Hauptschulabschluss“, aber auch die „(Fach-)Hochschulreife“, ferner ein „Dienstleistungsberuf als Umschulungsberuf“,
- bei der innerbetrieblichen Umschulung: der „subjektive Umschulungsgrund des Rehabilitanden (und zwar: andere Gründe als die gesundheitliche Einschränkung)“ sowie eine „kürzere Erwerbstätigkeit in Jahren seit 1990“ (adjustiert für das Alter),
- bei den kürzeren Qualifizierungsmaßnahmen: bildeten die Merkmalsausprägungen „keine Beratung im Vorfeld durch die Bildungseinrichtung“, „kein Führerscheinbesitz“, Geschlecht „weiblich“ negative Prognosefaktoren.

Die Berechnungen zur Prognosegüte der drei Modelle mittels ROC-Analyse erbrachten folgendes Resultat zur Sensitivität und Spezifität:

Mit dem Prognosemodell zur außerbetrieblichen Umschulung (Tabelle 1) konnten 77% der Absolventen mit nicht gelungener und 77% der Absolventen mit gelungener Wiedereingliederung in den ersten Arbeitsmarkt (ein Jahr nach Umschulung) richtig vorhergesagt werden.

- Das Prädiktionsmodell zur innerbetrieblichen Umschulung ordnet 72% der Absolventen mit nicht gelungener beruflicher Wiedereingliederung und 77% der erfolgreich Eingegliederten korrekt zu.
- Mit dem Prognosemodell zur beruflichen Anpassungsqualifizierung werden 79% der Maßnahme-Teilnehmer mit nicht gelungener beruflicher Wiedereingliederung und 66% der erfolgreich in den ersten Arbeitsmarkt Eingegliederten richtig klassifiziert.
- Die drei Prognosemodelle wurden intern validiert. Lediglich beim Modell zur innerbetrieblichen Umschulung ergaben sich Hinweise auf einen Überoptimismus des Ausgangsmodells von 6%.

#### 4. Diskussion

Einige der o.g. Prognosefaktoren finden sich auch in Prädiktionsmodellen anderer Autoren. Bei der außerbetrieblichen Umschulung gilt dies für die „Arbeitsmarktsituati-

on am Wohnort der Rehabilitanden“ (Beiderwieden 2001; Tews et al. 2003) und den Schulabschluss („Abitur“ ungünstig, s. Arling et al. 2007). Die Studie von Zängle & Trampusch (1997) zur beruflichen Anpassungsqualifizierung ermittelte gleichfalls die „Arbeitsmarktsituation am Wohnort der Rehabilitanden“ als bedeutsames Prognosemerkmal der beruflichen Wiedereingliederung. Unsere Studie fand zudem mehrere psychische, soziologische und gesundheitliche Merkmale wie Kontrollüberzeugung, soziale Unterstützung, Schmerz, Schlafstörungen als signifikante Prädiktoren, die in den Prognosemodellen anderer Studien bisher nicht untersucht wurden.

Das hier vorgestellte Prädiktionsmodell zur innerbetrieblichen Umschulung für Rehabilitanden ist bisher das erste zu dieser Maßnahmeform.

## 5. Schlussfolgerung und Ausblick

Wie das Studienergebnis zeigt, kann die Wiedereingliederung beruflicher Rehabilitanden in den ersten Arbeitsmarkt bereits zu Beginn einer zweijährigen Umschulung bzw. einer knapp einjährigen beruflichen Anpassungsqualifizierung recht gut vorher gesagt werden. Nach externer Validierung könnten die Prognosemodelle dieser Studie als Grundlage für spezifische Frühfördermaßnahmen für beruflich eingliederungsgefährdete Rehabilitanden dienen.

## 6. Literatur

1. Beiderwieden, K. 2001, Langfristige Wiedereingliederung nach der beruflichen Rehabilitation, Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 34, 182-206.
2. Muche, R., Ring, C. & Ziegler, C. 2005, Entwicklung und Validierung von Prognosemodellen auf Basis der logistischen Regression. Aachen: Shaker.
3. Slesina, W., Rennert, D. et al. 2009, Prozess- und Ergebnisqualität beruflicher Rehabilitationsmaßnahmen. Eine Evaluationsstudie zur beruflichen Umschulung und Anpassungsqualifizierung. Regensburg: S. Roderer Verlag.
4. Tews, H.P., Schreiber, W.K., Schott, J. 2003, Berufliche Rehabilitation in Berufsförderungswerken und Ergebnisse der Berufsförderungswerke Heidelberg gGmbH, Die Rehabilitation, 42, 36-44.
5. Zängle, M., Trampusch, C. 1997, Berufliche Rehabilitation in den Beruflichen Fortbildungszentren der Bayerischen Arbeitgeberverbände e.V. (bfz e.V.), Ergebnisse der statistischen Erfolgskontrolle, Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 30, 305-318.

Die Studie wurde gemeinsam vom Verein Regionale Rehabilitationsforschung in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt e.V. sowie von der Deutschen Rentenversicherung Bund gefördert.



# **Gut drauf für die berufliche Zukunft: Multimediale Software zur Verbesserung und zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit**

Yvonne FERREIRA und Verena BOPP

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt,  
Petersenstraße 30, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** Es wurde eine multimediale Arbeitsschutz-Software entwickelt, die Betroffenen und Interessierten hilft, in den Bereichen Lastenhandhabung sowie Stresserleben persönliche und betriebliche Defizite zu finden. Es werden daraufhin Trainingseinheiten angeboten, um diese Defizite eigenständig und dauerhaft zu beseitigen.

**Schlüsselwörter:** Lastenhandhabung, Stressprävention, ältere Mitarbeiter/-innen, Beschäftigungsfähigkeit.

## **1. Einleitung**

In Deutschland und in anderen europäischen Ländern findet ein demografischer Wandel statt. Im Vergleich zu jüngeren Personen hat der Anteil älterer sowie gesundheitlich beeinträchtigter Personen im Erwerbsalter zugenommen und wird im Verlauf der nächsten Jahrzehnte weiter zunehmen.

Die seit Jahren in vielen Firmen übliche Praxis der Frühverrentung baut wertvolles betriebsspezifisches Wissen ab und verursacht mittlerweile Krisen der sozialen Sicherungssysteme. Darüber hinaus gelingt es vielen Betrieben nicht mehr, den Bedarf an qualifizierten jüngeren Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern zu decken. Für die Zukunft wird ein zunehmender Fachkräftemangel in fast allen Wirtschaftszweigen erwartet, einige Branchen, insbesondere das Handwerk, sind bereits jetzt vom Fachkräftemangel betroffen.

Es wird daher immer wichtiger, das Leistungsniveau der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu halten und auch noch zu steigern, nicht nur das der älteren und gesundheitlich beeinträchtigten Personen, sondern es können beispielsweise auch mehrfach belastete Frauen von einer gezielten Unterstützung profitieren.

Nun kann die Betriebsleitung mit Gesundheitsprogrammen und Anreizsystemen versuchen, das Leistungsniveau zu verbessern. Wenn den Maßnahmen mangelnde Erfolge beschieden sind, dann kann dies unter anderem daran liegen, weil nur ein oder aber ein nicht geeignetes Schulungsinstrument verwendet wurde. Daher wurde am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt eine multimediale Software mit dem Titel „Gut drauf für die berufliche Zukunft“ entwickelt mit den beiden Problemfeldern Stress sowie Lastenhandhabung.

## **2. Methode**

### *2.1 Konzeption*

In der Konzeptionsphase wurden Inhalte und Szenarien erarbeitet, welche auf die oben genannten Zielsetzungen optimal abgestimmt waren. Hierzu waren verschie-



dene Fachdisziplinen notwendig, um den aktuellen Wissensstand der Forschung aus den Bereichen der Ergonomie, der Psychologie, der Pädagogik, der Ökonomie und der Medizin in die Konzeption einfließen lassen zu können. Das in dieser Phase entwickelte Grundkonzept wurde in den folgenden Phasen der Anwendung mit Pilotbetrieben auf deren Bedürfnisse angepasst.

## *2.2 Problemanalyse*

In den Pilotbetrieben wurden kleine Teams, bestehend aus Beschäftigten, Meistern, Führungskräften, Betriebsrat, Sicherheitsbeauftragten, Fachkräften für Arbeitssicherheit und dem Arbeitsmedizinischen Dienst, gebildet. Den Pilotbetrieben wurde das entwickelte Konzept sowie bereits erstellte Szenarien vorgestellt. Die Pilotbetriebe nannten konkrete betriebliche Probleme, beispielsweise gesundheitliche und soziale Probleme mit Schichtarbeit, Fehlzeiten durch arbeitsbedingte Beschwerden und Erkrankungen, Informationsdefizite etc. Die Problemanalyse wurde durch Arbeitsplatzbegehungen ergänzt. Auf diese Weise wurden die Anforderungen der Pilotbetriebe an die Software erhoben und ein Abgleich zwischen den konkreten betrieblichen Anforderungen und dem bestehenden Konzept erzielt.

## *2.3 Fallbeispiele*

Gemeinsam mit den Pilotbetrieben wurden konkrete Fallbeispiele zu den Themen Lastenhandhabung und Stress aufbereitet (Videsequenzen, Darstellung kritischer und/oder positiver Situationen durch Fotos, Interviews mit Beschäftigten). Diese Fallbeispiele gingen teilweise direkt, z. B. in Quizform (mit Fotos von konkreten Arbeitsplätzen bzw. Arbeitssituationen aus den Firmen) in die Software ein. Die Informationen aus den Pilotbetrieben wurden außerdem dazu genutzt, Drehbücher für weitere Videos entwickeln, die dann verfilmt wurden.

## *2.4 Homepage*

Bereits zu Projektbeginn wurde zur Unterstützung des Projekts und zur weiteren Bekanntmachung eine Homepage ([www.vbf.arbeitswissenschaft.de](http://www.vbf.arbeitswissenschaft.de)) eingerichtet, die die folgenden Ziele zu erfüllen hatte:

- Angebot eines Informationsportals
- Akquise von Probanden, Testbetrieben und Interviewpartner
- Bereitstellung einer kostenfreien Downloadmöglichkeit der Software
- Öffentlichkeitsarbeit

## *2.5 Filmsequenzen und Animationen*

Die zusammengestellten Fallbeispiele wurden als Fotoserien ausgearbeitet. Hier, wie auch bei allen anderen Fotos und Filmaufnahmen, wurde besonderer Wert auf Authentizität gelegt, um es künftigen Anwendern zu erleichtern, das Gelernte an ihrem persönlichen Arbeitsplatz umzusetzen. Das Videomaterial der Software besteht jedoch nicht nur aus den Aufnahmen, die in den Pilotbetrieben gemacht wurden. Die Software hat das Ziel, möglichst viele Aspekte abzudecken, die für die Nutzer/-innen hilfreich sein können. So wurden Videos zu allen Arten der manuellen Lastenhandhabung erstellt (z. B. Anheben, Absetzen, Tragen allein, Transport zu zweit, jeweils in ergonomisch günstiger und ungünstiger Art und Weise) und didaktisch aufbereitet.

Die Erstellung von Filmsequenzen zum Thema Stress beschränkte sich nicht allein auf die konkreten Situationen, die wir im Rahmen der Workshops an den Arbeitsplätzen der Pilotbetriebe beobachten konnten, wie z. B. Zeitdruck in der Auftragsannahme. Hier wird ebenfalls ein Spektrum unterschiedlicher Aspekte von Stress am Arbeitsplatz, wie z. B. Arbeitsverdichtung, Doppelbelastung einer allein erziehenden berufstätigen Mutter, Überforderung älterer Beschäftigter etc. dargestellt. Die Aufnahmen wurden von einem professionellen Kameramann an Arbeitsplätzen in Büro und Werkstatt durchgeführt.

## *2.6 Programmierung*

Die Programmierungsphase umfasste den gesamten Projektzeitraum. Da in diesem Projekt das sehr enge Zusammenspiel zwischen Entwicklung und Praxis eine dominierende Rolle spielte, mussten die programmierten Sequenzen fortwährend angepasst werden.

## *2.7 Evaluation*

Die Evaluation wurde von einem Fremdinstitut vorgenommen und fand in unterschiedlichen Modulen statt.

In einem ersten Forschungsschritt wurden im Dezember 2007 Fachkräfte für Arbeitsschutz in kleineren und mittleren Unternehmen befragt.

Im März 2008 fand die Erst-Evaluation statt, in deren Rahmen teilstrukturierte Interviews mit ausgewählten Testpersonen durchgeführt wurden.

Im April 2008 fand die zweite Evaluation statt, die im Rahmen von qualitativen Interviews durchgeführt wurde. Für die Zweitevaluation wurden die Testpersonen auf zwei unterschiedliche Wege akquiriert. Zum einen wurden diejenigen, die die Software im Internet heruntergeladen haben gebeten, sich zur Teilnahme an einer Befragung bereit zu erklären und zu diesem Zweck ihre Telefonnummer beziehungsweise ihre E-Mail-Adresse zur Kontaktaufnahme über ein Formular zu hinterlassen. Darüber hinaus wurden weitere Testpersonen frei akquiriert.

## **3. Theoretischer Hintergrund**

Die zu vermittelnden Lerninhalte basieren auf aktuellen medizinischen, psychologischen und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Vermittlung der Wissensgrundlagen der beiden Bereiche Lastenhandhabung sowie Stress wird aufgrund lerntheoretischer Aspekte vorgenommen: Der Computer als Lehrmittel ermöglicht das Ansprechen multipler Sinnesorgane zur besseren Behaltensleistung. Beispielsweise provozieren Videosequenzen mit verschiedenen, der Praxis entnommenen Beispielen Identifikationsprozesse bei den Anwendern. Es werden emotionale Prozesse in Gang gesetzt, die den Lernprozess ermöglichen und verbessern. Im Bereich Lastenhandhabung zeigen ältere Menschen, wie man bis ins hohe Alter schadlos Lasten transportieren kann. Dieses „Lernen am Modell“ ermöglicht nachweislich eine Veränderung der (gesundheitsschädigenden) Prozesse der Lastenmanipulation.

Der Bereich „Stress“ basiert hauptsächlich auf dem Stressimpfungstraining von Meichenbaum (2002). Hauptmerkmale sind beispielsweise die ausführliche Information über Entstehung und Wirkung von Stress, das Aufzeigen und Verändern von kognitiven Strukturen sowie das Erlernen von Entspannungstechniken. Weiterhin fließ-

sen Methoden der Systemischen Psychotherapie und der Verhaltenspsychologie in die Übungseinheiten ein.

#### **4. Ergebnisse der Evaluation**

Bei der Befragung der betrieblichen Arbeitsschutzbeauftragten zeichnete sich ab, dass die Software sehr positiv aufgenommen wurde. Der Grund hierfür ist, dass betriebliche Arbeitsschützer permanent auf der Suche nach neuen und interessanten Informationsmaterialien sind, mit denen sie die ihnen anvertrauten Personen immer wieder neu für das Thema interessieren können. Die Software wurde als überdurchschnittlich zeitgemäß beurteilt, und dieser moderne Aspekt wurde deutlich herausgehoben, da für die Mitarbeiter die Information über den Computer durch die Ausbreitung des Internets immer selbstverständlicher wird.

Besonders hervorgehoben wurde die Tatsache, dass die Software so konzipiert ist, dass der Arbeitsschutzgedanke nicht an der eigenen Werkspforte aufgegeben wird, sondern dass den Mitarbeitern im Rahmen der Auseinandersetzung mit den Inhalten deutlich gemacht wird, dass sie auch im Privatleben dafür die Verantwortung tragen, ihre eigene Arbeitsfähigkeit aufrechtzuerhalten. Als zweiter wesentlicher Vorteil wurde die Ernsthaftigkeit genannt, mit der das Thema Stress und Stressbewältigung als doch relativ neuer Ansatz des Arbeitsschutzes neben so etablierten und fast schon selbstverständlichen Themengebieten wie Lastenhandhabung gleichgesetzt wird. Hier wurde besonders auf die umfangreiche Darstellung der einzelnen Einflussfaktoren verwiesen und erwähnt, dass den Mitarbeitern auch ein Stück eigene Verantwortung zur Stressbewältigung zugeteilt wird.

Die Befragung der Endverbraucher ist schwieriger zu interpretieren. Prinzipiell beurteilen auch diese User die Software positiv. Jedoch ist der Umfang der Software zu groß, um nach einer kurzen Einarbeitungszeit ein Urteil ermöglichen zu können.

Eine Evaluation nach mehreren Monaten wird zurzeit angestrebt.

#### **5. Förderung**

Das Projekt wurde finanziell unterstützt von EU – Europäischer Sozialfonds ESF und dem Land Nordrhein-Westfalen.

#### **6. Literatur**

1. Meichenbaum, D.W. 2002, Anwendung und Wirkung des Stressimpfungstrainings. Psychologie Praxis, 2. Auflage. Bern: Huber.

# Beurteilung von Hebe- und Tragevorgängen im Rettungsdienst mit Hilfe des Mainz-Dortmunder-Dosismodells und der Leitmerkalmethode

Marian MISCHKE, Claus BACKHAUS und Wolfgang FRIESDORF

*Technische Universität Berlin,  
FG Arbeitswissenschaften & Produktergonomie,  
Fasanenstraße 1, D-10623 Berlin*

**Kurzfassung:** Die Studie untersucht die Belastung durch Hebe- und Tragetätigkeiten im Rettungsdienst anhand von 100 ausgewählten Rettungseinsätzen. Die Wirbelsäulenbelastung der Mitarbeiter wird mit Hilfe der Leitmerkalmethode und dem Mainz-Dortmunder-Dosismodell abgeschätzt. Für die Leitmerkalmethode ergibt sich ein Punktwert von 27,5 für das Heben und 22 für das Tragen. Die MDD-Beurteilungsdosis beträgt 5,5 kNh pro Schicht. Es ergibt sich eine MDD-Gesamtbelastungsdosis von 11,1 MNh. Eine Überbelastung der Lendenwirbelsäule ist möglich. Maßnahmen zur Prävention von Wirbelsäulenerkrankungen sind erforderlich.

**Schlüsselwörter:** Wirbelsäule, Lumbalbelastung, Rettungsdienst, Mainz-Dortmunder-Dosismodell, Leitmerkalmethode.

## 1. Einleitung

Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems zählen zu den häufigsten Gründen für krankheitsbedingte Fehlzeiten. Wie bisherige Untersuchungen belegen, sind Belastungen durch das Heben und Tragen schwerer Lasten wesentlich an der Entstehung und Verschlimmerung von Wirbelsäulenerkrankungen beteiligt. Besonders im Rettungsdienst können durch den Transport von Patienten hohe Belastungen der Lendenwirbelsäule auftreten. Zum Beurteilen der Belastung von Hebe- und Tragevorgängen hat der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik die Anwendung der Leitmerkalmethode empfohlen (LASI 2001). Im Anerkennungsverfahren der Berufskrankheit 2108 "Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjähriges Heben oder Tragen schwerer Lasten..." (Mehrtens et al. 1997) ist das Mainz-Dortmunder-Dosismodell (Jäger et al. 1999) ein etablierter und sozialgerichtlich geforderter Standard zum Beziffern der Wirbelsäulenbelastung. Die Untersuchung quantifiziert exemplarisch die Hebe- und Tragebelastung im Rettungsdienst der Berliner Feuerwehr mit Hilfe der Leitmerkalmethode (LMM) und des Mainz-Dortmunder-Dosismodells (MDD).

## 2. Methode

### 2.1. Expositionsermittlung

Die Datenerhebung erfolgt in einer Berliner Feuerwache. Im Vorfeld der Untersuchung werden die Gewichte der verwendeten Tragehilfsmittel und der medizinischen Ausrüstung bestimmt. Zur Datenerfassung wird das Patientengewicht, die Art des

Transportes (liegen, sitzen, laufen) und die einzelnen Hebe- und Tragevorgänge vom Rettungspersonal dokumentiert. Zur Expositionsermittlung werden 100 Rettungseinsätze der Jahre 2007 und 2008 randomisiert ausgewählt und ausgewertet. Das Tragengewicht ergibt sich dabei aus dem Gewicht des Patienten und dem verwendeten Tragehilfsmittel. Auf Grundlage der ermittelten Daten wird ein repräsentatives Belastungsprofil für eine Arbeitsschicht erstellt, das Aufschluss über die durchgeführten Hebe- und Tragevorgänge liefert.

## 2.2 Expositionsbeurteilung

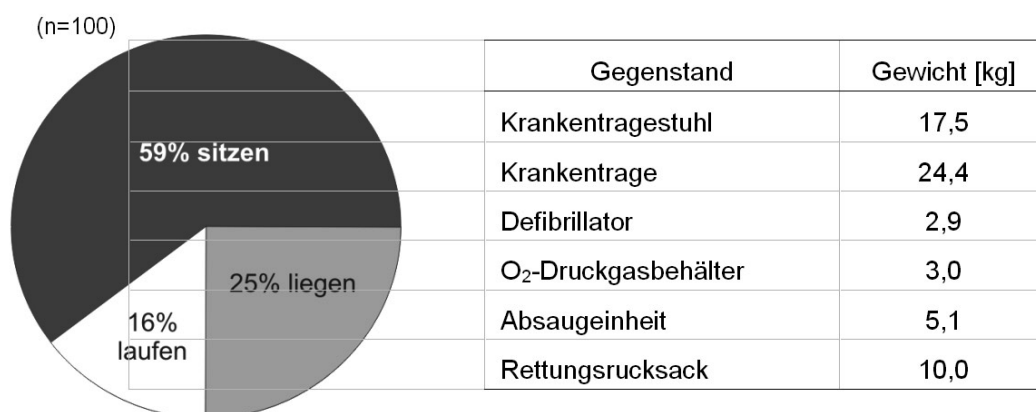
Die erfassten Daten werden mit Hilfe der LMM ausgewertet. Dazu werden der Trageweg, das Tragengewicht und die Tragedauer zu Mittelwerten zusammengefasst und der LMM-Punktwert sowohl für Hebe- als auch für Tragetätigkeiten bestimmt. Zusätzlich wird die Belastungsdosis mit Hilfe des MDD für eine angenommene Expositionszeit von 30 Jahren ermittelt. Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der zuvor bestimmten mittleren Lastgewichte. Daraus werden sowohl die Beurteilungsdosis als auch die Gesamtbelastungsdosis für die Hebe- und Tragevorgänge bestimmt. Bei der Bestimmung der Beurteilungsdosis finden alle Tätigkeiten Berücksichtigung, bei denen eine Mindestdruckkraft von 2,7 kN erreicht wird (s. BSG-Urteil vom 30.10.2007 - AZ: B2U4/06R). Die Untersuchung berücksichtigt lediglich die Wirbelsäulenbelastung, die während der Tätigkeit im Rettungsdienst auftritt. Belastungen durch Aufgaben in der Brandbekämpfung, technischen Hilfeleistung etc. bleiben unberücksichtigt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Expositionsermittlung

Das Personal der Feuerwache arbeitet in Zwölf-Stunden-Schichten (Sollstärke 58 Mitarbeiter). Jeder Mitarbeiter leistet 149 Schichten pro Jahr, davon 67 Schichten auf einem Rettungswagen. Durchschnittlich werden im Rettungsdienst acht Einsätze pro Arbeitsschicht gefahren. Im Mittel erfolgen 48 relevante Hebevorgänge pro Schicht. Die durchschnittliche Tragelänge in einer Arbeitsschicht beträgt 940 Meter.

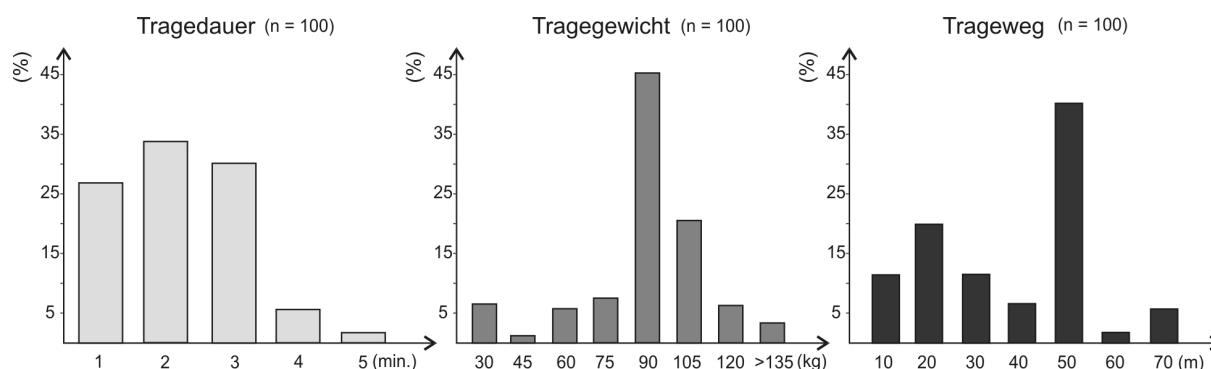
Abbildung 1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der durchgeführten Transportart und die (durch zwei Personen) gehandhabten Gewichte während eines Einsatzes.



**Abbildung 1:** Häufigkeitsverteilung der Transportart (l.) und Gewichte der eingesetzten Tragehilfsmittel sowie der medizinischen Ausrüstung

In 84% der durchgeführten Transporte wird der Patient mit Hilfe eines Krankentransportstuhles oder einer Krankentrage transportiert.

Nachfolgend sind die ermittelten Häufigkeitsverteilungen der Belastungsgrößen Tragedauer, Tragegewicht und Trageweg dargestellt (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Häufigkeitsverteilung der Belastungsgrößen Tragedauer, -gewicht und -weg (v.l.n.r.)

Aus der statistischen Analyse ergeben sich folgende Daten für den arithmetischen Mittelwert und die Standardabweichung: Trageweg (bzw. -länge) = 39 ( $\pm 22$ ) m; Gesamt-Tragegewicht (Transport durch zwei Personen) = 85 ( $\pm 23$ ) kg; Tragedauer = 2,2 ( $\pm 1$ ) min.

### 3.2 Expositionsbeurteilung

Beim Beurteilen der Exposition mit Hilfe der LMM wird der Zeitwichtungsfaktor für die 48 vorliegenden Hebevorgänge auf 2,5 festgelegt. Für die vier Tragetätigkeiten wird bei einer durchschnittlichen Distanz von 940 Metern pro Schicht der Wichtungsfaktor 2 bestimmt. Die Haltung hängt stark von den Gegebenheiten an der Einsatzstelle ab. Oft wird die Last körperfern getragen. Die Haltungsgewichtung wird aus den Piktogrammen der LMM entnommen und einheitlich mit dem Wert 6 beurteilt. Die Ausführungsbedingungen werden mit einer Gewichtung von 2 bewertet. Das Leitmerkmal Last wird individuell gewichtet. Die Ergebnisse der Beurteilung sind in Tabelle 1 dargestellt. Zur MDD-Berechnung werden die Hebe- und Tragevorgänge den Bewertungskategorien „beidhändiges Heben“ und „vor und neben dem Körper tragen“ zugeordnet.

**Tabelle 1:** LMM-Punktwert und berechnete MDD-Werte

Kenngroße	Wert	Orientierungswert
LMM-Punktwert Heben	27,5	25
LMM-Punktwert Tragen	22,0	25
MDD-Beurteilungsdosis	5,5 kNh	-
MDD-Gesamtbelastungsdosis	11,1 MNh	12,5 MNh

Durch Einsetzen der ermittelten Gewichte kann mit Hilfe der zugehörigen Schätzgleichung die auftretende Druckkraft zwischen dem 5. Lenden- und dem 1. Sakralwirbel berechnet werden. In Kombination mit der Häufigkeit und Dauer der Lastenhandhabungen werden die Beurteilungsdosen und die Gesamtbelastungsdosen er-



mittelt. Tabelle 1 zeigt den berechneten LMM-Punktwert sowie die MDD-Beurteilungsdosis und die MDD-Gesamtbelastungsdosis für eine Expositionsdauer von 67 Arbeitsschichten pro Jahr und 30 Expositionsjahren (Tab. 1).

#### 4. Diskussion

Nach einem aktuellen Urteil des Bundessozialgerichts vom 30.10.2007 (AZ: B2U4/06R) ist im Berufskrankheiten-Anerkennungsverfahren der Unfallversicherungsträger bereits beim Vorliegen einer MDD-Gesamtbelastungsdosis von 12,5 MNh eine mögliche Gesundheitsgefährdung zu unterstellen. Dieser Wert wird knapp unterschritten. Die ermittelten LMM-Werte liegen knapp über bzw. unter dem dargestellten Orientierungswert für eine erhöhte Gesundheitsgefährdung.

Bei der Expositionsbeurteilung ist zu berücksichtigen, dass die durchgeführte Analyse lediglich Tätigkeiten im Rettungsdienst berücksichtigt. Für eine ganzheitliche Expositionsbeurteilung sind zusätzlich, zu den untersuchten 67 Arbeitsschichten pro Jahr, die Belastungen zu berücksichtigen, die durch Hebe- und Tragetätigkeiten bei der Brandbekämpfung oder den technischen Hilfeleistungen auftreten. Es ist anzunehmen, dass in einer vollständigen Expositionserhebung die zu Grunde gelegten Orientierungswerte überschritten werden. Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass für die Berechnung der Belastungssituation - aus Gründen der Übersichtlichkeit - lediglich Durchschnittswerte verwendet wurden, wodurch der stark beanspruchende obere Belastungsbereich vollständig unberücksichtigt bleibt. Eine genauere Analyse der auftretenden Belastung, z.B. durch das Berechnen der Belastungsdosis für das 80. oder 95. Perzentil der gehandhabten Gewichte, wird somit ebenfalls zu einer Erhöhung der ermittelten Werte führen.

Die ermittelten Expositionswerte und die Expositionsbeurteilung zeigen eine erhöhte Belastung durch Hebe- und Tragetätigkeiten für Mitarbeiter im Rettungsdienst. Eine Überbeanspruchung der Lendenwirbelsäule ist möglich. Maßnahmen zur Prävention sind erforderlich.

Dieses Projekt wurde durch die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen unterstützt.

#### 5. Literatur

1. Caffier G. & Liebers F. 2001, Anmerkungen zum Mainz-Dortmunder-Dosismodell (MDD) als Verfahren zur retrospektiven Beurteilung der beruflichen Exposition gegenüber Lastenhandhabung und Arbeiten in extremen Körperhaltungen, *Arbeitsmedizin-Sozialmedizin-Umweltmedizin*, 36, 447-457.
2. Jäger M., Luttmann A., Bolm-Audorff U., Schäfer K., Hartung E., Kuhn S., Paul R. & Francks H.-P. 1999, Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108. Teil 1: Retrospektive Belastungsermittlung für risikobehaftete Tätigkeitsfelder, *Arbeitsmedizin-Sozialmedizin-Umweltmedizin*, 34, 101-111.
3. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) 2001, Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. Schmergow: Druckhaus Schmergow.
4. Mehrtens G., Brandenburg S. & Perlebach E. 1999, Die Berufskrankheitenverordnung (BeKV) - Kommentar. Loseblattsammlung einschließlich 52. Erg. Lieferung vom 07.04.2008. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

# Software für alle – designed for all

Katy VÖLKER

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Im Beitrag werden die Normen der DIN-Reihe DIN EN ISO 9241 vorgestellt, die sich mit den Begriffen „Usability“ und „Accessibility“ auseinandersetzen. Die Normenreihe bezieht sich vor allem auf Softwareprodukte, wird unterdessen aber auch für andere Produkte zu Rate gezogen. Es soll bewusst gemacht werden, wie Menschen mit Software umgehen, welche Barrieren dabei für sie auftreten können und wie man diese vermeiden kann. Usability und Accessibility spielen für alle Menschen in unserer Gesellschaft, sowohl im Berufs- als auch im Privatleben, eine entscheidende Rolle. Wichtig ist die Abgrenzung der Begriffe untereinander. Die Begriffe beziehen sich nicht nur auf geistig oder körperlich beeinträchtigte Menschen oder im Hinblick auf den demografischen Wandel auf ältere Menschen. Vielmehr werden alle Menschen und ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten betrachtet, um dem Anspruch des „Design for all“ gerecht zu werden. Das Wissen um die Begrifflichkeiten und die Anwendung der in den Normen dargelegten Anforderungen führen zu einer Erhöhung der Leistung (Effektivität und Effizienz) und der Zufriedenstellung der Benutzer. Somit kann deren Umsetzung ebenfalls ein wichtiger Teil des Qualitätsmanagements in einem Unternehmen darstellen. Die Normen können dabei sowohl bei dem Entwurf einer Software als auch bei der Bewertung einer bereits bestehenden Software sowie für den Vergleich zwischen Softwareprodukten mit demselben Nutzungskontext behilflich sein.

**Schlüsselwörter:** Usability, Accessibility, Design for all, Software.

## 1. Einleitung

Die Qualität einer Software zeichnet sich entsprechend der ISO/IEC 9126 durch ihre Funktionalität, Zuverlässigkeit, Änderbarkeit, Übertragbarkeit, Effizienz und Benutzbarkeit aus. Diese Merkmale betrachten zunächst jedoch nur die Qualität des Produktes „Software“. Erst der Begriff „Gebrauchstauglichkeit“ (engl.: usability) bezieht die Qualität der Nutzung, also die Interaktion zwischen Benutzer und Produkt, ein. Es ist somit möglich, ein Software-Produkt zwar benutzbar, jedoch nicht gebrauchstauglich zu gestalten. In der Normung (DIN EN ISO 9241 Teil 11) wird für die Software-Qualität deshalb der Begriff „Gebrauchstauglichkeit“ verwendet:

Die Gebrauchstauglichkeit wird definiert als das Ausmaß, in dem ein Produkt

- durch bestimmte Benutzer
- in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann,
- um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

Diese Definition bezieht sich einerseits auf einen spezifizierten Benutzer bzw. eine spezifizierte Benutzergruppe und andererseits auf den Nutzungskontext, der neben dem Benutzer die Arbeitsaufgabe, die technischen Gegebenheiten der Arbeitsmittel

(Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und die soziale Umgebung umfasst. Im Zusammenhang mit der Gebrauchstauglichkeit spielt ebenfalls die Zugänglichkeit (oft auch Barrierefreiheit; engl.: accessibility) eine entscheidende Rolle (DIN EN ISO 9241-171). Nicht nur deshalb, weil in Europa 37 Millionen Menschen mit Behinderungen leben (von Geburt an, durch Unfall oder Krankheit). Rund 8,6 Millionen davon leben in Deutschland, das entspricht einem Anteil an der deutschen Gesamtbevölkerung von rund 10 % (Statistisches Bundesamt, 2005).

Die Zugänglichkeit wird definiert als die Gebrauchstauglichkeit

- eines Produktes,
- einer Dienstleistung,
- einer Umgebung oder
- einer Einrichtung

für eine in Bezug auf ihre Fähigkeiten möglichst weit gefasste Gruppe von Menschen.

Jedoch gilt auch hier: eine gebrauchstaugliche Software muss nicht zwangsläufig zugänglich sein. Der Grund dafür liegt in den unterschiedlichen Definitionen. Die Gebrauchstauglichkeit umfasst „normale“ Benutzer und unterscheidet sie in ihrer Individualität, auch wenn dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit Menschen eingeschlossen werden, die in Bezug auf ihre Fähigkeiten gewandelt oder eingeschränkt sind. Jeder Mensch ist entsprechend seiner Fertigkeiten, seines Wissens, seiner Erfahrungen sowie seiner persönlichen Merkmale (Alter, Geschlecht, physische Fähigkeiten usw.) für eine Arbeitsaufgabe geeignet oder weniger (nicht) geeignet. Die Zugänglichkeit geht noch einen Schritt weiter: Sie bezieht eine weiter gefasste Gruppe von Menschen ein, zu der zusätzlich die Folgenden gehören:

- Menschen mit angeborenen oder später im Leben erworbenen physischen, sensorischen und kognitiven Behinderungen;
- ältere Menschen, die von neuen Produkten und Dienstleistungen profitieren können, aber in ihren physischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten eingeschränkt sind;
- Menschen mit zeitweise auftretenden Beeinträchtigungen, z. B. Personen mit gebrochenem Arm oder solche, die ihre Brille vergessen haben; und
- Menschen, die in bestimmten Situationen Schwierigkeiten haben, wie z. B. Personen, die in lauten Umgebungen arbeiten oder aufgrund ihrer Beschäftigung momentan keine Hand frei haben.

Trotzdem oder gerade deshalb gehören Gebrauchstauglichkeit und Zugänglichkeit zusammen. Ist eine Software gebrauchstauglich, aber nicht zugänglich, hat nur ein Teil der potenziellen Nutzer etwas davon; ist sie zugänglich, aber nicht gebrauchstauglich, können zwar alle die Software nutzen, aber es ist für alle mühsam. Ziel ist es also, dass Produkte und v. a. Softwares sowohl gebrauchstauglich als auch zugänglich gestaltet werden.

## **2. Barrieren und ihre gebrauchstauglichen und zugänglichen Bewältigungen**

Für die Anwendung der Norm DIN EN ISO 9241-171 werden drei Hauptbereiche der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit der Weltgesundheitsorganisation (ICF) betrachtet, die für die Interaktion mit Softwaresystemen die größte Bedeutung haben:

- sensorische Funktionen, einschließlich Sehen und Hören;
- neuromuskuloskeletale und bewegungsbezogene Funktionen;

- mentale Funktionen, einschließlich der Funktionen der Aufmerksamkeit des Gedächtnisses und sprachlicher Funktionen;
- andere Behinderungen (z. B. Allergien, sonstige funktionelle Einschränkungen)
- multiple Körperfunktionsauswirkungen

Die Norm zeigt unter anderem am Beispiel der Einschränkungen beim Sehen (sensorische Funktionen) mögliche Gestaltungslösungen zur Gewährleistung der Zugänglichkeit – bezogen auf die Schwere der Einschränkungen – auf (siehe Tabelle 1). Da bei der Gestaltung sowohl auf den Benutzer als auch auf den Nutzungskontext eingegangen werden muss und der technische Fortschritt Neuerungen und Änderungen hervorbringen kann, können die Empfehlungen in der Norm jedoch nicht vollständig sein.

**Tabelle 1:** Möglichkeiten der Zugänglichkeit für sensorische Einschränkungen  
(DIN EN ISO 9241-171)

sensorische Funktionen, einschließlich Sehen und Hören	<b>Sehen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitweilig oder dauerhaft nicht sehend</li> </ul>	Bereitstellung visueller Informationen in anderen Modi (z.B. mit Hilfe von Screenreadern), z.B. in Braille- und anderen taktilen Anzeigen (z. B. Moon-Alphabet) und/oder auditive Sprachausgaben
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eingeschränktes Sehvermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombinationen aus visuellen und auditiven Verfahren, seltener auch taktile Verfahren</li> <li>• Möglichkeit der Individualisierung bezüglich Größe, Kontrast und allgemeiner Sichtbarkeit von visuell angezeigtem Material sowie Farben und Farbkombinationen</li> <li>• allgemein gebräuchlich: Einsatz von besonders großen Monitoren, Verwendung großer Schriftarten, starker Kontraste und hardware- und/oder softwaregesteuerter Vergrößerung von Teilen der Anzeige (auch auf Druckern, Automaten usw.)</li> </ul>

Darüber hinaus werden in der Normenreihe DIN EN ISO 9241 umfangreiche Hinweise zur Gestaltung von Software gegeben:

- Teil 110 - Grundsätze der Dialoggestaltung, z. B.:  
Individualisierung  
Lernförderlichkeit
- Teil 151 - Benutzungsschnittstellen für das World Wide Web, z. B.:  
gleichwertige Textbeschreibungen für nichttextuelle Objekte verfügbar machen  
Unabhängigkeit von Inhalt, Struktur und Darstellung
- Teil 171 - Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software, z. B.:  
der unterstützenden Technik die Änderung von Fokus und Auswahl ermöglichen  
Sprachausgabedienste zur Verfügung stellen
- Teil 20 - Leitlinien für die Zugänglichkeit von Informations- und Kommunikationsmitteln und Dienste  
Informationen auditiv darstellen für Blinde und Sehingeschränkte  
Anpassung der Interaktionsgeschwindigkeit

### 3. Fazit

Es ist prinzipiell anzustreben, Produkte (insbesondere Software) sowohl gebrauchstauglich als auch zugänglich zu gestalten. Die Normen sind jedoch nicht nur im Gestaltungsprozess relevant, sondern ebenfalls am Ende des Gestaltungsprozesses, also an der Software. Dort können sie eingesetzt werden, um die Gebrauchstauglichkeit und die Zugänglichkeit an der fertigen Software zu bestimmen (z. B. bei Kaufentscheidungen).

Da Gebrauchstauglichkeit und Zugänglichkeit immer in Abhängigkeit voneinander betrachtet werden müssen, können sie sich auch gegenseitig beeinträchtigen. So kann bspw. eine Vergrößerung der Schrift (ab einem gewissen Grad) nicht zwangsläufig für alle Nutzer effizient, effektiv und zufriedenstellend sein, sondern ggf. zu einer Leistungsabnahme führen (siehe DIN EN ISO 9241-303). Vor allem im Umgang mit interaktiven Systemen, Informations- und Kommunikationsmitteln ist es dennoch wichtig, diese einer möglichst breiten Masse potentieller Nutzer verfügbar zu machen, um die gleichberechtigte Teilhabe am Leben in der Gesellschaft zu ermöglichen sowie jedwede Benachteiligung zu beseitigen und zu verhindern.

### 4. Literatur

1. DIN EN ISO 9241-11: 01 1999, Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit. Berlin: Beuth.
2. DIN EN ISO 9241-20: 09 2008, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 20: Leitlinien für die Zugänglichkeit der Geräte und Dienste in der Informations- und Kommunikationstechnologie. Berlin: Beuth.
3. DIN EN ISO 9241-110: 09 2008, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth.
4. DIN EN ISO 9241-151: 09 2008, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 151: Leitlinien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für das World Wide Web. Berlin: Beuth.
5. DIN EN ISO 9241-171: 10 2008, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software. Berlin: Beuth.
6. DIN EN ISO 9241-303: 11 2008, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth.
7. DIN ISO/IEC 9126-1: 06 2001, Software-Engineering - Qualität von Software-Produkten - Teil 1: Qualitätsmodell. Berlin: Beuth.
8. Rudlof, C. 2006, Handbuch Software-Ergonomie. Usability Engineering, 2.Auflage. Tübingen: Unfallkasse Post und Telekom.
9. Statistisches Bundesamt, Datenreport 2008.



# Vergleich der Belastungsermittlung bei Ganzkörper-Schwingungen mittels der Bewertung nach VDI 2057 mit einer kraftbezogenen Bewertung

Martin FRITZ und Oliver GEISS

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo),  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die Belastungsdaten der epidemiologischen Studie, die in den Jahren 1990 bis 1995 durchgeführt wurde, wurden gemäß VDI 2057, also empfindungsbasiert, sowie mit einem modifizierten Verfahren kraftbezogen bewertet. Zwischen den berechneten Beurteilungsgrößen bestand eine große Übereinstimmung. Auch die Unterschiede bei der Abschätzung des Gesundheitsrisikos anhand von Odds Ratios waren gering. Es ist anzunehmen, dass der Mensch ein Gefühl für die mechanische Belastung seines Muskel-Skelett-Systems auch unter Schwingungsbelastung hat, und somit beide Bewertungsverfahren eine gleichwertige Aussage über die Risiken ermöglichen.

**Schlüsselwörter:** Beurteilungsbeschleunigung, Gesundheitsrisiko, kraftbezogene Schwingungskennwerte, Wirbelsäulenkräfte.

## 1. Einleitung

Wie bei den Tätigkeiten mit manueller Lastenhandhabung ist auch bei der Belastung des Menschen durch Ganzkörper-Schwingungen anzunehmen, dass die in der Lendenwirbelsäule wirkenden Kräfte eine wichtige Teilursache für die Entstehung von degenerativen Erkrankungen darstellen. Es ist daher naheliegend, bei der Ermittlung von Schwingungskennwerten, die zur Abschätzung des möglichen Gesundheitsrisikos herangezogen werden, die Wirbelsäulenkräfte zu berücksichtigen. Am IfADo wurde das in der Richtlinie VDI 2057, Blatt 1 (2002) beschriebene Verfahren zur Bewertung von Ganzkörper-Schwingungen modifiziert, indem die auf der Schwingungsempfindung beruhenden Bewertungsfaktoren durch kraftbezogene Faktoren ersetzt wurden (Fritz et al. 2005).

Ziel der vorliegenden Studie, die von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung gefördert wurde, war es, die im Rahmen der von der Heinrich-Heine-Universität in den Jahren 1990 bis 1995 durchgeführten epidemiologischen Studie erhobenen Daten zur Schwingungsbelastung in kraftbezogene Schwingungskennwerte umzurechnen und die adäquate Abbildung des möglichen Gesundheitsrisikos durch die neuen Kennwerte zu prüfen.

## 2. Methode

Mit dem am IfADo entwickelten biomechanischen Modell wurden zunächst für Testschwingungen bei aufrechter Sitzhaltung die Druck- und Scherkräfte in der Lendenwirbelsäule simuliert. Aus den Übertragungsfunktionen zwischen der Sitzbeschleunigung und den Wirbelsäulenkräften wurden dann Faktoren für eine so genannte kraftbezogene Schwingungsbewertung hergeleitet.

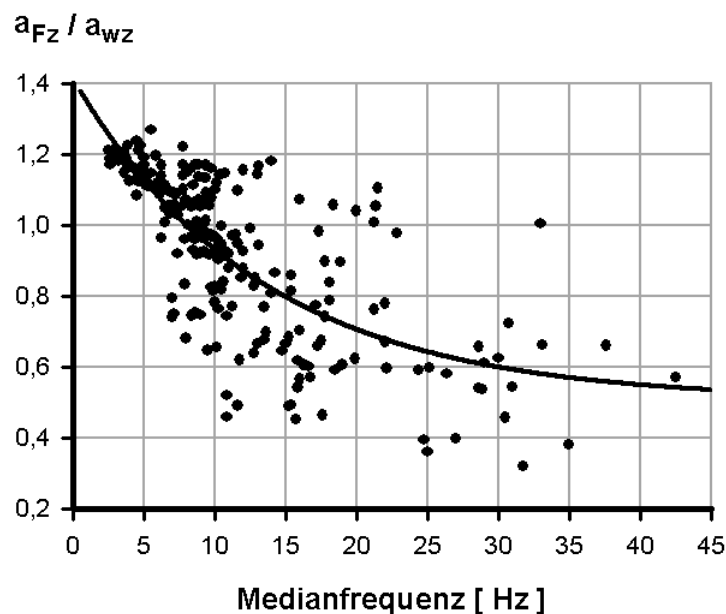


Für 227 im Feld gemessene Sitzbeschleunigungen wurden anhand der Frequenzspektren die frequenzbewerteten Beschleunigungen nach VDI 2057, Blatt 1 (2002) berechnet. Ebenso wurde für jedes Spektrum unter Verwendung der kraftbezogenen Bewertungsfaktoren ein kraftbezogener Schwingungskennwert ermittelt. In Abbildung 1 sind beispielhaft für die vertikale Schwingungsrichtung die Verhältnisse zwischen einander entsprechenden Kennwerten in Abhängigkeit von der Medianfrequenz dargestellt. Der Zusammenhang zwischen diesen Verhältnissen und der Medianfrequenz wurde durch Regressionsfunktionen angenähert. Die Medianfrequenz dient zur Charakterisierung der Frequenzgehalte der Sitzschwingungen auf den untersuchten Fahrzeugen und Maschinen.

### Regressionsfunktion $y = a + b \cdot \exp(-x / c)$

mit  $a = 0,5048$ ,  $b = 0,9094$  und  $c = 13,2505$

$r = 0,74$



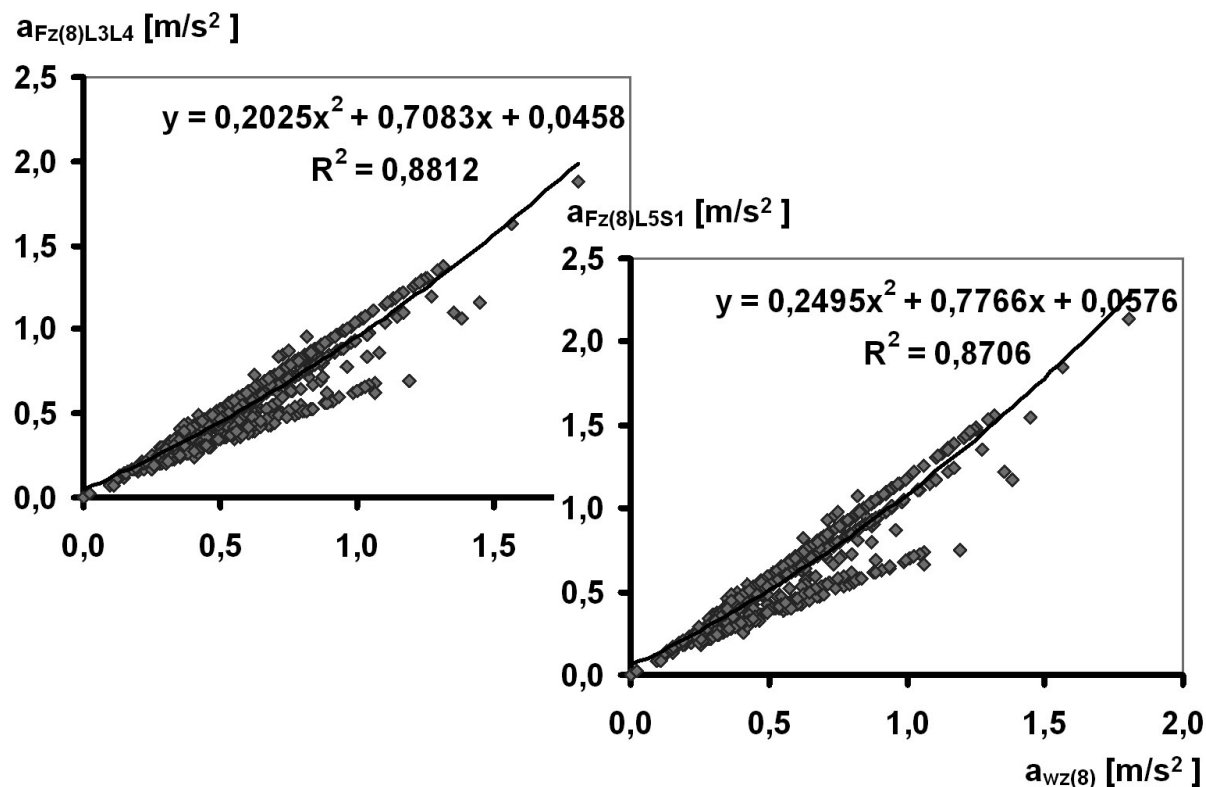
**Abbildung 1:** Verhältnisse zwischen dem kraftbezogenen Schwingungskennwert und der frequenzbewerteten Beschleunigung sowie die Regressionsfunktion (Fritz et al. 2007)

Mit den Regressionsfunktionen wurden die in der erwähnten epidemiologischen Studie erhobenen Belastungsdaten in kraftbezogene Schwingungskennwerte umgerechnet. Für eine einheitliche Beurteilungsdauer von 8 h wurden aus den Kennwerten energieäquivalent kraftbezogene Beurteilungsgrößen berechnet. Diese wurden mit den Beurteilungsbeschleunigungen der Studie verglichen. Weiterhin wurde der Zusammenhang zwischen den ebenfalls in der epidemiologischen Studie ermittelten Erkrankungsdaten bezüglich des Lumbalsyndroms und den kraftbezogenen Beurteilungsgrößen analysiert.

## 3. Ergebnisse

An der epidemiologischen Studie nahmen 388 Fahrer von Erdbaumaschinen, Gabelstapler und Lastkraftwagen teil. Durch Wechseln der Tätigkeit oder des Fahrzeuges waren die Fahrer in insgesamt 1477 Tätigkeitsabschnitten gleichbleibenden Schwingungsbelastungen ausgesetzt. In Abbildung 2 ist für die Tätigkeitsabschnitte

der Zusammenhang zwischen den für die Bewegungssegmente L3-L4 und L5-S1 berechneten kraftbezogenen Beurteilungsgrößen und der Beurteilungsbeschleunigung exemplarisch in vertikaler Richtung dargestellt. Anhand der Regressionsfunktionen ist zu erkennen, dass mit zunehmender Schwingungsintensität die kraftbezogenen Beurteilungsgrößen stärker ansteigen als die Beurteilungsbeschleunigung. Das Bestimmtheitsmaß deutet auf einen engen Zusammenhang zwischen den Beurteilungsgrößen hin.



**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen den kraftbezogenen Beurteilungsgrößen  $a_{Fz(8)}$  für die Bewegungssegmente L3-L4 bzw. L5-S1 und der Beurteilungsbeschleunigung in vertikaler Richtung  $a_{wz(8)}$  sowie die Regressionsfunktionen mit Bestimmtheitsmaß

Ein ähnlicher Zusammenhang wie in Abbildung 2 ergab sich auch zwischen den Beurteilungsgrößen in horizontaler Seitwärtsrichtung. Das Bestimmtheitsmaß war mit  $R^2 = 0,8709$  ebenfalls sehr hoch.

Die adäquate Abbildung des Risikos an einem Lumbalsyndrom zu erkranken wurde mittels logistischer Regression überprüft. 73 der untersuchten Fahrer klagten schon nach dem ersten Jahr mit Schwingungsbelastung über Rückenbeschwerden und wurden bei der Berechnung der Odds Ratios nicht berücksichtigt. Für die verbleibenden 315 Fahrer wurde zur Quantifizierung der individuellen Schwingungsbelastung jeweils nur der Tätigkeitsabschnitt mit maximaler Schwingungsbelastung ausgewertet (siehe Notbohm et al. 2007). In Tabelle 1 sind die Odds Ratios für fünf Beurteilungsgrößen aufgelistet. Die Werte für die y-Richtung wurden berechnet, da sich für Schwingungen in dieser Richtung das größte relative Risiko ergab.

Überlagert wird das durch die Schwingungsbelastung hervorgerufene Gesundheitsrisiko durch das Risiko, dass sich auch mit zunehmendem Alter ein Lumbalsyndrom entwickeln kann. Die Odds Ratio für dieses Risiko liegt, bezogen auf ein Lebensjahr, bei 1,055 mit einem Konfidenzintervall von 1,029 bis 1,081.

**Tabelle 1:** Logistische Regression, Odds Ratio bezogen auf eine Schrittweite des Prädiktors von  $0,1 \text{ m/s}^2$

Prädiktor	Odds Ratio	95 % Konfidenzintervall	
$a_{wy(8)} \text{ [ m/s}^2 \text{ ]}$	1,239	1,093	1,403
$a_{wz(8)} \text{ [ m/s}^2 \text{ ]}$	1,154	1,060	1,257
$a_{Fy(8)} \text{ [ m/s}^2 \text{ ]}$	1,224	1,083	1,384
$a_{FzL3L4(8)} \text{ [ m/s}^2 \text{ ]}$	1,120	1,036	1,212
$a_{FzL5S1(8)} \text{ [ m/s}^2 \text{ ]}$	1,108	1,034	1,187

#### 4. Diskussion

Unter Berücksichtigung der Streuung der Datenpunkte in Abbildung 1 verwundert die gute Übereinstimmung zwischen den auf der Schwingungsempfindung basierenden Beurteilungsbeschleunigungen und den kraftbezogenen Beurteilungsgrößen (Abbildung 2). Sie lässt sich damit erklären, dass die in den Tätigkeitsabschnitten genutzten Fahrzeuge nicht die gesamte für Abbildung 1 ausgewertete Typenvielfalt wiedergeben. Bei 50 % der Fahrzeuge lag die Medianfrequenz zwischen 7 Hz und 15 Hz, was einen Umrechnungsfaktor zwischen 1,04 und 0,79 ergibt.

Fritz et al. (2005) berichten, dass durch die kraftbezogenen Faktoren tieffrequente Schwingungsanteile höher bewertet werden als mit den Faktoren in VDI 2057, Blatt 1 (2002). Die Unterschiede zwischen den empfindungsbasierten und den kraftbezogenen Bewertungsfaktoren führen jedoch nur zu geringfügigen Unterschieden bei der Risikoabschätzung. Matsumoto und Griffin (2005) konnten zeigen, dass eine gute Übereinstimmung auch zwischen der Schwingungsempfindung und der mechanischen Größe „scheinbare Masse“ besteht. Hieraus kann gefolgert werden, dass der Mensch ein Gefühl für die mechanische Belastung seines Muskel-Skelett-Systems auch unter Schwingungsbelastung hat. Somit sollte mit beiden Bewertungsverfahren eine gleichwertige Aussage über gesundheitliche Risiken möglich sein.

Die Zusammenhänge zwischen den Beurteilungsgrößen wurden bisher nur für die aufrechte Sitzhaltung durchgeführt. Geprüft werden muss jetzt, ob dies z.B. auch bei nach vorn geneigtem Oberkörper gilt, da dann die statischen Kraftanteile deutlich erhöht sind.

#### 5. Literatur

1. Fritz, M., Fischer, S. & Bröde, P. 2005, Vibration induced low back disorders – comparison of the vibration evaluation according to ISO 2631 with a force-related evaluation, *Applied Ergonomics*, 36, 481-488.
2. Fritz, M., Geiß, O. & Fischer, S. 2007, Vergleich der Schwingungsbewertung von Ganzkörper-Schwingungen gemäß VDI 2057 von 1987 mit der aktuellen Bewertung sowie einer kraftbezogenen Bewertung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen*. Dortmund: GfA Press, 553-556.
3. Matsumoto, Y. & Griffin, M.J. 2005, Nonlinear subjective and biodynamic responses to continuous and transient whole-body vibration in the vertical direction, *Journal of Sound and Vibration*, 287, 919-937.
4. Notbohm, G., Schwarze, S. & Albers, M. 2007, Reanalyse von Daten der epidemiologischen Studie „Ganzkörpervibration“. In: VDI Wissensforum IWB GmbH (Hrsg.), *VDI-Berichte 2002*. Düsseldorf: VDI Verlag, 29-44.
5. VDI 2057, Blatt 1: 2002, Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Ganzkörper-Schwingungen. Berlin: Beuth Verlag.

## Integration of new ergonomic evaluation tools into MTMergonomics®

Karlheinz SCHAUB<sup>1</sup>, Gabriele CARAGNANO<sup>2</sup>, Hans FISCHER<sup>3</sup>,  
Rainer SCHOSNIG<sup>4</sup>, Bernd BRITZKE<sup>5</sup> und Ralph BRUDER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt (IAD),  
Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

<sup>2</sup> *International MTM Directorate, Via Dandolo 6, I-21100 Varese*

<sup>3</sup> *Deutsche MTM-Vereinigung e.V., Elbchaussee 352, D- 22609 Hamburg*

<sup>4</sup> *Deutsche MTM-Gesellschaft, Industrie- und Wirtschaftsberatung mbH,  
Softwarehaus, Oskarstraße 18, D-01219 Dresden*

<sup>5</sup> *MTM-Institut Zeuthen, Deutsche MTM-Vereinigung e.V.,  
Eichenallee 11, D-15738 Zeuthen*

**Abstract:** MTMergonomics® was developed as a means of ergonomic risk assessments based on process language task description. MTMergonomics® aims to offer ergonomic risk assessments throughout the whole product development process ranging from production via realization and definition to the (early) design phases. Starting in automotive industries ergonomic risk assessments were based on a holistic evaluation of physical workload – the Automotive Assembly Worksheet (AAWS). Switching to other branches (e.g. electric industries) and considering also broader aspects (e.g. demographic change) generates the need for more sophisticated and sustainable tools and approaches.

**Key words:** MTMergonomics®, European Assembly Worksheet (EAWS), Automotive Assembly Worksheet (AAWS), Ergonomic Risk Analysis.

### 1. Introduction

In spring 2001 MTM and IAD developed in a joint workshop the basic idea of an MTMergonomics® approach. Considering the presence of ergonomic relevant data in MTM building blocks launched the idea to use MTM workload information for a basic ergonomic risk evaluation based on MTM codes.

With respect to MTM's original focus to plan process times, not all ergonomic data, relevant and necessary for a risk assessment were available in MTM codes; especially the higher the MTM data level – the lower the ergonomic relevant data.

Bearing in mind the complexity and the uncertainties of such a project, it was decided to conduct a feasibility study on MTMergonomics® first. At the end of 2002 the basic concept for an MTMergonomics® system was successfully realized (Schaub et al. 2003).

### 2. Method

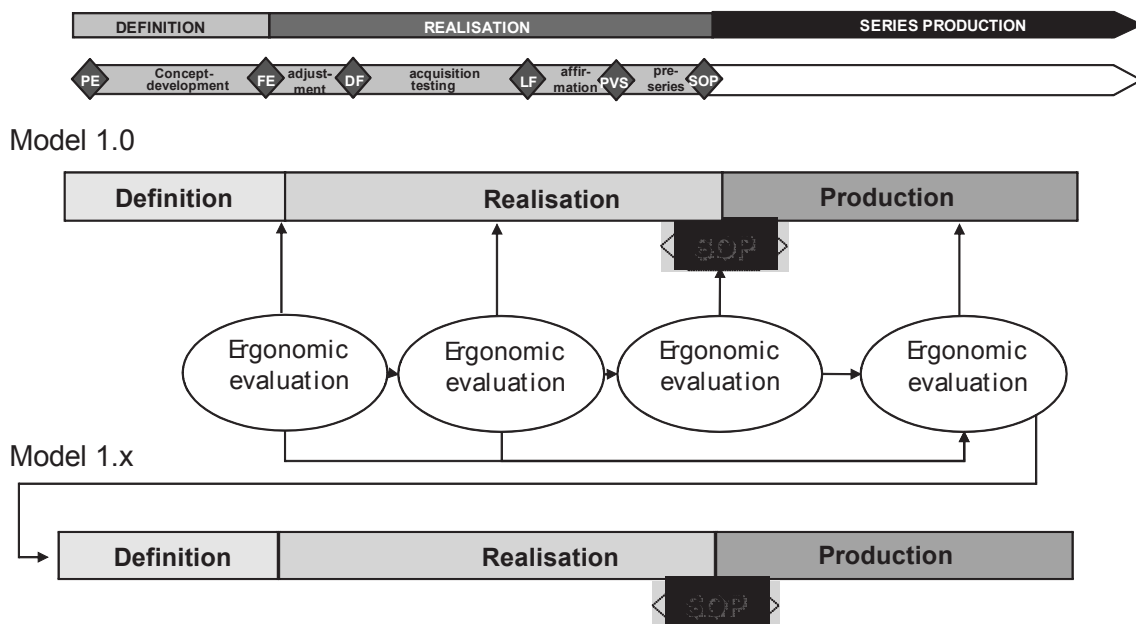
MTMergonomics® was aimed in a first step to evaluate physical workload only and was designed as a modular and open structure in order to:

- Identify, complement and describe a worker's physical workload by means of the ERGO-CODE GENERATOR based on concepts of "geometries" (e.g. get, place) as basic steps.
- Sample MTM codes to the relevant type of work (e.g. postures, forces) by means of a WORKLOAD GENERATOR and evaluate it by means of an EVALUATION GENERATOR and a selected evaluation tool.
- Aggregate the evaluation outcome of several modules to a common workstation evaluation by means of an EVALUATION AGGREGATOR.

In a first step MTM-UAS and MEK were chosen as input process languages and the AAWS worksheet (Schaub & Landau 1998; Schaub et al. 2000; Schaub 2003) as the standard ergonomics evaluation tool. The AAWS was chosen for its holistic evaluation approach (Winter et al. 2006, 2008) and for its compliance with EU legal requirements (Schaub et al. 1996; Meyer et al. 1998). Today "any" process language and data level as well as alternate evaluation tools were and could be implemented into MTMergonomics®.

## 2.1 Ergonomic Interventions in the Product Development Processes (PDP)

Product development systems especially in automotive industry are highly and sophisticated structured and developed for effectiveness and efficiency of customized mass production (see figure 1). Experience driven "Best practice" and "lessons learned" are key elements in the improvement of ergonomic situations and processes, but should be complemented by analytically structured product improvement processes that focus onto the future operator's ergonomic workload (e.g. design for assembly).



**Figure 1:** Principal structure of a PDP. "Good practice" and "lessons learned" are shifted to the new model generation ("after SOP is before SOP" (Start of production))

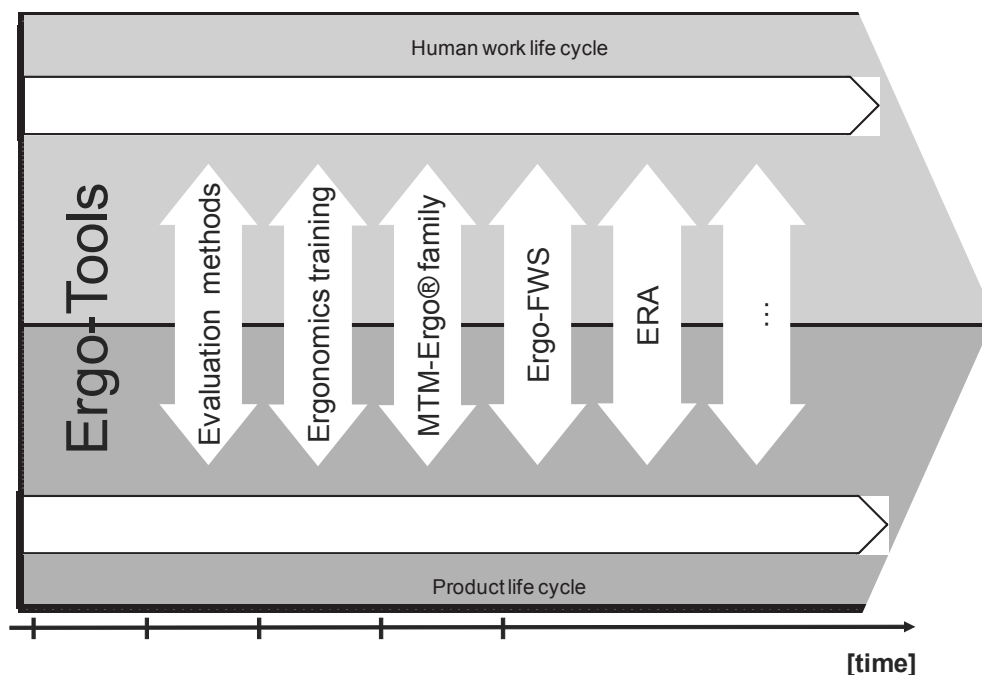
## 2.2 Ergonomic System Design for the Product Development Processes (PDP)

In the various stages of the PDP ergonomic evaluations and design improvements (product as well as process oriented) are possible. The later in the planning process,

the better the data level for ergonomic analysis and evaluation, but the worse the chance for fundamental and sustainable improvements!

So both continuous improvements during production as well as proactive engineering and design in the planning phase are required for good ergonomics.

Successful ergonomics in an enterprise requires philosophies, visions and decisions on health and safety at work. They must be part of the company's structure, process and every day's life. Production conditions and effects are considerably influenced by the workforce, which consists (like the PDP) of single individual life cycles. The old ergonomics aim of "adapting man to work and vice versa" becomes new challenges, if this is considered (see figure 2), as "work" and "man" become more individual and the adaption more sophisticated.



**Figure 2:** "Work" and "man" are no constants but a matter of change in their "life cycle". Adapting man to work and vice versa becomes lots of facets. This generates problems, but also chances for innovative solutions

### 3. Results

MTMergonomics® is designed to meet the challenges from a globalizing market. In its first edition it was a suitable tool for settling ergonomics in PDPs and production systems of automotive industries.

Integrating new ergonomic evaluation tools like the EAWS (European Assembly Worksheet; Bruder 2008; Schaub et al. 2008 a,b) addressed new branches (e.g. automotive supplier, metal and electric industries) and companies (e.g. FIAT group, Volkswagen group) or opened the field for company specific applications like Daimler's EAB.

Based on the open concept of free definition of process language elements, MTMergonomics® is adaptable to company specific needs (e.g. Daimler's C-values), but also allows the implementation of other languages e.g. MTM-1 or MTM-2.

New features like the comparison of workplace demands and operator capabilities allow and individual (e.g. handicapped people) or collective (e.g. elderly) adaption of



man to work (Sinn-Behrendt et al. 2006).

Integrating MTMergonomics® features into line balancing and pure design phases offers new potentials for holistic and sustainable ergonomics and thus provides good conditions for a successful competition in a globalizing world.

#### 4. Literature

1. Bruder, R., Kugler, M., Sinn-Behrend, A., Schaub, K., Ghezel-Ahmadi, K. & Feith, A. 2008, Introduction of Ergonomics into Production Development Process: An Approach. In: W. Karwowski & G. Salvendy (Eds.), 2008 AHFE International Conference. 2<sup>nd</sup> International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 14-17 July 2008, Interactive CD-ROM. Las Vegas: USA Publishing.
2. Meyer, J.-P., Colombini, D., Heden, K., Ringelberg, A., Viikari-Juntura, E., Boocock, M.; Lobato, J. R. & SCHAUB, K. 1998, European directive (90/269) for the prevention of risks in manual handling tasks. In: Health Service Section - International Social Security Association (Ed.), 2nd Internationales Symposium, Low Back Pain in the Health Care Profession - Risk and Prevention, Hamburg, Germany, 10 – 11. September 1998.
3. Schaub, K., Boocock, M., Grevé, R., Kapitaniak, B. & Ringelberg, A. 1996, The Implementation of Risk Assessment Models for Musculoskeletal Disorders in CEN standards. In: G. Sjøgaard & N. Fallentin (Eds.), Proceedings of the symposium "Risk Assessment for Musculoskeletal Disorders" Nordic Satellite Symposium under the auspices of ICOH '96, Copenhagen, Denmark 13 - 14 September 1996, 73 – 74.
4. Schaub, K. & Landau, K. 1998, The EU Machinery Directive as a Source for a New Ergonomic Tool Box for Preventive Health Care and Ergonomic Workplace and Product Design. In: P.A. Scott, R. S. Bridger & J. Charteris (Eds.), Global Ergonomics, Proceedings of the Ergonomics Conference, Cape Town, South Africa, 9 - 11 September 1998, 219 – 224.
5. Schaub, K., Winter, G., Landau, K., Großmann, K. & Laun, G. 2000, Ergonomics Screening of Assembly Tasks in Automotive Industries. In: Proceedings of the the XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society – Ergonomics for the New Millennium, CD-Rom, 29. July – 4. August 2000, San Diego, USA.
6. Schaub, K., Landau, K. & Sanzenbacher, G. 2003, Industrial Process Optimization and Risk Analysis. In: H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch & H. Bubb (Hrsg.), Quality of Work and Products in Enterprises of the Future – Qualität von Arbeit und Produkt in Unternehmen der Zukunft. Stuttgart: Ergonomia, 803 – 806.
7. Schaub, K. 2003, Including EU – Directive based Ergonomic Risk Assessments into Production Systems. In: H. Luczak & K.J. Zink, K. J. (Hrsg.), Proceedings of the Conference of Human Factors in Organizational Design and Management, VII Re – Design Work and Macroergonomics – Future Perspectives and Challenges, 01– 02. October 2003, Aachen, 747 – 752.
8. Schaub, K., Landau, K. & Bruder, R. 2008a, Development and application of methods for stress analysis in manufacturing. In: W. Karwowski & G. Salvendy (Eds.), 2008 AHFE International Conference. 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 14-17 July 2008, Interactive CD-ROM. Las Vegas: USA Publishing.
9. Schaub, K., Rademacher, H., Caragno, G., Guth, A. & Bruder, R. 2008b, Ergonomics risk assessments in automotive and electrical industry based on the dual European concept of health and safety at work. In: NES 2008 Abstracts, Ergonomics is a lifestyle, 40th Annual Conference of the Nordic Ergonomics Society, Reykjavík, Iceland, 11-13 August 2008, 230.
10. Sinn-Behrendt, A., Schaub, K. & LANDAU, K. 2006, Screening tool for the analysis and evaluation of predominantly physical work. In: R.N.Pikaar, E.A.P. Koningsveld, P.J.M. Settels (Eds.), Meeting diversity in ergonomics, CD-ROM). Amsterdam: Elsevier.
11. WINTER, G.; SCHAUB, KH.; LANDAU, K.; BRUDER, R.: Development and validation of ergonomic screening-tools for assembly lines. In: R.N.Pikaar, E.A.P. Koningsveld, P.J.M. Settels (Eds.), Meeting diversity in ergonomics, CD-ROM). Amsterdam: Elsevier.
12. Winter, G., Schaub, K., Bruder, R. & Landau, K. 2008, The application of the ergonomic screening-tool (AAWS) to support design engineers in product and process development. Physical capabilities and workload for pushing and pulling trolleys aboard aircraft. In: NES 2008 Abstracts, Ergonomics is a lifestyle, 40th Annual Conference of the Nordic Ergonomics Society, Reykjavík, Iceland, 11-13 August 2008.

## Produktion und Transport – gesund und sicher

Sascha RÜLICHE, Sandra LAUMEN, Lars GERARDS und Lutz PACKEBUSCH

*Institut für Arbeitssicherheit, Umweltschutz,  
Gesundheitsförderung & Effizienz der Hochschule Niederrhein,  
Reinarzstraße 49, D-47805 Krefeld*

**Kurzfassung:** In Unternehmen, die den Transport von Waren und Gütern als Nebenaufgabe erledigen, entstehen spezielle Probleme, denen mit Untersuchungen zu Spedition oder Logistik nicht entsprochen wird. Beispiele für diese Unternehmen sind kleine Handwerksbetriebe, Großhändler mit Kundendienst oder Wäschereien. Diese Betriebe benötigen spezifische Formen der Beratung und ein systematisches Prozesstuning. Die Berücksichtigung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei der Prozessgestaltung und -optimierung sowie die modellhafte Entwicklung eines arbeitsschutzrelevanten Kennzahlensystems für den Arbeits- und Gesundheitsschutz in und mit den beteiligten Betrieben waren elementare Ziele des Modellprojekts. Neben der Hinführung auf die Nutzung vorhandener Kennzahlen zur Entwicklung einer langfristigen Strategie stand die Erarbeitung konkreter Verbesserungsmaßnahmen im Betrieb im Vordergrund.

**Schlüsselwörter:** Transport, Kennzahlensystem, Arbeitsschutz, Prozesstuning, ausschleichendes Coaching.

### 1. Einleitung

Exponentiell gestiegene Unfallzahlen der Kleintransporter über 2,8 bis 3,5t (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2005), der steigende Güterverkehr in der Bundesrepublik Deutschland (Westdeutscher Rundfunk 2005) und die bislang unbeachtete Situation der Beschäftigten von Unternehmen, deren Hauptaufgabe nicht im Transport von Waren und Gütern besteht, waren der Anlass für das Modellvorhaben ProWare, das mit Mitteln des Landes Nordrhein Westfalens und des Europäischen Sozialfonds finanziert wurde.

Sieben kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) verschiedener Branchen, die den Warentransport als Nebentätigkeit erfüllen (z.B. Handwerksbetriebe oder Wäschereien) wurde eine spezifische Form der Beratung angeboten, um sie bei der Entwicklung, Umsetzung und Implementierung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in ihre betrieblichen Abläufe zu unterstützen. Die damit verbundene Einführung einer betrieblichen Gesundheitskultur wird in KMU durch fehlende personelle Ressourcen (z.B. ausreichend qualifiziertes Personal) und durch die „Sachzwänge“ des Alltagsgeschäfts (z.B. Personalengpässe in Urlaubszeiten oder eine dichte Auftragslage) erschwert.

Ziele des Modellprojekts waren die Hinführung der KMU auf die Nutzung vorhandener Kennzahlen zur Entwicklung einer langfristigen Strategie und die Erprobung erfolgreicher Strategien zur Optimierung der Produktions- und Transportprozesse in KMU bei gleichzeitiger Reduzierung der vorhandenen Belastungen und Gefährdungen für die Mitarbeiter.

## 2. Methode

Zur Untersuchung der Thematik und der Verbesserung der Situation in den jeweiligen Unternehmen wurde in den Modellbetrieben ein leitfadenbasiertes Coaching durchgeführt (Laumen et al. 2008). Das hierbei verfolgte Coachingkonzept kennzeichnet sich durch seinen ausschleichenden Charakter (Rülicke 2005) aus und hat sich hinsichtlich der Vorgehensweise in mehreren Projekten zum Arbeits- und Gesundheitsschutz bereits bewährt (Weber et al. 2008). Im Laufe der Arbeit in den Betrieben hat sich dieses Vorgehen immer stärker zu einem Prozesstuning entwickelt, bei dem Transportprozesse bzw. die vor- und nachgelagerten Produktionsabläufe im Unternehmen oder beim Kunden vor Ort anhand verschiedener arbeits- und organisationspsychologischer Methoden (z.B. strukturierte Interviews, Tätigkeitsanalysen, Impuls-Test (Molnar et al. 2007), Lärm-/Lichtmessungen, usw.) analysiert wurden. Auf dieser Grundlage wurden auf betrieblicher Ebene in betriebsinternen Workshops mit Beschäftigten, Führungskräften und Inhabern Lösungsstrategien zur ganzheitlichen Optimierung der beiden Bereiche erarbeitet, umgesetzt und anschließend anhand des erneuten Einsatzes des Impuls-Tests evaluiert. Am Modellvorhaben nahmen sieben KMU aus verschiedenen Branchen (Sanitär-Heizung-Klima, Großhandel, Nahrungsmittel, Sicherheitstechnik, Glasverarbeitung, Wäscherei) teil. Die Betriebe haben zwischen neun und 186 Mitarbeiter, von denen je nach Maßnahme etwa zwischen fünf und 40 unmittelbar am Projekt beteiligt waren.

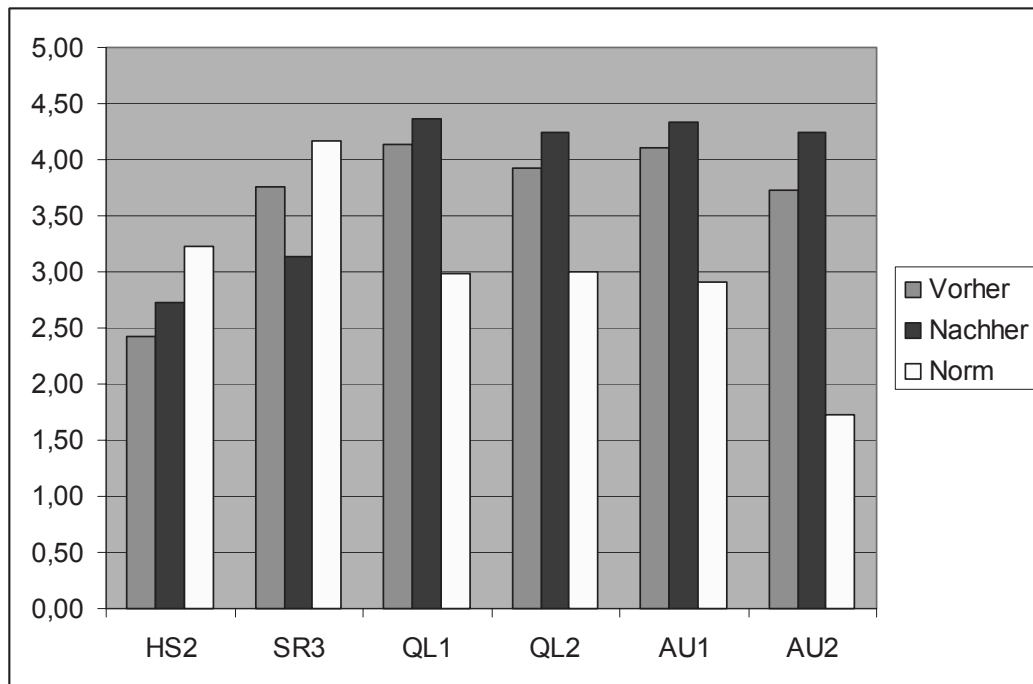
## 3. Ergebnisse

Die am Projekt beteiligten KMU stellten auf den ersten Blick eine heterogene Gruppe dar, da sie unterschiedliche Produkte und Dienstleistungen anbieten. Auf den zweiten Blick zeigte sich aber, dass ihre Prozesse und somit auch ihre Probleme gleichartiger waren, als man zunächst annehmen würde. So wurde der Warentransport vornehmlich als Nebenaufgabe oder notwendiges Übel gesehen. Darüber hinaus bestand zumeist keine ausreichende Verknüpfung zwischen Prozessgestaltung und Warentransport, um eine Optimierung der Schnittstellen zu erzielen.

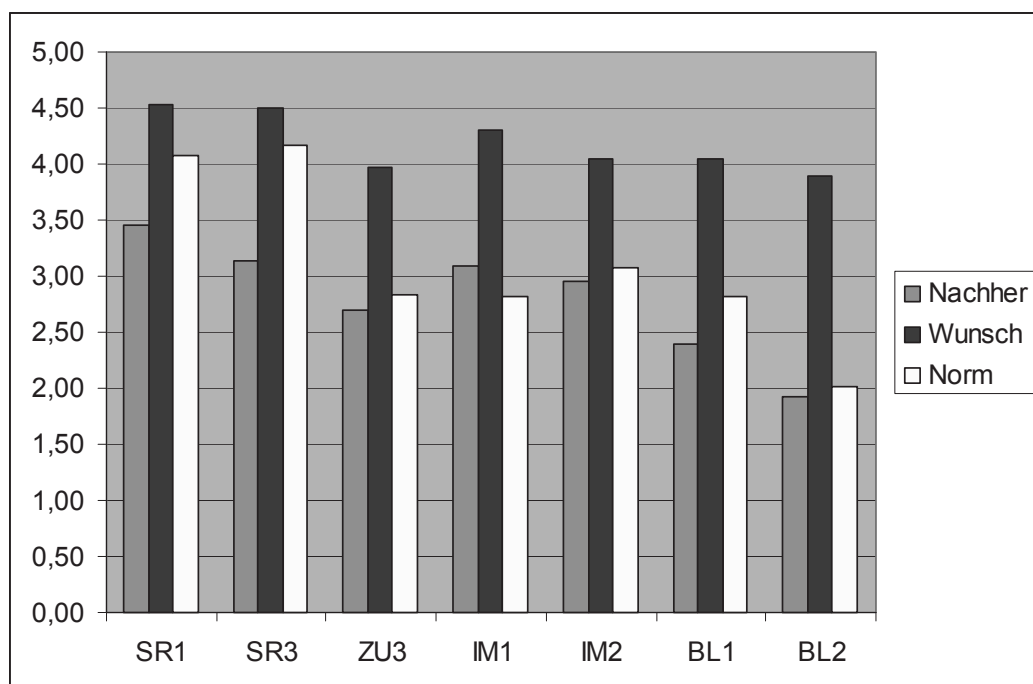
In diesem Projekt wurde der Impuls-Test an Stelle des KFZA (Prümper et al. 1995) eingesetzt, da der Wunsch der Mitarbeiter, bezogen auf die Dimensionen, in dem Sinne, ob diese sich z.B. überhaupt viel Handlungsspielraum wünschen, erstmals erfasst werden sollte.

Die Ergebnisse zeigen einige leichte Verbesserungen im direkten Vergleich der Vorher-Nachher-Messungen in Bereichen, die im Fokus der Maßnahme standen. So sollten durch eine stärkere Anbindung des Warentransports an vor- und nachgelagerte Prozesse, die Optimierung des Produktionsablaufs oder die Zuordnung der Mitarbeiter zu entsprechenden Aufgaben die Belastung und Beanspruchung reduziert werden. Dabei zeigen die Ergebnisse erst einmal eine Tendenz, die aber in die richtige Richtung weist (siehe Abbildung 1).

Der nach der Maßnahmenumsetzung nochmals eingesetzte Impuls-Test zeigte bei der Gegenüberstellung der aktuellen Beurteilung der Arbeitssituation und der vorhandenen Wünsche der Mitarbeiter, dass die Betriebe noch weitere Handlungsfelder zur Verbesserung der Arbeitsorganisation besitzen (siehe Abbildung 2). Ergänzend dazu wurden in einem betriebsübergreifenden Workshop auch noch fördernde und hemmende Faktoren für einen störungsfreien Prozessablauf gesammelt (Laumen et al. 2008).



**Abbildung 1:** Vorher-Nachher-Vergleich des Impuls-Tests (n=58) – Vergleich der Beurteilung der eigenen Arbeitssituation zu Projektbeginn (Vorher) mit der Beurteilung der eigenen Arbeitssituation nach der Maßnahmenumsetzung (Nachher) und den Normwerten des KFZA (Norm); (die Itemkennung ist dem KFZA entnommen; die Ergebnisse sind umgepolt, d.h., höhere Balken zeigen ein besseres Ergebnis)



**Abbildung 2:** Ergebnisse des Impuls-Tests nach der Maßnahmenumsetzung (n=58) – Vergleich der Beurteilung der eigenen Arbeitssituation (Nachher) mit der Wunschsituation für die eigene Arbeitssituation (Wunsch) und den Normwerten des KFZA (Norm); (die Itemkennung ist dem KFZA entnommen; die Ergebnisse sind umgepolt, d.h., höhere Balken zeigen ein besseres Ergebnis)

#### 4. Diskussion

Das Projekt zeigt, dass in allen Betrieben der Warentransport vornehmlich als Nebenaufgabe oder notwendiges Übel gesehen wird. Zudem besteht zumeist keine ausreichende Verknüpfung zwischen Prozessgestaltung und Warentransport. Nachdem mit den ersten Betrieben im Rahmen des Modellvorhabens zusammengearbeitet wurde, zeigen sich erneut die Besonderheiten der KMU und des Handwerks, die eine Betreuung vor Ort benötigen, um erste Ergebnisse zu erzielen. Angelehnt an das ausschleichende Coaching<sup>4</sup> zogen sich die Berater im Laufe der Maßnahme zurück, damit die Betriebe die Probleme eigenständig weiter bearbeiteten.

- Die Ergebnisse des Modellvorhabens wurden in einer Handlungshilfe zusammengefasst (Gerards et al. im Druck). Diese enthält
- Handlungsanleitungen in Form von Vorgehensweisen, Methoden und Checklisten, die eine direkte betriebliche Umsetzung ermöglichen,
- exemplarische Darstellung betrieblicher Lösungsansätze,
- theoretische Grundlagen für Interessierte und Multiplikatoren
- und die Darstellung von Kennzahlen, die in KMU vorliegen und zur Beurteilung von Belastungen und Beanspruchungen im Transportbereich herangezogen werden können.

Zukünftig muss sich verstärkt mit der „Nebentätigkeit Warentransport“ beschäftigt werden, da die von Nachreiner u.a. (Roth et al. 2004) ermittelten Belastungen und Gefährdungen von LKW-Fahrern bei diesen „Nebentätigkeiten“ ebenso vorliegen wie im gewerblichen Güterverkehr. Darüber hinaus stellen neue Dienstleistungs- und Logistikkonzepte immer wieder neue Anforderungen an die Betriebe und ihre Beschäftigten. Und da es sich beim Transport „nur“ um eine Nebenaufgabe für das Unternehmen handelt, entsteht ein größerer Optimierungsbedarf, da dieser Bereich in der Regel vernachlässigt wird.

#### 5. Literatur

1. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2005, Pressemitteilung 126/2005. Verfügbar unter: [http://www.bmbf.de/\\_media/press/pm\\_20050603-126.pdf](http://www.bmbf.de/_media/press/pm_20050603-126.pdf) [06.06.2005].
2. Westdeutscher Rundfunk 2005, Mehr Verkehrstote in NRW. Verfügbar unter: [http://www.wdr.de/themen/verkehr/strasse01/unfalltote\\_nrw/050825.jhtml](http://www.wdr.de/themen/verkehr/strasse01/unfalltote_nrw/050825.jhtml) [05.09.2005].
3. Laumen, S., Rülcke, S. & Gerards, L. 2008, Gesünder arbeiten in KMU – ganzheitliche Optimierung des Warentransports und des Produktionsprozesses (ProWare). In: P. Scharff (Hrsg.), Arbeitsgestaltung für KMU. Ilmenau: ISLE, 207–214.
4. Rülcke, S. 2005, Evaluation von integrierten stressbezogenen Seminar- und Coachingmaßnahmen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Personalmanagement und Arbeitsgestaltung. Dortmund: GfA Press, 261–264.
5. Weber, B., Rülcke, S. & Packebusch, L. 2008, Gesunde Menschen - Gesundes Handwerk. Handlungshilfe und Coaching Leitfaden. Lengerich: Pabst Science Publishers.
6. Molnar, M., Geißler-Gruber, B. & Haiden, C. 2007, Impuls Test – Analyse von Stressfaktoren und Ressourcen im Betrieb, 11. Auflage. Verfügbar unter: <http://www.impulstest.at/> [02.06.2008].
7. Prümper, J., Hartmannsgruber, K. & Frese, M. 1995, Kurzfragebogen zur Arbeitsanalyse (KFZA), Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 39, 125 – 132.
8. Gerards, L., Laumen, S., Packebusch, L. & Rülcke, S. (in Druck), Sichere, gesunde und effiziente Transportprozesse – Was kleine und mittlere Unternehmen aus den Kennzahlen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes lernen können. Lengerich: Pabst Science Publishers.
9. Roth, J.-J., Schygulla, M., Dürholt, H., Nachreiner, F. & Pankonin, Ch. 2004, Betriebs- und Arbeitszeiten beim Gütertransport und bei der Personenbeförderung, FB 1033. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.



# Computergestützte Beobachtung zur Analyse und Bewertung individueller Lernfortschritte, Weiterbildungsmaßnahmen sowie der Mensch-Instrument-Schnittstelle

Carsten OSTENDORP, Gerhard HILDEBRANDT und Marc LAND

*ZukunftNeurochirurgie,  
Rorschacher Strasse 95, CH-9007 St. Gallen*

**Kurzfassung:** Mit dem Ziel, die Weiterbildung in der Neurochirurgie zu verbessern, wurde im Rahmen eines transdisziplinären Kooperationsprojekts eine tätigkeitstheoretisch fundierte explorative Untersuchung durchgeführt. Aus einer Vielzahl von Operationsformen wurde die perkutane Operationstechnik der lumbalen Wirbelsäule ausgewählt. Gegenstand der Studie waren die Mensch-Werkzeug Schnittstelle, die Weiterbildungsformen sowie die Lerninhalte. Hierfür wurde ein computergestütztes Beobachtungssystem entwickelt. Erste Ergebnisse zeigen, dass dieses Beobachtungssystem für die Analyse und Bewertung der Mensch-Werkzeug Schnittstelle, des individuellen Lernverlaufs, für die Evaluation von Weiterbildungsmodulen sowie für die Ableitung von Interventionen genutzt werden kann.

**Schlüsselwörter:** Tätigkeitstheorie, Beobachtungsmethode, Lernfortschritt, neurochirurgische Weiterbildung.

## 1. Einleitung

Die Weiterbildung ist in der Neurochirurgie von zentraler Bedeutung. Im Zuge tiefgreifender Veränderungsprozesse im Gesundheitssystem (Debatin et al. 2006) steht die Weiterbildung in der Neurochirurgie derzeit vor vielfältigen Herausforderungen (Reulen 2003). Die europäische Fachgesellschaft UEMS (European Union for Medical Specialists) ist bestrebt, zur Harmonisierung, und Standardisierung der Weiterbildung beizutragen (Reulen & Lindsay 2007). Getrieben durch die Ökonomisierung des Gesundheitssystems stellen dabei zunehmend geringer werdende Zeitressourcen und wachsender Kostendruck neue Anforderungen an entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen. Unter diesen prekären Verhältnissen kommen die bestehenden Weiterbildungsformen an ihre Grenzen. Bisher wurde meist davon ausgegangen, dass die Weiterbildung innerhalb des Klinikalltags stattfindet. Verantwortlich dafür, dass die Weiterbildung entsprechend der Vorgaben der jeweiligen Fachgesellschaften realisiert wird, war und ist das Individuum. In Abhängigkeit vorgefundener organisationaler Bedingungen sowie wechselwirksam verschränkter individueller Leistungsvoraussetzungen, verläuft die Weiterbildung mehr oder weniger erfolgreich und oftmals in zufälligen Bahnen. Dafür mitverantwortlich sind auf Organisationsebene unzureichend organisierte Lernprozesse. Mit Blick auf das Individuum ergeben sich Aneignungsprozesse, die kaum innerhalb arbeits- und lernpsychologisch fundierter Lehr-Lern-Konzepte stattfinden. Das Können liegt daher oft in implizit repräsentierter Form und gleichzeitig personengebundener Form vor. Systematisches individuelles wie organisationales Lernen kann so kaum stattfinden.

Die systematische Konzeption und Evaluation der Weiterbildung wird daher eine



bedeutsame Rolle einnehmen. Die Kernaufgabenstellung dabei lautet: Wie kann vor dem Hintergrund knapper werdender Zeitressourcen die Qualität der Weiterbildung gewährleistet bzw. sogar optimiert werden. In diesem Zusammenhang wurde aus einer bestehenden Wissenskooperation heraus ein Projekt initiiert, welches zwei miteinander verknüpfte Zielstellungen verfolgt. Erstens soll die Mensch-Werkzeug Schnittstelle eines Instrumentariums (LIS Expedium<sup>TM</sup>) für die minimalinvasive Wirbelsäulenoperation optimiert werden. Zweitens soll die Weiterbildungszeit für diese Operationstechnik mit diesem Instrumentarium reduziert, das Erlernte stabilisiert sowie die Belastungen bei der Aufgabenausführung reduziert werden.

Hieraus ergeben sich folgende Fragestellungen: Welche Möglichkeiten existieren zur handlungsunterstützenden Werkzeuggestaltung sowie um die Erlernbarkeit der OP-Technik zu erleichtern? Welche Trainingskonzepte gewährleisten eine optimale Aneignung? Zwingend berücksichtigt werden muss dabei die Frage, nach dem leistungsbestimmenden handlungsleitenden Wissen und Können (Galperin 1967; Hacker 2005). Da Wissensinhalte nur zum Teil aussagbar sind, stellt die Ermittlung des handlungsleitenden Wissens eine methodische Herausforderung dar.

Ein zentrales Problem ist die Analyse und Bewertung einerseits der Mensch-Werkzeug Schnittstelle und andererseits des Lernfortschrittes bei der Aneignung dieser Operationstechnik. Im Rahmen des hier vorgestellten Projektes wurde eine computergestützte Beobachtungsmethode entwickelt, mit der ein Beitrag zur Überwindung des Analyse- und Bewertungsproblems geleistet werden soll. Das Ziel bestand darin, eine differenzierte Beschreibung des Ausführungsprozesses für diese Operationstechnik zu erstellen sowie darin, die dabei stattfindende Interaktion mit dem Instrumentarium detailliert abzubilden.

## 2. Methode

Basierend auf der Tätigkeitstheorie wurde das Tätigkeitssystem als Forschungsgegenstand und als Analyseebene die Prozessebenen der äußeren, materiellen Operation sowie der Handlung festgelegt. Dies erlaubt die Analyse von Elementen innerhalb der Tätigkeits-Einheit (Leont'ev & Lurija 2001/1956). Hierdurch eröffnen sich qualitativ tiefergehende und präzisere Interpretationsmöglichkeiten der Daten und entsprechend fundiertere Gestaltungsmaßnahmen als dies bei anderen Ansätzen möglich wäre. Methodologisch eingebettet in die Tätigkeitstheorie, baut die Beobachtungsmethode selbst auf der handlungsregulationstheoretisch begründeten psychologischen Tätigkeitsanalyse (Ulich 2005) sowie dem Konzept des Mehrfachhandelns (Kaminski 1973) auf. Integriert wurde zudem das von Manser (2003) entwickelte Konzept der Dichte im Handlungsverlauf. Wie bereits bei Manser (2003) wurde das praktische Problem der zeitlichen Erfassung von relativ kurzen materiellen Operationen, die zudem in hoher Frequenz auftreten, mittels Computerunterstützung gelöst. Im hier vorliegenden Fall geschah dies mittels SignoSystem.

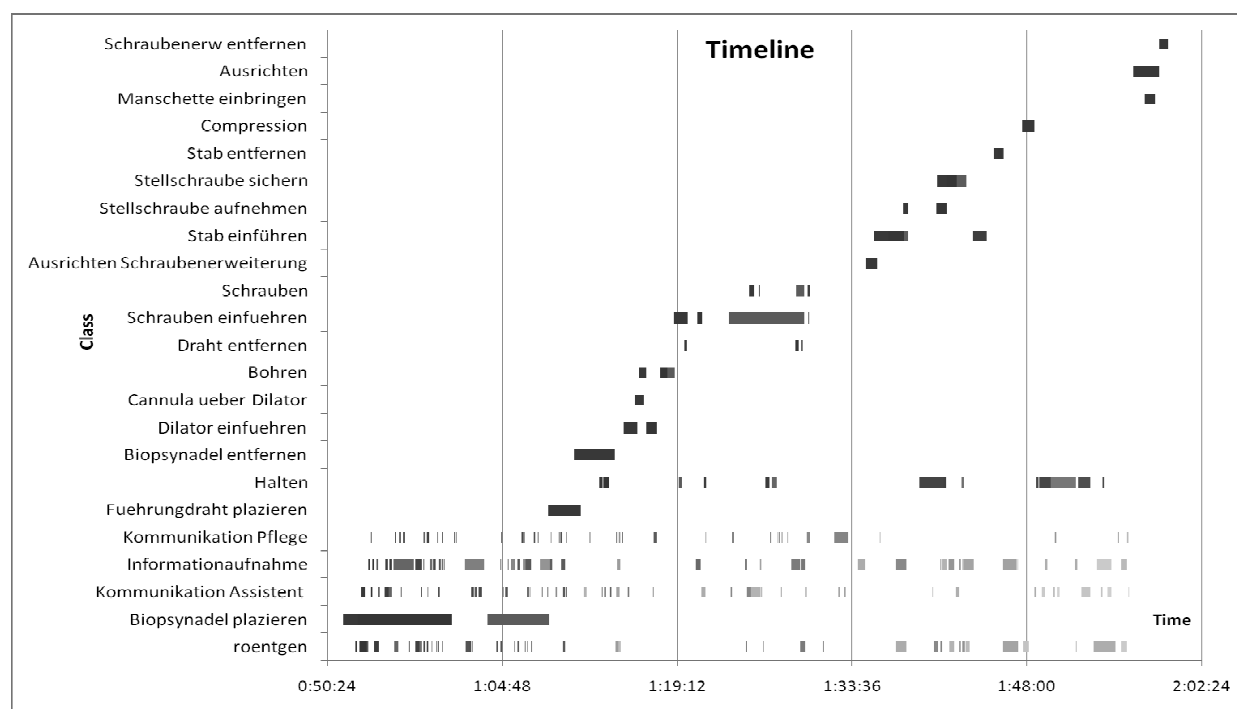
Aus dem Tätigkeitssystem wurde zunächst deduktiv ein allgemeines Modell zur Operationalisierung des Kategoriensystems für die Beobachtung abgeleitet. Im nächsten Schritt wurde eine Dokumentenanalyse sowie parallel hierzu Feldbeobachtungen im Operationssaal durchgeführt und vor tätigkeitstheoretischem Hintergrund ausgewertet. Die Basis für die Dokumentenanalyse waren ein Manual sowie eine DVD, die als Schulungsmaterial der Firma herausgegeben wurden, die das LIS Expedium<sup>TM</sup> vertreibt. Auf Basis dieses Analyseschritts wurde das Kategoriensystem weiter verfeinert, kommunikativ validiert und praktisch getestet.

Basierend auf dem Leerstellenkonzept (Hacker 2005) sowie den Feldbeobachtungen wurden im Rahmen des Projektes fünf strukturierte Wissensinterviews mit geübten Anwendern dieser Operationstechnik durchgeführt. Unter diesen war auch jene Person, welche diese Operationstechnik und das dazugehörige Instrumentarium (als Prototyp) maßgeblich entwickelt hatte. Ergänzend zu dem eigentlichen Ziel, der Ermittlung des handlungsleitenden Wissens, konnten diese Daten zur Validierung des Kategoriensystems herangezogen werden.

Zur Beobachterschulung dienten reale Testbeobachtungen sowie Videomaterial. Das Kategoriensystem wurde im Pilotprojekt bisher für die Beobachtung von fünf perkutanen Wirbelsäulen eingriffen eingesetzt (vergleiche Abbildung 1). Diese wurden von zwei verschiedenen Ärzten durchgeführt und dauerten zwischen ein bis zwei Stunden. Dabei handelte es sich um drei monosegmentale sowie um zwei bisegmentale Eingriffe.

### 3. Ergebnisse

Das Beobachtungssystem erlaubt eine Reihe deskriptiver Auswertungen wie Zeitanteile und Häufigkeiten der Kommunikationsarten, des Röntgen, der Regulationshindernisse oder der Informationsaufnahme.



**Abbildung 1:** Vereinfachte Visualisierung des sequenziell-überlagerten Handlungsablaufs einer perkutanen Wirbelsäulenoperation mittels der Beobachtungskategorien (Class)

Hier steht jedoch die Visualisierung des Gesamtprozesses im Fokus. Es zeigte sich, dass es möglich ist, individuelle Ausführungsprofile zu erstellen. Wie aufgrund der Interviewdaten zu erwarten war, lassen sich mit der Platzierung der Nadeln sowie dem Stabeinführen zwei schwierigere Phasen dieser Operationstechnik eindeutig identifizieren. Profilvariationen, die wechselwirksam individuen-, organisations- sowie technikbezogen bedingt sein können, lassen sich damit abbilden und analysieren.

#### 4. Schlussfolgerung

Mit der vorgestellten theoretisch fundierten Beobachtungsmethode gelingt es, Veränderungen des individuellen Handlungsablaufs für die perkutane Operationstechnik differenziert darzustellen. Diese Profilveränderungen können aus der Verbesserung des Werkzeuges sowie aus institutionalisierten wie nicht-institutionalisierten individuellen und kollektiven Lernprozessen, aus Motivveränderungen oder aus einer Kombination resultiert sein. Das bedeutet auch, dass Veränderungen in individuellen Lernfortschritten leicht abgebildet und entsprechend als Lernfortschrittskriterium herangezogen werden können. Hieraus lassen sich wiederum theoretisch und empirisch begründete Schlüsse hinsichtlich potentieller Fertigungs- und Kenntniskomponenten ableiten, deren Vermittlung noch nicht hinreichend gelungen ist. Damit können Problembereiche hinsichtlich der individuellen Aneignung dieser Operationstechnik sowie kollektiver Vermittlungsverfahren sichtbar gemacht und systematisch weiter bearbeitet werden. Ein entsprechendes Evaluationsdesign vorausgesetzt eignet sich diese Methode damit gleichzeitig zur Einschätzung der Wirksamkeit unterschiedlicher Trainingsverfahren bzw. Lehr-Lern-Konzepte, von Weiterbildungsmodulen bzw. von Weiterbildungsprogrammen, die der Vermittlung dieser Operationstechnik dienen. Für die detaillierte Analyse des Lernfortschritts werden natürlich noch weitere qualitative und quantitative Lernfortschrittskriterien benötigt.

Es können zudem a priori gerichtete Hypothese formuliert und überprüft werden, die in allgemeiner Form etwas so lauten würden. Das Trainingsverfahren A für die Lerninhalte der Komponente I führt zu einer Reduktion der benötigten Zeit für die Platzierung der Nadeln. Demgegenüber führt die Vermittlung der Komponente II zu einer zeitlichen Reduktion beim Einführen des Stabes. Damit kann diese Methode auch einen Beitrag dazu leisten, aus einer ganzen Reihe potentiell möglicher Vermittlungsformen, die effektivsten Weiterbildungsmaßnahmen auszuwählen.

#### 5. Literatur

1. Debatin, J. F., Goyen, M. & Schmitz, C. 2006, Zukunft Krankenhaus. Überleben durch Innovation. Berlin: ABW Wissenschaftsverlag.
2. Galperin, P. J. 1967, Die Entwicklung der Untersuchungen über die Bildung geistiger Operationen. In: H. Hiebsch (Hrsg.), Ergebnisse der sowjetischen Psychologie. Berlin: Akademie Verlag, 367-405.
3. Hacker, W. 2005, Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit, 2., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage. Bern: Huber.
4. Kaminski, G. 1973, Bewegungshandlungen als Bewältigung von Mehrfachaufgaben, Sportwissenschaften, 3, 233-250.
5. Leont'ev, A. N. & Lurija, A. R. 2001/1956, Die psychologischen Anschauungen L.S. Vygotskijs. In: G. Rückriem (Hrsg.), Aleksej N. Leont'ev. Frühschriften. Berlin: Pro Business, 323 -353.
6. Manser, T. 2003, Dichte als Merkmal komplexer Arbeitshandlungen. In: T. Manser (Hrsg.), Komplexes Handeln in der Anästhesie. Lengerich: Pabst, 100-173.
7. Reulen, H.-J. 2003, Neurochirurgische Weiterbildung in Österreich. Der Weg zu einer Weiterbildungsharmonisierung in der EU, Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie, 2, 15-20.
8. Reulen, H.-J. & Lindsay, K. W. 2007, UEMS charter on training of medical specialists in the EU - the neurosurgical training charter (as of February 2007), Acta Neurochirurgie, 149, 843-855.
9. Ulich, E. 2005, Arbeitspsychologie, 6. Auflage. Zürich: vdf.

# Analyse arbeitswissenschaftlicher Forschungsschwerpunkte auf Basis internationaler Zeitschriftenbeiträge

Sven SEIBERT, Reinhold D. ANTRETTTER und Klaus J. ZINK

*Lehrstuhl für Industriebetriebslehre und Arbeitswissenschaft, TU Kaiserslautern,  
Gottlieb-Daimler-Straße, Geb. 42, D-67663 Kaiserslautern*

**Kurzfassung:** Durch einen kontinuierlichen Wandel der Rahmenbedingungen von Arbeit und daraus resultierende Arbeitsformen im Industrie-, Dienstleistungs- und Informationssektor haben sich auch die Zielsetzungen und Forschungsschwerpunkte der Arbeitswissenschaft verändert. Im vorliegenden Beitrag wird eine Auswahl aktueller Themenschwerpunkte anhand internationaler Zeitschriftenpublikationen der Jahrgänge 2002 bis 2006 systematisch aufgearbeitet.

**Schlüsselwörter:** Herausforderungen, Arbeitswissenschaft, internationale Forschung, qualitative Inhaltsanalyse, Zeitschriften.

## 1. Arbeitswissenschaftliche Forschungsschwerpunkte unter veränderten Rahmenbedingungen – ein historischer Abriss

Ende der 1980er Jahre wurde von Luczak et al. neben der Kerndefinition der Arbeitswissenschaft auch ein Gegenstandskatalog zur Systematisierung von Forschungsschwerpunkten und Fachdisziplinen sowie zur inhaltlichen Positionierung unter Beachtung verwandter Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht. Die Struktur dieses Katalogs (siehe Abbildung 1) bildet die Ausgangsbasis einer Kategorisierung in diesem Beitrag (Luczak et al. 1989).

7. Arbeit und Gesellschaft	
6. Betriebliche Arbeitsbeziehungen und Organisation	
5. Kooperationsformen in Arbeitsgruppen	
4. Personales Handeln und Arbeitsformen	
3. Arbeitstätigkeit und Arbeitsplatz	
3a. Psychische Regulation der Arbeitstätigkeit	3b. Systembetrachtung von Arbeitsplätzen
2. Operationen und Bewegungen an Werkzeugen und Maschinen	
2a. Biologische und psychologische Grundlagen	2b. Technische Grundlagen der Arbeitsgestaltung
1. Autonome Körperfunktionen und Arbeitsumgebung	
1a. Anatomie und Physiologie der autonomen Körperfunktionen	1b. Physikalische und chemische Umgebungseinflüsse

**Abbildung 1:** Struktur des Gegenstandskataloges der Arbeitswissenschaft (Luczak et al. 1989)

Während in den 1980er Jahren der Schwerpunkt arbeitswissenschaftlicher Forschung in Deutschland zunächst auf den unteren Ebenen des Gegenstandskataloges lag (Luczak et al. 1989), konnten auf internationaler Ebene davon abweichende

Tendenzen beobachtet werden. Der Bereich der „traditionellen“ Ergonomie mit anthropometrischen und psychophysiologischen Aspekten war auch dort ein wichtiger Forschungsgegenstand, hatte aber gegenüber erweiterten, systemorientierten (sog. makroergonomischen) Themenfeldern (Ebenen 4 bis 7 des Gegenstandskataloges) an Bedeutung verloren. Neben dieser Schwerpunktverlagerung hin zu makroergonomischen Fragestellungen verdeutlichte die Inhaltsanalyse der „Ergonomics Abstracts“ von Luczak aus dem Jahre 1997 auch folgende internationale Trends:

- Das Thema der Mensch-Maschine-Interaktion hatte seit Mitte der 1980er stark an Bedeutung gewonnen und in den 1990er Jahren eine Sättigung erreicht.
- Arbeitsbedingte Erkrankungen des Muskel- und Skeletapparates waren ein etabliertes Thema der 1990er Jahre (IEA 1996).

Das Forschungsgebiet der Mensch-Maschine-Interaktion nahm im Verlauf der 1980er Jahre auch in Deutschland eine zunehmend wichtigere Position ein und folgte damit der internationalen Entwicklung (Ritter 1992). Eine Verlagerung der Forschungsschwerpunkte in die „oberen Regionen“ des Gegenstandskataloges wurde in der Bundesrepublik jedoch erst mit Verspätung vollzogen. Arbeitsmedizinische Fragestellungen waren in diesen Jahren weniger Gegenstand arbeitswissenschaftlicher Forschung (Egger 2001).

## **2. Analyse von Forschungsfeldern der Arbeitswissenschaft zu Beginn des 21. Jahrhunderts**

Zur Untersuchung aktueller Forschungsschwerpunkte der Arbeitswissenschaft wurden Veröffentlichungen der Jahrgänge 2002 bis 2006 in den drei folgenden Fachzeitschriften analysiert: „Human Factors“ (Vol. 44-48), „Applied Ergonomics“ (Vol. 33-37) und „Le Travail Humain“ (Vol. 65-69).

### *2.1 Grundlagen der Untersuchung und methodisches Vorgehen*

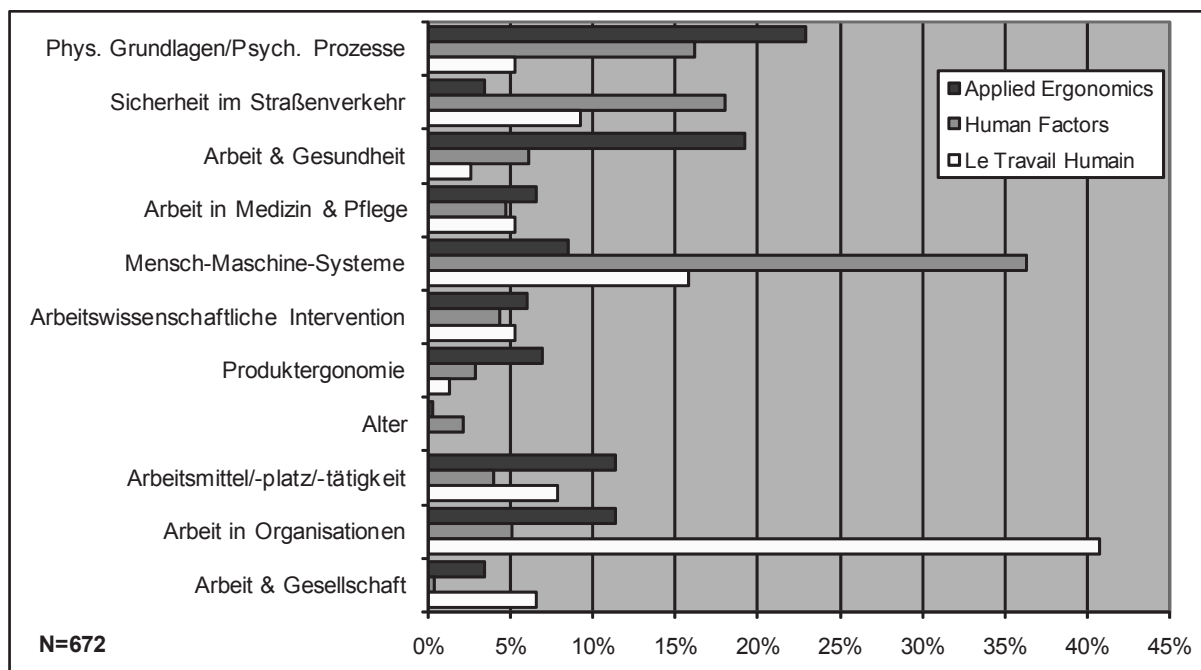
Bei der Auswahl der Zeitschriften ging es nicht primär um eine repräsentative Feldabdeckung, sondern zunächst um einen Vergleich der Publikationsorgane der größten englischsprachigen (der us-amerikanischen Human Factors and Ergonomics Society) und der größten französischsprachigen arbeitswissenschaftlichen Gesellschaft (der Société d'Ergonomie de la Langue Française). Da die Mitgliederstruktur dieser beiden Gesellschaften nicht nur Wissenschaftler, sondern auch „Anwender“ enthält, wurde als Vergleichsbasis die international ausgerichtete Zeitschrift Applied Ergonomics herangezogen. Alle drei Zeitschriften gehören zur Gruppe der ersten sechs arbeitswissenschaftlichen Publikationsorgane mit dem höchsten durchschnittlichen ISI Impact Faktor (EJL 2004 und EJL 2005) (Dul et al. 2005). Im Rahmen der Untersuchung, über die hier berichtet wird, wurden insgesamt 677 Zeitschriftenbeiträge hinsichtlich ihres Forschungsschwerpunktes analysiert.

Im Anschluss an die Inhaltsanalyse der Beiträge wurden elf übergeordnete Forschungs- und Anwendungsfelder identifiziert, die sich an die Gliederung des Gegenstandskataloges von Luczak et al. (1989) anlehnen. Durch eine entsprechende Zuordnung konnten die Aufsätze kategorisiert werden. Wurden innerhalb einer Publikation mehrere Themenbereiche angesprochen, war der inhaltliche Schwerpunkt für die Eingruppierung maßgebend. Es wurde dementsprechend kein Aufsatz gleichzeitig mehreren Themengebieten zugeordnet.

### 3. Untersuchungsergebnisse

Die in diesem Paper diskutierten Häufigkeitswerte wurden auf Basis von zwei Auswertungsschritten ermittelt: Zunächst ist die Verteilung der Themengebiete innerhalb der drei Zeitschriften untersucht worden. Danach wurden die Beiträge dem Herkunftsland der Autoren bzw. deren Forschungsinstitutionen zugeordnet, wobei zunächst Frankreich und Großbritannien differenziert betrachtet und diese Ergebnisse dann mit us-amerikanischen Beiträgen aus Human Factors verglichen wurden.

In Le Travail Humain ist das Forschungsfeld „Arbeit in Organisationen“ (41 Prozent) am häufigsten vertreten. Die Analyse der Beiträge aus französischen Forschungsinstitutionen zeigte ein ähnliches Ergebnis. Die Zeitschrift Applied Ergonomics enthält am häufigsten Beiträge zu „physiologischen Grundlagen“ und „psychologischen Prozessen“ (ca. 23 Prozent). Danach folgt mit 19 Prozent das Forschungs- und Anwendungsgebiet „Arbeit und Gesundheit“. Damit dominieren diese beiden Themenfelder die Diskussion innerhalb von Applied Ergonomics im untersuchten Zeitraum. Bei den Beiträgen, deren Autoren aus Großbritannien stammen, bilden die genannten Themengebiete ergänzt um „Mensch-Maschine-Systeme“ und „Arbeit in Organisationen“ eine Gruppe mit einer annähernd gleichen Häufigkeit von jeweils etwa 16 Prozent. Dieser Analyse liegen 69 (der insgesamt 318) Aufsätze zugrunde, die in diesem Zeitraum von Autoren aus Großbritannien in Applied Ergonomics publiziert wurden.



**Abbildung 2:** Verteilung der Anwendungsfelder auf die Zeitschriften N = Gesamtheit der für diese Abbildung berücksichtigten Datensätze (Le Travail Humain (76), Applied Ergonomics (318) und Human Factors (278)). Fünf Artikel wurden nicht berücksichtigt

In Human Factors werden 2002 – 2006 am häufigsten Beiträge zum Forschungs- und Anwendungsfeld „Mensch-Maschine-Systeme“ veröffentlicht (36 Prozent). Mit jeweils ca. 17 Prozent sind „physiologische und psychologische Grundlagen“ sowie Fragestellungen zur „Sicherheit im Straßenverkehr“ vertreten. Die Analyse der Beiträge us-amerikanischer Autoren führte zu vergleichbaren Ergebnissen. Die Dominanz der drei häufigsten Themengebiete ist in Human Factors jedoch ausgeprägter. Ferner werden in dieser Zeitschrift doppelt so viele Aufsätze zu „Mensch-Maschinen-Systemen“ veröffentlicht wie in Le Travail Humain und viermal so viele wie in Applied Ergonomics.



Eine Zuordnung der Verteilung der wissenschaftlichen Beiträge zum Ebenenmodell des Gegenstandskataloges von Luczak et al. (1989) zeigt, dass mehr als die Hälfte aller Forschungstätigkeiten der Ebene 2 zugeordnet werden kann. Die technische Gestaltung des Arbeitsplatzes mit den Auswirkungen auf den arbeitenden Menschen ist zentraler Gegenstand der hier betrachteten internationalen Forschungsaktivitäten. Weiterhin ist die Gestaltung der Arbeitstätigkeit und des Arbeitsplatzes (Ebene 3) mit rund 20 Prozent aller Aufsätze ebenfalls häufig vertreten.

Die Schwerpunkte in *Le Travail Humain* verteilen sich fast gleichmäßig auf die Ebenen 2 bis 7. Auffallend ist weiterhin der mit 9 Prozent vergleichsweise hohe Anteil von Beiträgen zum Thema „Arbeit und Gesellschaft“ (Ebene 7). Arbeitswissenschaftliche Publikationen in *Applied Ergonomics* haben ihren Schwerpunkt auf der Ebene 2. Mit den technischen Grundlagen der Arbeitsgestaltung (Ebene 2b) befassen sich 37 Prozent aller Artikel, mit den biologischen und psychologischen (Ebene 2a) weitere 19 Prozent. Über 50 Prozent aller untersuchten Beiträge aus *Human Factors* befassen sich mit Ebene 2. Der Anteil von Publikationen zu biologischen und psychologischen Grundlagenthemen (Ebene 2a) ist in dieser Zeitschrift doppelt so hoch wie in *Applied Ergonomics* und fünfmal so hoch wie in *Le Travail Humain*.

#### 4. Zusammenfassung und wissenschaftliche Einordnung der Ergebnisse

Zusammenfassend sind Forschungsvorhaben im Bereich der „Mensch-Maschine-Systeme“ (20 Prozent) und der „physiologischen/psychologischen Prozesse“ (18 Prozent) in den ausgewählten internationalen Zeitschriften am häufigsten vertreten. Die Anwendungsfelder „Arbeit in Organisationen“ sowie „Arbeit und Gesundheit“ sind Gegenstand von jeweils 12 Prozent aller untersuchten Beiträge. In den analysierten Publikationen verkörpern die vier genannten Anwendungsfelder fast zwei Drittel aller Themen. Für eine repräsentative Darstellung der Forschungsschwerpunkte in den betrachteten Ländern müssten weitere arbeitswissenschaftliche Zeitschriften (z.B. „*Ergonomics*“) berücksichtigt werden. Bezogen auf die hier betrachteten Zeitschriften konnten jedoch einige Unterschiede herausgearbeitet werden, die insofern interessant sind, als sich vergleichbare Studien meist nur auf den angelsächsischen Sprachbereich fixieren – und damit den französischen Sprachraum ausblenden.

#### 5. Literatur

1. Dul, J., Karwowski, W. & Vinken, J. 2005, Objective and Subjective Rankings of Scientific Journals in the Field of Ergonomics: 2004-2005, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 15, 2005, 327-332.
2. Egger, M. 2001, Arbeitswissenschaft im Kontext sich wandelnder Rahmenbedingungen, Dissertation. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern.
3. International Ergonomics Association (IEA) (Edt.) 1996, Final Report of the Special Survey of IEA-Federated Societies. International Ergonomics Association.
4. Luczak, H. 1996, Internationale Trends in der Arbeitswissenschaft. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Zukunft der Arbeitswissenschaft*, Dokumentation der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft an der Universität Kaiserslautern. Dortmund: GfA Press, 17-31.
5. Luczak, H., Volpert, W., Raeithel, A. & Schwier, W. 1989, *Arbeitswissenschaft: Kerndefinition, Gegenstandskatalog, Forschungsgebiete*, 3. Auflage. Köln: RKW.
6. Ritter, A. 1992, *Relevanz neuer Technologien für die Arbeitswissenschaft*. Pfaffenweiler: Centaurus.

# Personalmanagement in innovativen Unternehmen als Herausforderung für Führungskräfte

Martin KRÖLL und Vanessa GAFFRON

*Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum,  
Universitätsstraße 150, D-44780 Bochum*

**Kurzfassung:** Innovative Unternehmen richten andere Anforderungen an die Organisation der Kompetenzentwicklung als weniger innovative Unternehmen. Von den MitarbeiterInnen wird in innovativen Unternehmen in besonderem Maße eine hohe Eigenverantwortung gefordert. Neben der Selbstorganisation der Kompetenzentwicklung hat dies auch Konsequenzen für die Rolle der Führungskräfte. Hierzu erbrachte die durchgeführte empirische Studie das überraschende Ergebnis, dass die Erwartung an die Führungskräfte die Aufgaben eines Personalentwicklers zu übernehmen vor allem in weniger innovativen Unternehmen ausgeprägter ist. Vor diesem Hintergrund werden Orientierungspunkte herausgearbeitet, an denen die Organisationsmitglieder die Selbstorganisation ihrer Kompetenzentwicklung ausrichten können.

**Schlüsselwörter:** Selbstorganisation, Innovationsverhalten, Führungskräfte als Personalentwickler.

## 1. Forschungsfrage

Dass innovative Unternehmen mit ihrem Personal anders umgehen als weniger innovative Unternehmen, scheint naheliegend. In welcher Weise dies der Fall ist, wurde in der vorliegenden Studie untersucht. Im Fokus der aktuellen wissenschaftlichen Auseinandersetzung im Kontext der Lernkulturproblematik wird zudem Führungskräften die Rolle des Personalentwicklers für ihre MitarbeiterInnen zugewiesen, da sich dies positiv auf deren berufliche Kompetenzentwicklung auswirken würde (Sonntag et. al. 2005). Der vorliegende Beitrag widmet sich unter Berücksichtigung dieser These der Frage, in welchem Kontext die Führungskräfte diesen Erwartungen in innovativen Unternehmen gerecht werden müssen. Führungskräfte nehmen ihre Personalaufgabe an der Schnittstelle zwischen der Personalabteilung und den Organisationsmitgliedern des Unternehmens wahr. Ihr personalwirtschaftliches Handeln vollzieht sich dabei im Spannungsfeld der Erwartungen dieser Bezugsgruppen sowie der von weiteren Interessengruppen (wie z.B. der Unternehmensleitung). Vor diesem Hintergrund lautet die Leitfrage:

Wird in innovativen im Vergleich zu weniger innovativen Unternehmen die Kompetenzentwicklung unterschiedlich organisiert?

In welchem Ausmaß wird dabei von den Organisationsmitgliedern die Selbstorganisation ihrer Kompetenzentwicklung erwartet?

Inwieweit sollen Führungskräfte in diesem Kontext die Aufgaben eines Personalentwicklers ausüben?

## 2. Theoretischer Bezugsrahmen

Die Ausführungen in diesem Artikel greifen auf folgende theoretische Ansätze zurück: zur Innovationsforschung (Hauschildt & Salomo 2007; Jaworski & Zurlino 2007; Witt & Witt 2008), zur Theorie der Unternehmung (Zollo & Winter 2002), zur Lernkultur (Sonntag et. al. 2005; Seufert & Euler 2008), zur Organisationskultur (Sackmann 2002) und zur Führungsforschung (Kleinau 2005). Ausgangspunkt für die empirische Untersuchung waren darauf aufbauend folgende Thesen:

(1) Innovative Unternehmen setzen in ausgeprägter Weise auf die Eigenverantwortung der Organisationsmitglieder und damit auf die Selbstorganisation der Kompetenzentwicklung.

(2) Um der zunehmenden Bedeutung des lebenslangen Lernens für die Innovationsfähigkeit ihres Unternehmens gerecht werden zu können, erwarten innovative Unternehmen von ihren Führungskräften in höherem Ausmaß, dass diese die Aufgabe des Personalentwicklers übernehmen.

## 3. Methodisches Vorgehen

Durch die Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden wurde versucht ein tieferes Verständnis der komplexen Personalmanagement-Situation von Führungskräften in innovativen Unternehmen zu entwickeln. Zur quantitativen Auseinandersetzung mit der angesprochenen Problematik wurde zunächst eine Fragebogenaktion durchgeführt, bei der 102 Unternehmen im Zeitraum der Jahre 2006-2008 in NRW angesprochen wurden. Letztendlich lag Datenmaterial von 30 ausgewerteten Fragebögen von Unternehmen vor. Alle Unternehmen hatten mindestens 50 MitarbeiterInnen. Ein Drittel der erfassten Unternehmen entstammen der Fertigungsbranche, 53% sind der Dienstleistungsbranche zuzurechnen. Die Übrigen sind als Mischunternehmen nicht eindeutig zuzuordnen. Das Innovationsverhalten der Unternehmen gestaltet sich in der vorliegenden Studie branchenunabhängig. Befragt wurden Personen, die in den Unternehmen für die Personalentwicklung verantwortlich sind, z. B. Leiter von Personal- bzw. Personalentwicklungs(PE)-abteilungen oder Mitglieder der Unternehmensleitung. Der erste Teil des 18 Seiten umfassenden Fragebogens bezog sich auf das Innovationsverhalten der Unternehmen, während der zweite Teil sich mit dem Einsatz personalwirtschaftlicher Instrumente und deren Rolle beim Aufbau von Kompetenzen beschäftigte. Die vorliegende empirische Studie hat explorativen Charakter. Zudem wurden zwei Fallstudien bei einem als besonders innovativ geltenden Unternehmen der Chemiebranche durchgeführt. Zum Abschluss wurden die Ergebnisse auf einem Workshop, an dem 14 Personalexperten teilnahmen, präsentiert und evaluiert.

## 4. Ergebnisse

Zur Identifikation von innovativen und weniger innovativen Unternehmen wurden 12 Items, die verschiedene Dimensionen von Innovation (insbesondere Aspekte der Produkt- und Dienstleistungsinnovation, Aspekte der Verfahrensinnovation, und Innovation auf der Inputseite) erfassen, zur Auswertung herangezogen. Mithilfe einer Clusteranalyse konnte die vorliegende Stichprobe in zwei Cluster bezüglich ihres Innovationsverhaltens eingeteilt werden (Cluster 1 N=13, innovativ; Cluster 2 N=17,

weniger innovativ). Besonders groß ist der Abstand zwischen den beiden Clustern in Hinblick auf die Produkt- und Dienstleistungsinnovation und das Ausmaß der Veränderung auf der Inputseite. Insgesamt ergibt sich folgendes Bild (bezogen jeweils auf den Zeitraum der letzten 5 Jahre): Die Unternehmen in Cluster 1 sind geprägt durch einen hohen Anteil neuer Produkte/Dienstleistungen, der ausgeprägten Erschließung neuer Märkte und einer höheren Investitionssumme für neue technische Anlagen. Ebenso wird das eigene Innovationsverhalten als stärker ausgebildet eingestuft als dies in Cluster 2 der Fall ist.

Aus der Sicht der Theorie der Unternehmung (Zollo & Winter 2002) sind die Kernkompetenzen, über die die Unternehmen verfügen, entscheidend für ihre Wettbewerbsfähigkeit. Vor diesem Hintergrund sowie ausgehend von dem ressourcenorientierten Personalmanagement rückt die Organisation der Kompetenzentwicklung in das Zentrum der Auseinandersetzung. Als besonderes Charakteristikum des Personalmanagements innovativer Unternehmen erwies sich wie erwartet, die geforderte hohe Eigenverantwortlichkeit der MitarbeiterInnen. Mithilfe verschiedener Items konnte ein „Selbstorganisationsindex“ generiert werden, dessen Reliabilität positiv geprüft wurde. Der Selbstorganisations-Index wurde über die in Tabelle 1 aufgeführten Items gemessen.

**Tabelle 1:** Items zum Selbstorganisationsindex

Ihre Kompetenzen und Kompetenzpotenziale müssen MA selber einschätzen.
Jedes Organisationsmitglied entscheidet weitgehend autonom über seine Kompetenzentwicklung.
Neben der vom Unternehmen angebotenen Maßnahmen zur Kompetenzentwicklung können Mitarbeiter eigenständig Aktivitäten zur KE auswählen, die dann auch vom Unternehmen unterstützt werden.
Organisationsmitglieder können autonom über ihre Kompetenzentwicklung und den Einsatz ihrer neu erworbenen Kompetenzen entscheiden.
Dafür, dass die MA ihre neu erworbenen Kompetenzen anwenden können sind die MA selbst verantwortlich.
Die Mitarbeiter tragen selbst die Verantwortung, wenn ihnen die Kompetenzentwicklung nichts bringt (z.B. Verlust von Freizeit oder Arbeitszeit, Nicht-Erreichen von Karrierezielen).

Der Grad der Selbstorganisation steht insgesamt im signifikanten Zusammenhang mit dem Innovationsverhalten der Unternehmen: Demnach ist keines der weniger innovativen, jedoch 33,3% der innovativen Unternehmen durch eine extrem hohe Selbstorganisation geprägt. So können und müssen die MitarbeiterInnen ihre Kompetenzentwicklung in innovativen Unternehmen häufiger selbst einschätzen, eigenständig die Aktivitäten Ihrer Kompetenzentwicklung wählen und die Verantwortung für den Erfolg oder Misserfolg der Maßnahmen tragen. Bezogen auf die Frage „Können die Organisationsmitglieder autonom über ihre Kompetenzentwicklung und den Einsatz ihrer neu erworbenen Kompetenzen entscheiden?“ konnte folgender, besonders starker Zusammenhang festgestellt werden: Alle weniger innovativen Unternehmen verneinten diese Frage, 46 % der innovativen Unternehmen stimmten ihr zu. „Jeder Mitarbeiter hat die Pflicht, sich selbst zu fragen, welchen Entwicklungsbedarf er für seine eigene Person sieht.“ (Leiter der PE in Fallstudie 1) – so das Ergebnis der Fallstudie. Zur Überprüfung der zweiten These (Führungskraft als Personalentwickler) wurden die in Tabelle 2 beschriebenen Items herangezogen.

**Tabelle 2:** Items zur Führungskraft als Personalentwickler

Ob die Organisationsmitglieder Kompetenzentwicklung betreiben, wird von jeder Führungskraft überprüft.
Die Führungskräfte überprüfen den Nutzen der Kompetenzentwicklung ihrer Organisationsmitglieder.
Bei der Beurteilung von Führungskräften wird die Frage berücksichtigt, ob diese die Personalentwicklung ihrer MA systematisch unterstützen.
Es gibt Trainingseinheiten, die Führungskräfte dazu befähigen Personalentwicklungsinstrumente einzusetzen.

Das Maß der internen Konsistenz der Skala konnte mithilfe einer Reliabilitätsanalyse bestätigt werden. Die Ergebnisse belegen, dass das Rollenverständnis signifikant bei innovativen und weniger innovativen Unternehmen divergiert. Die Erwartung, dass Führungskräfte die Aufgaben eines Personalentwicklers übernehmen sollen, ist demnach, entgegen der aufgestellten These, vor allem in weniger innovativen Unternehmen ausgeprägter. Beispielsweise wird der Nutzen der Kompetenzentwicklung in innovativen Unternehmen seltener von Führungskräften (in 38, 5 % der Fälle gegenüber 76, 5 bei weniger innovativen Unternehmen) überprüft. Wie ist dieses Ergebnis zu erklären? In der wissenschaftlichen Auseinandersetzung wird davon ausgegangen, dass sich innovative Unternehmen durch flache Hierarchien auszeichnen (Witt & Witt 2008). Diese Tendenz lässt sich auch in der vorliegenden Studie feststellen. Vor diesem Hintergrund ist es nachvollziehbar, dass in innovativen Unternehmen von den Führungskräften weniger erwartet wird, dass diese die Rolle eines Personalentwicklers übernehmen. Welche konkreten Aufgaben den Führungskräften bezogen auf andere personalwirtschaftliche Aufgaben, wie der Personalbeurteilung und dem Personaleinsatz in innovativen Unternehmen zugewiesen werden, wird im folgenden unter Berücksichtigung der geforderten hohen Selbstorganisation der Unternehmensmitglieder beleuchtet.

Überraschend ist, dass die Personalentwicklung in innovativen Unternehmen nicht in ausgeprägter Weise als in weniger innovativen Unternehmen darauf abzielt die sozialen und organisatorisch-methodischen Kompetenzen in höherem Maße zu fördern. Demgegenüber weisen innovative Unternehmen dem Ziel der Förderung von fachlichen Kompetenzen einen signifikant höheren Stellenwert zu. Diese Erkenntnis bietet den Organisationsmitgliedern bei der Selbstorganisation ihrer Kompetenzentwicklung Orientierung: Sie dürfen die Weiterentwicklung ihrer fachlichen Kompetenzen nicht vernachlässigen (1. Orientierungspunkt). Dabei kann auch auf das Ergebnis aus der Innovationsforschung Bezug genommen werden, dass Innovationen ohne fachliche Kompetenzen nicht zu haben sind.

Um Innovationen zu organisieren und zu steuern wird informellen, hierarchie- und abteilungsübergreifenden Netzwerken eine zentrale Rolle zugeschrieben. Jaworski/Zurlino 2007 weisen auf die besondere Bedeutung der Pflege der informellen Kommunikation sowie die Schaffung von „Orten der Begegnung“ für die erfolgreiche Etablierung von Innovationsnetzwerken hin. In Netzwerken können die Organisationsmitglieder z.B. durch das Feedback von internen und externen Kunden frühzeitig schwache Signale über künftige Veränderungen erhalten, die als Grundlage für die Orientierung ihrer Kompetenzentwicklung dienen (2. Orientierungspunkt).

Innovative Unternehmen verzichten bewusst auf bestimmte Kontrollformen, wie z.B. Kosten/Nutzen-Analyse bezogen auf die Kompetenzentwicklung. Ergebnis aus der Fallstudie: „Wenn das Resultat der Kompetenzentwicklung gerechtfertigt werden kann, dann haben die Mitglieder einen großen Freiraum.“ (Leiter der Personalent-



wicklung in Fallstudie 1). Demzufolge müssen die Organisationsmitglieder, den Einsatz von Ressourcen, die sie über ihre Kompetenzentwicklung benötigen, zumindest nachträglich rechtfertigen können (3. Orientierungspunkt).

Dem Personaleinsatz wird von Seiten der innovativen Unternehmen tendenziell ein wichtigerer Stellenwert im Hinblick auf die Gewährleistung ihrer Innovationsfähigkeit zugeschrieben als den anderen personalwirtschaftlichen Aufgabengebieten. Personalentwicklung und –einsatz werden bei innovativen Unternehmen eng verknüpft – so ein weiteres Ergebnis der Fallstudie. Dafür spricht auch, dass innovative Unternehmen tendenziell weniger auf externe Weiterbildungsmaßnahmen zurückgreifen. Kompetenzentwicklung ist arbeitsplatzbezogen zu organisieren (4. Orientierungspunkt). Im Zusammenhang mit dem Personaleinsatz wird in innovativen Unternehmen häufig beispielsweise auf die 15% Regelung hingewiesen. Für die Durchführung und Einhaltung sind dabei die Führungskräfte und MitarbeiterInnen, nicht aber die Personalabteilung verantwortlich. Hier zeigt sich ein weiterer Aspekt bei dem Führungskräfte in die Prozesse der Kompetenzentwicklung der MitarbeiterInnen innovativer Unternehmen involviert sind. Die Fallstudien zeigten, dass die 15% Regelung nicht dogmatisch umgesetzt wird. Vielmehr soll sie den Organisationsmitgliedern verdeutlichen, dass das Unternehmen die Erwartung an sie richtet, einen Teil ihrer Arbeitszeit auch neuen Aufgabenstellungen zu widmen (5. Orientierungspunkt). Auffällig ist darüber hinaus, dass innovative Unternehmen signifikant häufiger auf unstrukturierte Gespräche im Zusammenhang mit der Personalbeurteilung zurückgreifen. In innovativen Unternehmen üben Führungskräfte in Form nicht-standardisierter Prozesse durch unmittelbare zeitnahe Rückmeldung Einfluss auf die Richtung der Kompetenzentwicklung ihrer MitarbeiterInnen aus (6. Orientierungspunkt). Zudem verwenden die befragten innovativen Unternehmen tendenziell häufiger immaterielle Anreize und seltener Prämienanreize als weniger innovative Unternehmen. Dabei steht die Vorstellung im Vordergrund, die Förderung der Kreativität auf breiterer Basis zu verankern und außergewöhnliche Leistungen von Individuen oder Teams „an das Tageslicht zu bringen“.

Ausgehend von den Thesen dieses Beitrags kann folgendes resümiert werden: Lernen als lebenslanger Prozess führt bei innovativen Unternehmen nicht zu der Erwartung, dass Führungskräfte generell zentrale Aufgaben der Personalentwicklung übernehmen. Ob im Zusammenhang mit sozialen Praktiken, die mit der Netzwerkentwicklung und/oder der 15 % Regelung einhergehen, die Führungskraft nicht trotzdem eine besonders entscheidende von den klassischen Führungsaufgaben abweichende Rolle (Kleinau 2005) einnimmt, ist gerade vor dem Hintergrund der hohen Selbstorganisation und dem damit einhergehenden Orientierungsbedarf der MitarbeiterInnen eine noch zu klärende Fragestellung.

## 5. Ausblick

Innovationen werden in der heutigen Zeit als erstrebenswertes Ergebnis einer erfolgreichen Organisation angesehen (Hauschildt & Salomo 2007). Das Zusammenspiel von hoher Selbst- mit niedriger Fremdorganisation der Kompetenzentwicklung, das bei innovativen Unternehmen im Rahmen der vorliegenden empirischen Studie festgestellt wurde, kann allerdings nicht als allgemein zutreffendes best practice-Beispiel betrachtet werden. Die Ergebnisse legen vielmehr die Annahme nahe, dass innovative Unternehmen über eine spezifische Unternehmenskultur (Sackmann 2002) und Ähnlichkeiten in den Bereichen der MitarbeiterInnenstruktur verfügen, die



eine solche Organisation der Kompetenzentwicklung erst ermöglichen. Würde dies zutreffen, dann resultiert die Innovationsfähigkeit der Unternehmen nicht aus der praktizierten Form der Kompetenzentwicklung, sondern die Kompetenzentwicklungsstrategie würde durch die Unternehmenskultur von innovativen Unternehmen bestimmt.

## 6. Literatur

1. Hauschildt, J. & Salomo, S. 2007, Innovationsmanagement. München: Vahlen.
2. Jaworski, J. & Zurlino, F. 2007, Innovationskultur: Vom Leidensdruck zur Leidenschaft. Frankfurt am Main: Campus.
3. Kleinau, T. 2005, Der Rollenwandel im mittleren Management, Dissertation. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig.
4. Sackmann, S.A. 2002, Unternehmenskultur. Neuwied –Kriffel: Luchterhand.
5. Seufert, S. & Euler, D. 2008, Einbindung von Führungskräften in nachhaltige Lernkulturen. In: K. Schwuchow & J. Gutmann (Hrsg.), Jahrbuch 2008. Köln: Wolters Kluwer-Verlag, 235 – 246.
6. Sonntag, K., Schaper, N. & Friebe, J. 2005, Erfassung und Bewertung von Merkmalen unternehmensbezogener Lernkulturen. In: J. Erpenbeck (Hrsg.), Kompetenzmessung im Unternehmen – Lernkultur- und Kompetenzanalysen im betrieblichen Umfeld. Münster: Waxmann, 19-340.
7. Witt, J. & Witt, T. 2008, Innovative Unternehmensführung. Symposium Publishing Düsseldorf.
8. Zollo, M. & Winter, S.G. 2002, Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities, Organization Science, 13, 339-351.

# Lebenszyklusorientierte Personalpolitik - ein innovatives Personalkonzept im demografischen Wandel

Christiane FLÜTER-HOFFMANN

*Institut der deutschen Wirtschaft Köln,  
Wissenschaftsbereich „Bildungspolitik“ und „Arbeitsmarktpolitik“,  
Gustav-Heinemann-Ufer 84-88, D-50968 Köln*

**Kurzfassung:** Die Zukunft der Arbeit ist nicht nur gekennzeichnet durch die Megatrends Digitalisierung oder Individualisierung. Auch die Alterung und Schrumpfung der Gesellschaft sind Faktoren, die sich auf die Wirtschaft in Deutschland insgesamt und auf die Unternehmen insbesondere auswirken. Mit dem innovativen Personalkonzept der Lebenszyklusorientierung kann es den Organisationen gelingen, Auswirkungen der demografischen Entwicklung – wie Fachkräftemangel, Rückgang der Innovationskraft, Erhöhung der Fehlzeitenquote, steigende Personalkosten, Know-how-Verlust – abzumildern oder sogar zu verhindern.

**Schlüsselwörter:** Fachkräftemangel, Wissenstransfer, Familienfreundlichkeit, Arbeitgeberattraktivität.

## 1. Einleitung

Die ganze Welt wird älter, denn die Lebenserwartung steigt, und die Geburtenraten sinken oder verharren auf niedrigem Niveau, vor allem in den Industrieländern. Auch Deutschlands Bevölkerung und Wirtschaft ist davon stark betroffen. Die demografische Entwicklung wird von drei zentralen Faktoren beeinflusst: Lebenserwartung, Geburtenrate und Migration.

Die Lebenserwartung steigt weltweit – allerdings auf sehr unterschiedlichem Niveau. Im weltweiten Durchschnitt werden weibliche Neugeborene heute rund 69 Jahre alt, und männliche Babies können durchschnittlich auf 65 Jahre hoffen. In Deutschland ist die Lebenserwartung im vergangenen Jahrhundert um 30 Jahre bei den Männern und um 34 Jahre bei den Frauen gestiegen. Ein neugeborenes Kind hat in Deutschland inzwischen eine durchschnittliche Lebenserwartung von 76 (Junge) bzw. 82 Jahren (Mädchen) (Flüter-Hoffmann 2008b, S.19)

Seit den 1970er Jahren ist in Deutschland die Zahl der Geburten pro Jahr nicht mehr „bestandserhaltend“, das heißt es werden weniger als 210 Kinder je 100 Frauen geboren. Lag die Zahl der Geburten im Nachkriegsjahr 1946 noch bei 922.000 und erreichte mit dem „Baby-Boom“ im Jahr 1964 mit 1,4 Millionen Geburten einen Höhepunkt, so wurden im Jahr 2007 nur noch 685.000 Babies geboren. Dies entspricht einer Geburtenrate von etwa 1,34 (134 Kinder pro 100 Frauen). Wenn sich der seit 35 Jahren andauernde Trend fortsetzt, dass die Todesfälle die Geburtenzahlen übersteigen, dann werden in Deutschland im Jahr 2050 zwischen acht und 13 Millionen Menschen weniger leben (Flüter-Hoffmann 2007b, S. 60). Zurzeit beträgt das Geburtendefizit 150.000, im Jahr 2020 wird es voraussichtlich über 300.000 ausmachen und 2050 etwa 600.000 erreichen.

Wie stark die Zahl der Bevölkerung in Deutschland abnehmen wird, hängt nicht nur davon ab, ob die Geburtenrate wieder ansteigt, sondern auch davon, wie stark

die Zuwanderung in Deutschland zunehmen wird. Um den drohenden Fachkräftemangel abzuwenden, reicht die aktuelle Nettozuwanderung von weniger als 100.000 nicht aus. Zudem ist Deutschland für hoch qualifizierte Migranten nicht attraktiv genug und die Integrationsmaßnahmen sind bei weitem nicht ausreichend. Hier liegen große Potenziale brach. Mit einer qualifizierten Zuwanderung nach dem kanadischen Modell könnte das Bruttoinlandsprodukt binnen zehn Jahren – so eine aktuelle IW-Studie aus dem Jahr 2008 – um 34 Milliarden Euro erhöht werden (Koppel & Plüneck 2008).

Durch die demografische Entwicklung altert und schrumpft nicht nur die Bevölkerung, sondern auch die Belegschaften in den Unternehmen werden durchschnittlich immer älter, und es fehlen immer mehr (jüngere) Fachkräfte. Ältere gehören daher zum wichtigsten Arbeitskräftepotenzial der Zukunft (Flüter-Hoffmann & Larman 2008, S. 3).

Personalabteilungen in den Unternehmen sollten heute schon diese Trends erkennen und durch entsprechende Maßnahmen den gravierenden Folgen für ihre Unternehmen vorbeugen. Dies wird in Ansätzen auch bereits praktiziert. Manche Unternehmen versuchen über eine besondere Einstellungspolitik dem Fachkräftemangel vorzubeugen oder mit systematischer Potenzialanalyse und Talentmanagement auch die eigenen Beschäftigten besser einzusetzen. Andere intensivieren ihre Anstrengungen im betrieblichen Gesundheitsmanagement, um die Arbeitsfähigkeit ihrer Belegschaft zu erhalten und die Personalkosten durch hohe Fehlzeiten auf niedrigem Niveau zu stabilisieren. Wieder andere setzen Wissensmanagement-Instrumente ein, um das Wissen der ausscheidenden Mitarbeiter im Unternehmen zu halten. Bislang gibt es allerdings nur wenige Vorzeigbeispiele mit einem ganzheitlichen, systematischen Ansatz.

Das Adecco-Institut befragt jährlich 4.000 mittlere und große Unternehmen in acht europäischen Ländern zu den Einzel-Maßnahmen, die sie ergreifen, um die Folgen der demografischen Entwicklung abzumildern. Diese Maßnahmen beziehen sich auf die Laufbahnplanung, Lebenslanges Lernen, Wissensmanagement, Gesundheitsförderung und Altersvielfalt. Aus den Daten erstellt sie den so genannten demografischen Fitness-Index (Flüter-Hoffmann 2008a). Die Unternehmen erkennen zunehmend die Auswirkungen der demografischen Entwicklung auf die betriebliche Wirklichkeit: 70 Prozent der Unternehmen in Deutschland halten dies für die größte Herausforderung der kommenden Jahre. Mehr als die Hälfte der Betriebe analysieren inzwischen die Alters- und Qualifikationsstruktur ihrer Belegschaft.

## 2. Das Konzept

Das umfassendste und innovativste Konzept ist das der lebenszyklusorientierten Personalpolitik. Es ist einerseits mitarbeiterorientiert, gleichzeitig aber auch unternehmensorientiert und zielt auf die ständige Weiterentwicklung aller Mitarbeiter gemäß ihrer Potenziale und ihrer spezifischen Lebenssituation ab, um deren Leistungsbereitschaft, Leistungsvermögen und ihre beruflichen Kompetenzen optimal zu fördern und gleichzeitig davon zu profitieren (Graf 2002, S. 34).

Die lebenszyklusorientierte Personalpolitik richtet sich strategisch an den arbeits- und lebenszyklischen Bedürfnissen der Beschäftigten aus:

- an ihrem beruflichen Lebenszyklus: von der Berufswahl bis zum Ausscheiden aus dem Berufsleben,
- an ihrem betrieblichen Lebenszyklus: vom Eintritt in das Unternehmen bis zum

- Ausscheiden; Laufbahn innerhalb einer Organisation
- an ihrem stellenbezogenen Lebenszyklus: vom Antritt einer bestimmten Stelle innerhalb in einem Unternehmen bis zum Stellenwechsel oder Austritt aus dem Unternehmen
- an ihrem familiären Lebenszyklus: von der Gründung einer eigenen Familie über die Kindererziehung bis hin zur Betreuung von pflegebedürftigen Angehörigen
- an ihrem biosozialen Lebenszyklus: Förderung der unterschiedlichen Potenziale in verschiedenen Lebensaltern und Rücksichtnahme auf ungleiche Bedürfnisse in den verschiedenen Lebensjahrzehnten (Flüter-Hoffmann 2007a, S. 76).



**Abbildung 1:** Maßnahmen der Unternehmen zur Abmilderung der Folgen des demografischen Wandels – Demografie-Fitness-Index, Adecco-Institut 2007

### 3. Ausblick

Mit der Alterung und Schrumpfung der Bevölkerung gehen eine Alterung der Belegschaften und eine Schrumpfung des Erwerbspersonenpotenzials einher. Es ist ratsam, dass die Unternehmen schnellstmöglich ein ganzheitliches Konzept der Personalpolitik entwickeln, um sich zu wappnen. Die lebenszyklusorientierte Personalpolitik bietet dazu maßgeschneiderte Ansätze. Es werden alter(n)sgerechte Rahmenbedingungen geschaffen, damit die Beschäftigten motiviert und produktiv das Rentenalter erreichen können. Zugleich werden weitere Erwerbspersonenpotenziale erschlossen, um dem Fachkräftemangel vorzubeugen. Ungenutzte Erwerbspotenziale gibt es vor allem bei den Frauen und bei den Älteren. Zusätzlich präsentieren sich Unternehmen, die eine lebenszyklusorientierte Personalpolitik praktizieren, als attraktive Arbeitgeber. Ihnen wird es auf Dauer gelingen, genau die richtigen Potenzial-Träger auf dem Arbeitsmarkt zu gewinnen und zu binden.

**Tabelle 1:** Überblick über Handlungsfelder und Maßnahmen der lebenszyklusorientierten Personalpolitik

Handlungsfelder	Mögliche Maßnahmen
Wertschätzungskultur	Generationenübergreifende Zusammenarbeit und Wissensaustausch, Einsatz aller Altersgruppen gemäß individueller Stärken (Altersvielfalt), Wertschätzung der Berufserfahrung, Förderung von Zufriedenheit, Loyalität auch bei steigendem Durchschnittsalter der Belegschaften
Personalplanung	Neue Rekrutierungspraxis etablieren: Stärkeres Anwerben von Frauen, Älteren und Migranten. Höhere Ausbildungsquote und Übernahme der Auszubildenden; mehr Schülerpraktika, Schule-Wirtschaft-Projekte, Kooperationen mit Fachschulen, Fachhochschulen und Hochschulen (gemeinsame Projekte, Studentenjobs, Diplomarbeiten, Master-Thesis)
Wissensmanagement	Aktive Sicherung des Erfahrungs- und Expertenwissens von ausscheidenden Beschäftigten, Dokumentation geschäftskritischen Wissens, Verzeichnis der Wissensinhaber („gelbe Seiten“), Einsatz aller Altersgruppen gemäß individueller Stärken, Aufbau altersgemischter Teams, Strategien zur Wissenserneuerung, Kooperation mit Hochschulen, Förderung des informellen Wissensaustauschs, Kreatives und inspirierendes Arbeitsklima zur Förderung von Innovationen, Instrumente/Verfahren zur Wissensbewahrung mit effizientem IT-Support
Personalentwicklung und Laufbahnplanung	Lebensphasenorientierte Personalentwicklung, flexible Arbeitszeiten, familienfreundliche Maßnahmen, Sabbaticals, Teilzeit, Strukturierte, firmengerechte Karriere- und Nachfolgeplanung; Mitarbeiterbindungsstrategien, Coaching, Mentoring, individuelle Förderung und Entwicklung von Alternativkarrieren wie horizontale Verschiebungen für das berufliche Weiterkommen. Lebenslanges Lernen verankern: Aktive Maßnahmen gegen schleichenden Know-how-Verlust; regelmäßige, individuelle Potenzialanalyse und Bildungsbedarfsanalyse; arbeitsplatzbezogene Seminare und Trainings zur Verbesserung der Sozialkompetenz und Methodenkompetenz
Betriebliche Gesundheitsförderung	Gesundheitsgerechte Mitarbeiterführung, Altersgemäße Arbeitsplatzgestaltung und Ergonomie; Sensibilisierung für den Erhalt der eigenen Gesundheit; Gesundheitsvorsorge, Check-Ups, Langzeitprävention; Work-Life-Balance-Seminare, Stressbewältigungsseminare

#### 4. Literatur

1. Armutat, S. (Hrsg.) 2009, Lebensereignisorientiertes Personalmanagement. Eine Antwort auf die demografische Herausforderung. Grundlagen, Handlungshilfen, Praxisbeispiele. Bielefeld: W. Bertelsmann.
2. Flüter-Hoffmann, C. 2008a, Alter als Chance. Demografiefeste Unternehmen, Zeitschrift Personal, 3, 10-12.
3. Flüter-Hoffmann, C. 2007a, Die Bedeutung innovativer Personalmanagementkonzepte für Betriebe und die Gesamtwirtschaft. In: A. Esslinger & D. Schobert (Hrsg.), Erfolgreiche Umsetzung von Work-Life-Balance in Organisationen. Strategien, Konzepte, Maßnahmen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
4. Flüter-Hoffmann, C. 2007b, Alternde Belegschaften: Produktive Perspektiven für Unternehmen. In: M. Borchardt (Hrsg.), Das neue Bild vom älteren Menschen – Aktiv in Politik und Gesellschaft. Sankt Augustin: Konrad Adenauer Stiftung, 59-76.

5. Flüter-Hoffmann, C. 2006, Lebenszyklusorientierte Personalpolitik – „Work-Life-Balance“-Konzepte und „Demographietools“ für die betriebliche Praxis. Köln: Institut der Deutschen Wirtschaft. Verfügbar unter:  
[http://www.dekabank.de/download/de/veranstaltungen/Studie\\_IW\\_LZoPP.pdf](http://www.dekabank.de/download/de/veranstaltungen/Studie_IW_LZoPP.pdf).
6. Flüter-Hoffmann, C. 2008b, „Von unten wächst nichts nach“ – Demografiebedingte Herausforderungen für die Wirtschaft. In: W. Netzel (Hrsg.), Mitarbeitergewinnung und -bindung. Stuttgart: Deutscher Sparkassen Verlag, 18-34.
7. Flüter-Hoffmann, C. & Hüther, M. 2006, Lätzchen und Krawatte binden – familienfreundliche Unternehmen sind ein Gewinn für Wirtschaft und Beschäftigte. In: L. Mohn & U. von der Leyen (Hrsg.), Familie gewinnt. Gütersloh: Bertelsmann-Stiftung, 72-79.
8. Flüter-Hoffmann, C. & Larmann, W. 2008, Arbeitsmarkt – Die Rückkehr der Alten. Thema Wirtschaft 111. Köln: Deutscher Instituts-Verlag.
9. Graf, A. 2002, Lebenszyklusorientierte Personalentwicklung. Ein Ansatz für die Erhaltung und Förderung von Leistungsfähigkeit und –bereitschaft während des gesamten betrieblichen Lebenszyklus. Bern: Haupt Verlag.
10. Koppel, O. & Plünnecke, A. 2008, Braingain – Braindrain, Die Wachstumspotenziale der Zuwanderung. IW-Positionen, 33. Köln: Deutscher Instituts-Verlag.





# Zeitarbeit und deren spezifische Herausforderungen an Qualifizierung und Personalentwicklung

Marisa KAUFHOLD und Bernd WOLF

*Eichenbaum GmbH, Friemarstr. 38, D-99867 Gotha*

**Kurzfassung:** Zeitarbeit ist für Unternehmen ein zunehmend wichtiges Instrument, um flexibel auf Markterfordernisse reagieren zu können. Für die Zeitarbeitsbranche bedeutet das, flexibles und qualifiziertes Personal bereitstellen zu können. Dies wiederum erfordert eine entsprechende Personalentwicklung und Qualifizierung des Zeitarbeitspersonals wie auch der in der Disposition Beschäftigten. Bei der breiten Heterogenität der Qualifikationsstrukturen und der Einsatzfelder ist eine branchenadäquate Kompetenzbilanzierung ein Element, um angemessene Qualifizierung und Personalentwicklung zu organisieren.

**Schlüsselwörter:** Zeitarbeit, Personalentwicklung.

## 1. Die Zeitarbeitsbranche

Der konjunkturelle Aufschwung der letzten Jahre hat in Deutschland zu einem Beschäftigungswachstum geführt, das zu einem beträchtlichen Anteil mit und über die Zeitarbeit befördert wurde. Die Zahlen der Bundesagentur für Arbeit für den Berichtszeitraum bis Ende Juni 2008 bescheinigten der Zeitarbeitsbranche im Vergleich zum Vorjahr ein weiteres Wachstum um 8,65 Prozent (794.363 Beschäftigte). Immer mehr Unternehmen wenden Zeitarbeit als Flexibilisierungsinstrument an (vgl. Sczensny et al. 2008, S. 44 ff.). Der jetzige konjunkturelle Abschwung bedeutet für die Zeitarbeit daher auch einen Beschäftigungsrückgang, belastbare Zahlen liegen gegenwärtig jedoch nicht vor.

Mit den steigenden Beschäftigungszahlen stieg auch die Zahl der Zeitarbeitsunternehmen (Sczensny et al. 2008, S. 110), deren Struktur überwiegend klein- und mittelständisch geprägt ist. Fast 65 Prozent der Zeitarbeitsunternehmen haben weniger als 50 Beschäftigte (Sczensny et al. 2008, S. 18). Das Wachstum und die kleingliedrige Struktur der Unternehmen verweisen auf einen starken Wettbewerb innerhalb der Branche, bei dem es vor allem um qualifiziertes Personal, abnahmebereite Kunden und marktgerechte Preise geht.

Die aktuellen strukturellen und konjunkturellen Veränderungen der Wirtschaft verschärfen diesen Wettbewerb und sind gleichzeitig eine Herausforderung für die Zeitarbeitsbranche. Die demographische Entwicklung lässt einen sich verschärfenden Wettbewerb um qualifizierte und belastbare Arbeitskräfte erwarten: Qualifizierung und Personalentwicklung werden daher immer mehr zu einem Thema der Zeitarbeit.

## 2. Herausforderungen an Qualifizierung und Personalentwicklung in der Zeitarbeit

Kerngeschäft der Zeitarbeit ist es, Arbeitskräfte für einen vereinbarten Zeitraum zur Bewältigung definierter Arbeitsaufgaben an interessierte Unternehmen gegen Entgelt zu überlassen. Das wichtigste Potential der Zeitarbeitsunternehmen sind da-

mit ihre Beschäftigten, über diese treten sie nach außen am Markt auf, mit ihnen erwirtschaften sie ihre Erträge. Die Beschäftigten betrachten die Zeitarbeit hingegen häufig nur als eine Notlösung in Folge fehlender Beschäftigungsalternativen (Moser & Galais 2008, S. 23). Mehrheitlich würden sie einen festen Arbeitsplatz in einem Kundenunternehmen der Zeitarbeit bevorzugen und sehen Zeitarbeit eher als „Brücke in eine solche Beschäftigung“ (Weinkopf & Vanselow 2008, S. 8). Die Zeitarbeitsunternehmen müssen sich deshalb auf eine verschärfte Wettbewerbssituation um Fachkräfte rechtzeitig vorbereiten.

Das geringe Commitment der Beschäftigten spiegelt sich auch in der hohen Fluktuation unter den Beschäftigten der Zeitarbeit wider. So verweisen die Zahlen der Bundesagentur für Arbeit für das 1. Halbjahr 2008 darauf, dass knapp 42 % der Arbeitsverhältnisse weniger als drei Monate andauerten, weitere 11 % sogar nur bis zu einer Woche (Bundesagentur für Arbeit 2008, S. 9).

Die Investition in Personal ist daher für die Zeitarbeitsunternehmen mit einem Konflikt und hohem Risiko verbunden. Einerseits stellt qualifiziertes Personal für sie eine wichtige Ressource da, die erforderlich ist, um die Anforderungen der Kundenunternehmen erfüllen zu können. Andererseits steigt mit der Qualifizierung des Personals die Gefahr der Abwerbung bzw. Abwanderung. Im Falle einer Abwerbung verliert ein Zeitarbeitsunternehmen nicht nur seine Arbeitskraft, sondern ggf. auch Kapazitäten bei einem Kunden (d. h. es werden weniger Arbeitskräfte angefordert) oder gar den Kunden selbst. Die Investitionen in die Zukunft verwandeln sich so aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu Fehlinvestitionen.

Die kurzfristigen Beschäftigungszeiten und die hohe Dynamik des Personals bieten zudem nur schwer Ansatzpunkte für eine gezielte und längerfristige Personalentwicklung. Die organisatorische Umsetzung von Qualifizierung ist für Zeitarbeitsunternehmen mit besonderen Planungsschwierigkeiten verbunden. In erster Linie müssen Kundenanforderungen bedient werden, aus denen die Beschäftigten i. d. R. nur dann abgezogen werden können, wenn eine Qualifizierung auch im Interesse des Entleihbetriebs liegt. Verleihfreie Zeiten, die Raum für Weiterbildung geben könnten, sind kaum planbar. Dies betrifft sowohl den Zeitpunkt als auch die Dauer solcher Angebote.

Derzeit beschränkt sich Qualifizierung in Zeitarbeitsfirmen größtenteils auf Anlässe, die durch gesetzliche Vorschriften oder spezifische Arbeitsbedingungen unverzichtbar sind, zum Beispiel Einweisungen am Arbeitsplatz, Belehrungen über Sicherheitsbestimmungen oder die Aktualisierung von Schweißerpässen. Erste Veränderungspotentiale sind im Rahmen von Projekten zur tätigkeitsorientierten Kompetenzfeststellung und -anerkennung wie auch in der Einführung eines hauptsächlich für die Zeitarbeit entwickelten Ausbildungsberufs zum Personaldienstleistungskaufmann/kauffrau vorhanden. Hier gilt es anzusetzen, um eine längerfristige und gezielte Personalentwicklung in der Zeitarbeit zu unterstützen.

Die beschriebenen Herausforderungen der Branche bilden den Ausgangspunkt für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und Mitteln des Europäischen Sozialfonds geförderten Verbundprojekts „Bildungszeit: Wachstumsbranche Zeitarbeit – Handlungsfelder, Kompetenzentwicklung, Bildungsprofile“. Im Mittelpunkt der Projektarbeit stehen das interne und das externe Personal der Zeitarbeit. Die wesentlichen Ansatzpunkte für eine zukunftsgerichtete Personalarbeit in der Zeitarbeit, die in Bildungszeit verfolgt werden, sind im Folgenden dargestellt.

### **3. Ansatzpunkte hinsichtlich Qualifizierung und Personalentwicklung in der Zeitarbeit**

Die dargestellten Spezifika der Zeitarbeit erfordern branchenspezifische Ansätze für Qualifizierung und Personalentwicklung. Das Projekt Bildungszeit konzentriert sich auf drei Ansatzpunkte bei der Entwicklung zukunftsgerichteter Konzepte der Personalarbeit für die Zeitarbeitsbranche:

#### *3.1. Personalentwicklung der Personaldisponentinnen und Personaldisponenten*

Die skizzierten Herausforderungen der Branche bestimmen das Tagesgeschäft der Disponentinnen und Disponenten. Diese müssen die jeweilige strukturelle und konjunkturelle Lage sowie deren Auswirkungen auf Kundenunternehmen und Zeitarbeitskräfte möglichst rechtzeitig erkennen, um ggf. Alternativen entwickeln zu können. Die Erfüllung der Kundenbedürfnisse ist unter Beachtung der eigenen betriebswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Zeitarbeitsunternehmens zu gewährleisten - je nach Struktur des Zeitarbeitsunternehmens werden der Disposition dabei unterschiedlich definierte Aufgabenfelder zugewiesen. Insgesamt hat die Disposition eine Schlüsselfunktion in der Zeitarbeit, denn ihr Handeln beeinflusst wesentlich den Verlauf des Unternehmenserfolges. Eine zukunftsgerichtete Personalentwicklung in der Zeitarbeit als Reaktion auf die sich ändernden Markterfordernisse hängt somit wesentlich vom Verständnis und dem Mitwirken der Personaldisponentinnen und -disponenten ab.

In „Bildungszeit“ werden daher orientiert an den aktuellen Erfordernissen des Marktes und den Bedarfen der Disposition gezielt Weiterbildungsmodule entwickelt, mit Branchenexperten diskutiert und umgesetzt.

#### *3.2. Personalentwicklung und Qualifizierung für Beschäftigte in der Zeitarbeit*

Die Personalentwicklung von Zeitarbeitskräften ist aufgrund der strukturellen Gegebenheiten der Branche besonders schwierig. Eine Herausforderung besteht darin, den Personen berufliche Entwicklungsmöglichkeiten durch Zeitarbeit aufzuzeigen, um sie so länger in Zeitarbeit halten zu können und der hohen Fluktuation entgegenzuwirken. Ein Merkmal der Zeitarbeit sind häufige Wechsel des Einsatzunternehmens und ggf. der Arbeitstätigkeit. Die verschiedenen Arbeitseinsätze können Lernfelder darstellen, die es gezielt zu nutzen gilt. Die Akzeptanz und Anerkennung des Lernens im Arbeitsprozess ist ein Ansatzpunkt für Personalentwicklung, der insbesondere in der Zeitarbeit von großer Bedeutung sein kann. Dabei sind die Erfassung und die Dokumentation der im Arbeitsprozess erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten eine wesentliche Voraussetzung.

Ein Merkmal von Zeitarbeit ist die Ausübung von Tätigkeiten, die z. T. Anforderungen aus unterschiedlichen – sich ähnelnden – Berufsfeldern beinhalten, beispielsweise im Bereich der Metall- und Elektroberufe sowie im Bereich der Erziehung und Pflege. Die Ausbildungsstrukturen in diesen Bereichen sind sehr heterogen und die Anforderungen der Tätigkeitsfelder enthalten häufig Anforderungen aus verschiedenen Berufsbildern. Ausgehend von den Anforderungen werden im Verbundprojekt Curricula erarbeitet, die eine bessere Vorbereitung auf die Anforderungen im Berufsfeld ermöglichen sollen.

### 3.3. Integration von Zielgruppen in die Zeitarbeit

Die hohe Dynamik zwingt die Zeitarbeitsfirmen dazu, immer wieder neues Personal einzustellen. In Bildungszeit werden gezielt Konzepte und Handlungshilfen zur Integration von Personengruppen (z. B. Frauen, Migranten, Ältere, Erwerbslose oder Hochschulabsolventen) entwickelt und umgesetzt, die bisher noch nicht so stark in Zeitarbeit vertreten sind. Damit kann der quantitative Bedarf der Branche an Arbeitskräften auch künftig ausreichend gedeckt werden, und gleichzeitig eröffnen sich durch die stärkere Einbindung bestimmter Personengruppen auch Chancen für die weitere Entwicklung des Bereichs der Spezialzeitarbeit. Dieser ist mit ca. 10 % Anteil an Zeitarbeit bisher noch eher gering ausgeprägt. Spezialzeitarbeit ist gekennzeichnet durch die Verrichtung spezieller, meist hoch qualifizierter Tätigkeiten. Die Einsatzbereiche liegen sowohl in gewerblich-industriellen (vor allem Ingenieurarbeiten) als auch im Dienstleistungsbereich (z. B. Management-, Finanz-, Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, Gesundheitsbereich) (Miegel u. a. 2007, S. 24ff).

Die skizzierten Ansatzpunkte verweisen auf die Handlungsfelder des Projektes Bildungszeit, dass sich zurzeit in der Phase der Analyse und Bedarfserhebung befindet. Im Zusammenwirken mit den Akteuren der Branche (Zeitarbeitsunternehmen, Entleihbetriebe, Beschäftigte) werden Bedarfe für erforderliche Qualifizierungs-, Personalentwicklungs- und Integrationskonzepte festgestellt.

## 4. Ausblick

Erste Konzepte des Verbundprojekts Bildungszeit werden im Herbst 2009 vorliegen und anschließend erprobt. Es bleibt abzuwarten, wie mit den aufgezeigten Ansätzen den Herausforderungen der Branche begegnet werden kann.

Visionäre sehen in zukünftigen Zeitarbeitskräften Personen, die über vielfältig nutzbare und verwertbare Kenntnisse und Fertigkeiten verfügen und zudem flexibel bei interessierten Unternehmen zum Einsatz kommen. Für diese hoch qualifizierte Dienstleistung erhalten sie ein höheres Gehalt als ihre festangestellten Kolleginnen und Kollegen in den Betrieben, denn Flexibilität und Qualifikation zahlt sich aus. Diese Vision ist sicher nicht gleich für alle Bereiche der Zeitarbeit denkbar, sondern eher ein Ziel für bestimmte Segmente, wie beispielsweise der Spezialzeitarbeit.

## 5. Literatur

1. Bundesagentur für Arbeit 2008, Arbeitsmarkt in Zahlen, Arbeitnehmerüberlassung, 1. Halbjahr 2008. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit.
2. Miegel, M., Wahl, St. & Schulte, M. 2007, Die Rolle der Zeitarbeit in einem sich ändernden Arbeitsmarkt. Bonn: Institut für Wirtschaft und Gesellschaft Bonn e.V..
3. Moser, K. & Galais, N. 2008, Kompetenz und Commitment, Personalführung: Zeitarbeit mit Chancen für Lernen und Wachstum, 41, 22-30.
4. Sczesny, C., Schmidt, S., Schulte, H., Dross, P. & Jasper, G. 2008, Zeitarbeit in Nordrhein-Westfalen. Strukturen, Einsatzstrategien und Entgelte. Dortmund: Soziale Innovation research & consult GmbH
5. Weinkopf, C. & Vanselow, A. 2008, (Fehl-)Entwicklungen in der Zeitarbeit?, Expertise im Auftrag der Friedrich-Ebert-Stiftung. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.

# Kompetenzentwicklung in Veränderungsprozessen beim Aufbau von Dienstleistungskompetenzen

Ekkehard MUSOLD, Klaus FISCHER und Klaus J. ZINK

*Institut für Technologie und Arbeit e. V., TU-Kaiserslautern,  
Kurt Schumacher Straße 74 A, D-67663 Kaiserslautern*

**Kurzfassung:** Die Gestaltung des Wandels vom reinen Produzenten zum Anbieter produktbegleitender Dienstleistungen setzt unter anderem eine geeignete Personal- und Organisationsentwicklung voraus. Die Herausforderung besteht in erster Linie in der Entwicklung von Kompetenzen zur Dienstleistungserstellung. Die zentrale Frage lautet hierbei, wie der Veränderungsprozess durch die Berücksichtigung von Erfolgsfaktoren des Wandels bei der Kompetenzentwicklung berücksichtigt und somit nachhaltig abgesichert werden kann. Zur Beantwortung dieser Frage wurde ein Kompetenzentwicklungskonzept erarbeitet, welches sowohl die Anforderungen auf der individuellen Ebene, als auch auf der organisationalen Ebene berücksichtigt.

**Schlüsselwörter:** Kompetenzentwicklung, Veränderungsprozess, Dienstleistungsentwicklung.

## 1. Problemstellung

Aufgrund der immer geringer werdenden Qualitätsunterschiede im globalen Wettbewerb, ist die damit verbundene zunehmende Bedeutung von produktbegleitenden Dienstleistungen, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, eine große Herausforderung (Wildemann & Weissenberger 2003; Frings 2003; Kieser 1985). Die Gestaltung des Wandels vom reinen Produzenten zum Anbieter (zusätzlicher) produktbegleitender Dienstleistungen setzt unter anderem eine geeignete Personal- und Organisationsentwicklung voraus. Da die Fachkompetenzen bezüglich des Produktes meist in ausreichendem Maße vorhanden sind, besteht die Herausforderung in erster Linie in der Entwicklung von Kompetenzen zur Dienstleistungserstellung. Im Rahmen des vom BMBF geförderten und vom DLR betreuten Forschungsprojektes InnoWa-KMU ([www.innowa-kmu.de](http://www.innowa-kmu.de)) wurde untersucht, wie dieser Wandel gestaltet werden kann und welche Kompetenzen in den verschiedenen Funktionsebenen eines produzierenden Unternehmens grundsätzlich benötigt bzw. entwickelt werden müssen, um Dienstleistungen (z.B. produktbegleitend oder als eigenständige Leistung) anbieten zu können.

## 2. Einflussfaktoren menschlichen Verhaltens in Unternehmen

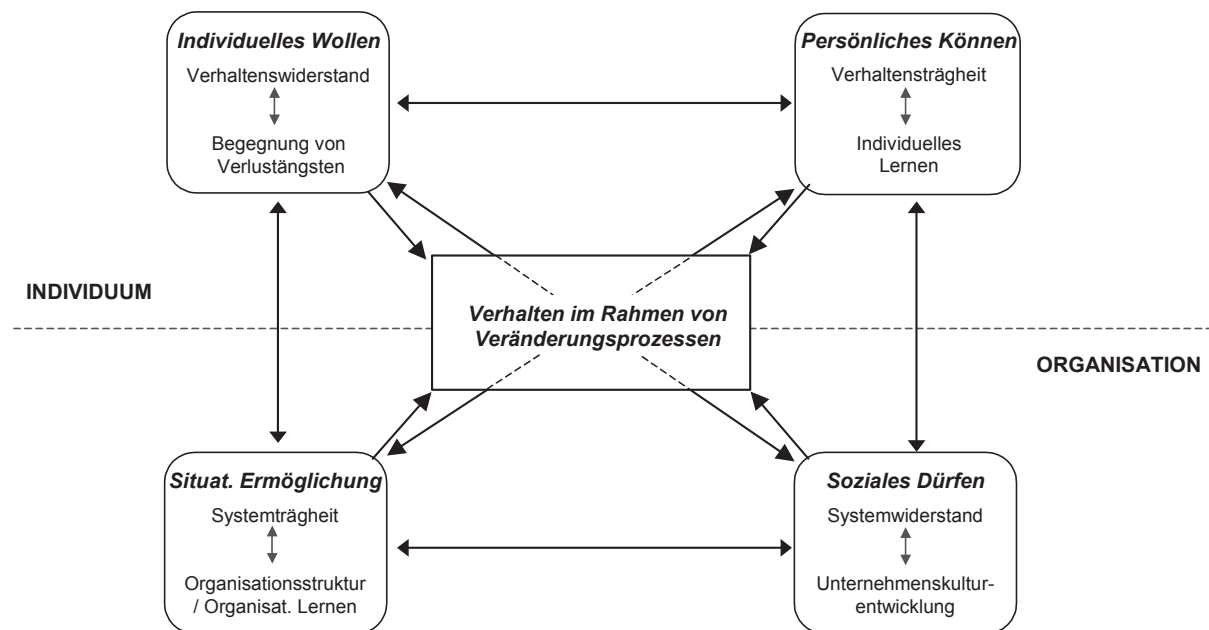
Für ein ganzheitliches Verständnis der Einflussfaktoren menschlichen Verhaltens eignet sich die Klassifikation Rosenstiels (Rosenstiel 2003):

- „Individuelles Wollen“ (Motivation und Werte)
- „Persönliches Können“ (Fähigkeiten und Fertigkeiten)
- „Soziales Dürfen und Sollen“ (Normen und Regelungen)



- „Situative Ermöglichung“ (Hemmende oder begünstigende äußere Umstände)

Als Voraussetzung für einen erfolgreichen Wandel, z.B. beim Aufbau von Dienstleistungen, sind daher Konzepte einzubeziehen, die alle diese Bedingungsfaktoren menschlichen Verhaltens berücksichtigen. Ein solcher Ansatz findet sich bei Huber (1985), der am Beispiel eines „Durchsetzungsproblems bei Anpassungsprozessen“ sowohl personen-, als auch organisationsbezogene Faktoren beschreibt, welche die Umsetzung von Veränderungsprozessen beeinflussen. Die von Huber als negative Einflussgrößen des Wandels („Durchsetzungsproblem“) angeführten Widerstände und Trägheiten lassen sich den „Bedingungen menschlichen Verhaltens“ nach Rosenstiel zuordnen (siehe Abbildung 1). Diese Gegenüberstellung erlaubt es, fördernde und hemmende Faktoren eines ganzheitlichen Wandels zu identifizieren.



**Abbildung 1:** Ansatzpunkte für einen ganzheitlichen Wandel

Wie Abbildung 1 verdeutlicht, ist die Interdependenz zwischen Individuum und Organisation von der gegenseitigen Einflussnahme verhaltens- und systembezogener Einflussfaktoren geprägt (Spieß & Winterstein 1999). Für die Entwicklung von Kompetenzen zur Erstellung von Dienstleistungen ist es vor diesem Hintergrund sinnvoll, nicht nur die individuelle Ebene zu betrachten, sondern auch die dafür notwendigen organisationalen Kompetenzen zu berücksichtigen. Auf der individuellen Ebene werden unter Kompetenzen die Möglichkeiten einer Person verstanden, sich in komplexen und dynamischen Situationen selbstorganisiert zurechtzufinden (Heyse 2004). Unter den organisationalen Kompetenzen werden die nachhaltigen Selektions- und Verknüpfungsleistungen (z.B. verschiedener individueller Kompetenzen und anderer Ressourcen (Becker 2005)) der Organisation zur Handhabung komplexer Herausforderungen verstanden (Schreyögg & Kliesch 2004).

### 3. Ableitung der Kompetenzen in der Dienstleistungswertekette

Im Rahmen mehrerer Workshops mit Unternehmen wurde der allgemeine Kompetenzbedarf für den Aufbau von Dienstleistungen erarbeitet. Um die Kompetenzen den



Zur Berücksichtigung der Interdependenzproblematik zwischen Person und Organisation ist die Ebene der individuellen und organisationalen Kompetenzen, die in jedem wertschöpfenden und unterstützenden Prozessabschnitt berücksichtigt werden muss, explizit in das Kompetenzentwicklungskonzept zu integrieren. Dies wurde in den Workshops mit den Unternehmen auch so bestätigt.

Ziel der Kompetenzentwicklung im Rahmen dieses Konzeptes ist die Unterstützung der Erfolgsfaktoren „persönlichen Könnens“ auf der individuellen Ebene und der „situativen Ermöglichung“ durch die Organisation bezüglich des Wandels in Richtung produktbegleitender Dienstleistungen. Die Faktoren „individuelles Wollen“ und „soziales Dürfen“ werden mit diesem Konzept nicht direkt unterstützt, können aber durch die Verknüpfungen aller Faktoren (siehe Abbildung 1) untereinander positiv beeinflusst werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Kompetenzentwicklungskonzeptes ist die Berücksichtigung unterschiedlicher Anforderungen in den verschiedenen Phasen der Erstellung von Dienstleistungen. Dies erlaubt eine (phasen)spezifische Ermittlung der Kompetenzen und des entsprechenden Entwicklungsbedarfs innerhalb des Unternehmens.

## 5. Literatur

1. Becker, M. 2005, Personalentwicklung, 4. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
2. Burmann, C., Freiling, J. & Hülsmann, M. 2006, Neue Perspektiven des Strategischen Kompetenz-Managements. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
3. Frings, E. 2003, Zukunftsfähiges Wirtschaften: Ein Leitfaden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen. Stuttgart: Ministerium für Umwelt und Verkehr.
4. Heyse, V. & Erpenbeck, J. 2004, Kompetenztraining. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, XIII.
5. Huber, R. 1985, Überwindung der strategischen Diskrepanz und Operationalisierung der entwickelten Strategie, Dissertation. St. Gallen: Hochschule St. Gallen.
6. Kieser, A. 1985, Die innovative Unternehmung als Voraussetzung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, *Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 33, 354-358.
7. Meffert, H. & Bruhn, M. 2006, Dienstleistungsmarketing. Grundlagen, Konzepte, Methoden, 5. Auflage. Wiesbaden: Gabler.
8. Münch, J. & Arnold, R. (Hrsg.) 2007, Berufsbildung und Personalentwicklung. Rückblicke, Einblicke, Ausblicke, Grundlagen der Berufs- und Erwachsenenbildung, Band 50. Baltmannsweiler: Schneider.
9. Musold, E. 2008, Ordnungsschemas für Kompetenzen in einem Unternehmen am Beispiel der Dienstleistungserbringung, Veröffentlichung in Vorbereitung.
10. Porter, M.E. 2000, Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten, 6. Auflage. Frankfurt am Main: Campus.
11. Rosenstiel, L.v. 2003, Grundlagen der Organisationspsychologie. 5. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
12. Schreyögg, G. & Kliesch, M. 2004, Was heißt eigentlich Organisationale Kompetenz? Bestandsaufnahme und weiterführende Überlegungen. In: H. Wildmann (Hrsg.), Personal und Organisation. München: TCW Transfer Centrum, 105-127.
13. Spieß, E. & Winterstein, H. 1999, Verhalten in Organisationen: Eine Einführung. Stuttgart: Kohlhammer.
14. Wildemann, H. & Weissenberger-Eibl, M.A. 2003, Entwicklung von Serviceprodukten durch Wissensmanagement – Ergebnisse einer Delphi-Studie. In: H. Wildemann (Hrsg.), Moderne Produktionskonzepte für Güter- und Dienstleistungsproduktionen. München: TCW Transfer Centrum, 83-110.
15. Zeithaml, V.A., Parasuraman, A. & Berry, L.L. 1992, Qualitätsservice. Frankfurt: Campus.

## Neue Ansätze der akademischen Weiterbildung in KMU

Stefan BRÄMER, Yvonne PAARMANN, Sören HIRSCH und Ernst A. HARTMANN

*InnoProfile Projekt „TEPROSA“ und InnoProfile Projekt „INKA“*

*Institut für Mikro- und Sensorsysteme (IMOS),*

*Lehrstuhl Mikrosystemtechnik*

*Institut für Elektronik, Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik (IESK),*

*Lehrstuhl Medizinische Telematik und Medizintechnik*

*Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb (IAF),*

*Lehrstuhl Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung*

*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,*

*Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Der allgegenwärtige Fach- und Führungskräftemangel trifft insbesondere die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Im Gegensatz zu manchem Großunternehmen können sie sich häufig allein aufgrund finanzieller und personeller Engpässe weder eine Personalentwicklungsabteilung noch teure Rekrutierungskampagnen leisten. Einen möglichen Lösungsansatz kennzeichnet dabei die verstärkte Nutzung von akademischen Weiterbildungsangeboten. Der Beitrag greift diesen Ansatz auf und stellt erste Ergebnisse aus der Bedarfs- und Potentialerkennung in KMU in den Mittelpunkt.

**Schlüsselwörter:** Weiterbildung, Personalentwicklung, Mikrosystemtechnik, Duales Studium.

### 1. Einleitung

Die Mikrosystemtechnik ist eine Schlüsseltechnologie, mit deren Hilfe die Leistungsfähigkeit und die Zuverlässigkeit zahlreicher herkömmlicher Systeme erheblich gesteigert werden kann. Sie ermöglicht neue Applikationen mit mehr Funktionalität und trägt zu einer höheren Zuverlässigkeit und kostengünstigeren Herstellung bestehender Anwendungen bei. Von dieser Innovationskraft profitieren vor allem die Branchen Automobil-, Bio-, Mess-, Analyse-, Kommunikations-, Verfahrens- und Medizintechnik. Besonders in diesen Hochtechnologiebereichen stellt der viel diskutierte steigende Bedarf an Fach- und Führungskräften in Verbindung mit dem aktuellen Mangel an qualifizierten Arbeitskräften insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) vor neue Herausforderungen in ihrer Personalpolitik. Im Kampf um das beste Personal sind sie häufig allein schon aufgrund ihrer geringeren finanziellen Möglichkeiten im Nachteil gegenüber den Großunternehmen. Darum sind KMU gezwungen ihren Bedarf zu einem großen Anteil aus dem eigenen Personalbestand zu decken. Das dies nicht ohne maßgeschneiderte Weiterbildungsangebote möglich ist, liegt auf der Hand („Bereits bei der Konzeption des Förderschwerpunktes Mikrosystemtechnik Ende der 1980er Jahre wurde auf die Notwendigkeit der gesonderten Förderung entsprechender Qualifizierung bzw. Aus- und Weiterbildung hingewiesen.“, BMFT 1990, S. 38). Die Mehrheit der KMU können sich weder eine Personalentwicklungs- und -qualifizierungsabteilung noch teure Qualifizierungsangebote oder kostenspielige Rekrutierungskampagnen leisten. Sie sind aufgrund finanzieller und personeller Engpässe nicht in der Lage, z.B. strategische Personalentwicklungsmaßnahmen durchzuführen oder durch monetäre Anreize Fach- und Führungskräfte

zu binden. Dies mündet darin, dass kleine und mittlere Unternehmen ihren Fach- und Führungskräftebedarf nicht allein kompensieren können.

Einen möglichen Lösungsansatz bildet die Individualisierung und Verstärkung der akademischen Weiterbildungsangebote an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Dies bedeutet, dass potentielle Weiterbildungsangebote einer breiteren Zielgruppe, welche Personen ohne klassische Hochschulzugangsberechtigung mit einschließt, geöffnet und mit den möglichen Formen und Ansprüchen einer akademischen Weiterbildung in Einklang gebracht werden müssen. Hierzu zählt vor allem, dass diese KMU-spezifischen Ansätze und Angebote durch ein hohes Maß an Individualität, Flexibilität und Durchlässigkeit gekennzeichnet sein müssen (VDI/VDE Innovation + Technik GmbH 2005; IDW 2005). Sie sollten individuell an spezifische, betriebliche und zeitlich variable Bedarfe adaptiert werden können. Gleichzeitig sollten die Bildungskonzepte die Möglichkeit des Wechsels zwischen Bildungssektoren (z.B. zwischen beruflicher und akademischer Bildung), d.h. die Anrechnung einzelner Zertifikate/Lernergebnisse auf berufliche/akademische Abschlüsse, berücksichtigen (Hartmann & Stamm-Riemer 2006). Vor dem demographischen Wandel spielen eine Orientierung am Konzept des lebenslangen Lernens sowie die Betrachtung der gesamten Bildungskette, vom (vor-) schulischen bis zum Weiterbildungs- und Erwachsenenbildungsbereich eine entscheidende Rolle („Eine zentrale [...] Forderung ist die bessere Verzahnung von Aus- und Weiterbildung in Unternehmen, um so die Durchlässigkeit im Bildungssystem im Sinne des lebenslangen Lernens zu fördern.“, BIBB 2008, S. 3).

## 2. Methode

Im Fokus liegt die Durchführung von Strategiegesprächen in Verbindung mit der Bedarfs- und Potentialerkennung (Status-Quo-Analyse) in den Kooperationsunternehmen der InnoProfile-Projekte TEPROSA und INKA. Die Status-Quo-Analyse ist Voraussetzung zur Ableitung möglicher Qualifizierungs- und Personalentwicklungsmaßnahmen anhand eines individualisierbaren, den betrieblichen Bedarfen angepassten Vorgehensmodells für den einzelnen Mitarbeiter. Die Analysemethode umfasst einen KMU-angepassten teilstrukturierten Interviewleitfaden, der in den Strategiegesprächen mit den Unternehmensleitungen und Personalverantwortlichen angewendet wird und der Erfassung der erforderlichen Daten zur Qualifizierungs- und Weiterbildungssituation in den Unternehmen dient.

Der erste Schritt der Status-Quo-Analyse konzentrierte sich vor allem auf die Qualifikations-, Bedarfs- und Potentialerkennung bei Mitarbeitern, die sich mehr als 50% ihrer täglichen Arbeitszeit mit FuE-Aufgaben im Unternehmen beschäftigen und somit die Innovationspotentiale des Unternehmens bündeln. Die Qualifikationsstruktur der Mitarbeiter wurde in die Kategorien Hochschulabschluss, Meister/Techniker und Facharbeiter differenziert (Auszubildende und un- bzw. angelernte Mitarbeiter wurden nicht in die Auswertung einbezogen). Im Folgenden werden erste Ergebnisse der Status-Quo-Analyse vorgestellt.

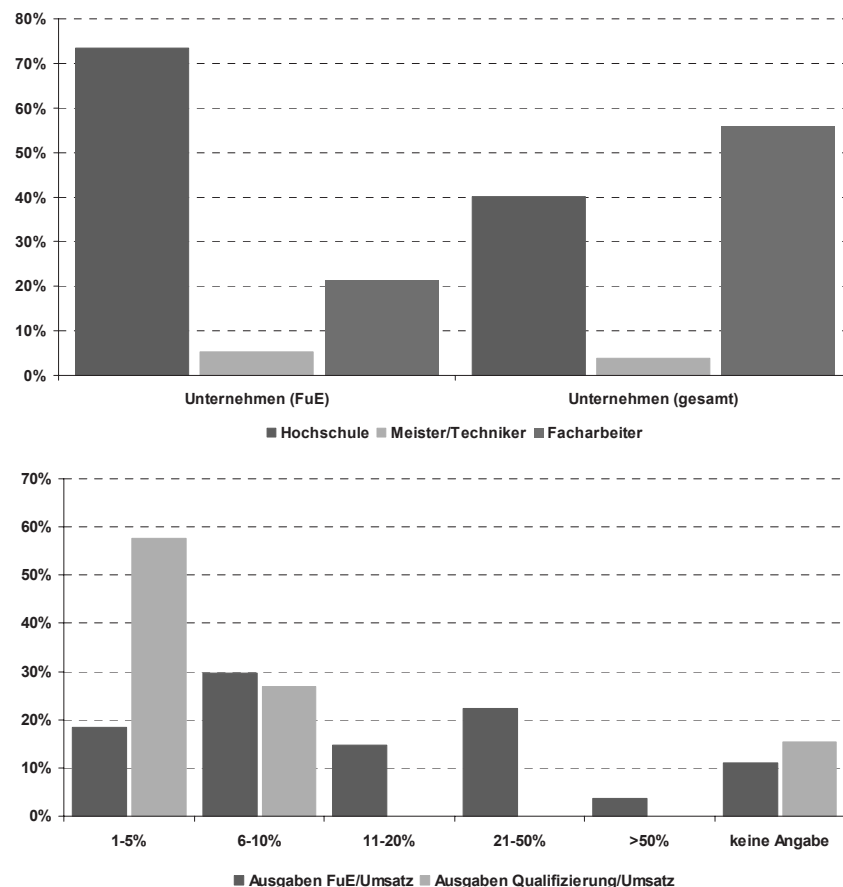
## 3. Ergebnisse

Das TEPROSA/INKA-Kooperationsnetzwerk setzt sich aus 27 Unternehmen mit etwa 1700 Beschäftigten und einem jährlichen Umsatz von ca. 192 Millionen Euro

(2007) zusammen. Das Hauptaugenmerk der Auswertung lag einerseits auf der Zusammensetzung zur Qualifikationsstruktur der Mitarbeiter im gesamten Unternehmen und andererseits auf den durchschnittlichen Ausgaben für FuE- und Weiterbildungsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Unternehmensumsatz. Die Daten geben erste Rückschlüsse auf Weiterbildungspotentiale im Kooperationsnetzwerk sowie auf finanzielle Ressourcen für Weiterbildungsmaßnahmen in den KMU.

### 3.1 Qualifikationsstruktur der Mitarbeiter

Die durchschnittliche Mitarbeiteranzahl in den betrachteten Unternehmen betrug 2007 63 Mitarbeiter. Von diesen 63 Mitarbeitern waren durchschnittlich neun Mitarbeiter je Unternehmen mit mehr als 50% ihrer Arbeitszeit mit Aufgaben im Bereich Forschung und Entwicklung beschäftigt. Betrachtet man die gesamte Qualifikationsstruktur der befragten KMU, so setzt sich die Mitarbeiteranzahl zum größten Teil (56%) aus Facharbeitern zusammen, 40% besitzen einen Hochschulabschluss und ca. 4% eine Meister-/Technikerausbildung (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Qualifikationsstruktur im FuE-Bereich und im gesamten Unternehmen (oben) und Anteil vom Unternehmensumsatz, der in den letzten fünf Jahren durchschnittlich für FuE- bzw. Weiterbildungsmaßnahmen aufgewendet wurde (unten)

Die meisten Mitarbeiter innerhalb des FuE-Bereichs der Unternehmen weisen als höchste Qualifikation einen Hochschulabschluss (ca. 74%) auf. Etwa 21% besitzen einen Facharbeiterbrief und ca. 5% sind Meister/Techniker (vgl. Abbildung 1). Auffallend ist, dass die Quote der Meister und Techniker sowohl innerhalb des gesamten Unternehmens (ca. 4%) als auch im FuE-Bereich (ca. 5%) im Vergleich zu den



Hochschulabsolventen und Facharbeitern unterrepräsentiert ist (vgl. Abbildung 1). Fast alle KMU gaben an, dass sie in den nächsten Jahren mehr Hochschulabsolventen, mehr Meister/Techniker sowie mehr Facharbeiter benötigen.

### *3.2 Ausgaben für Forschung und Entwicklung sowie Weiterbildungsmaßnahmen*

Knapp 30% der Unternehmen wendete „6-10%“ des jährlichen Umsatzes in den letzten fünf Jahren durchschnittlich für Forschung und Entwicklung auf (vgl. Abbildung 1). Im Vergleich dazu gaben ca. 58% der Unternehmen an, dass sie „1-5%“ ihres jährlichen Umsatzes in den letzten fünf Jahren durchschnittlich für Qualifizierungsmaßnahmen ausgegeben haben. Etwa 27% sagten, dass sie „6-10%“ ihres jährlichen Umsatzes im gleichen Zeitraum investiert haben (vgl. Abbildung 1).

Bei einem durchschnittlichen Umsatz von etwa sieben Millionen EURO pro Unternehmen und Jahr ergibt sich, dass fast 60% der Unternehmen 70.000-350.000 Euro und etwa 30% 420.000-700.000 Euro in den letzten fünf Jahren durchschnittlich für Weiterbildungsmaßnahmen aufgewendet haben. Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem die umsatzstärkeren Unternehmen bereit sind, einen deutlich höheren prozentualen Anteil des Umsatzes für Weiterbildungsmaßnahmen zu investieren als die umsatzschwächeren Unternehmen.

### *3.3 Ausblick*

In den Strategiegesprächen sprachen sich nahezu alle Geschäftsführer sowie die Personalverantwortlichen der einzelnen Unternehmen für eine Verstärkung der akademischen Weiterbildungsangebote an den Universitäten und Hochschulen in Sachsen-Anhalt aus. Die Chancen eines Dualen oder berufsbegleitenden Bachelor- bzw. eines berufsbegleitenden Masterstudienganges werden aus Unternehmenssicht sehr positiv eingeschätzt, wenngleich sich die Unternehmen mehr Mitspracherecht bei der Ausgestaltung der einzelnen Studiengänge wünschen. Dies betrifft beispielsweise eine flexiblere Auswahl des IHK-Ausbildungsberufs im Dualen Studiengang, was vielfältigere Kombinationsmöglichkeiten bedeutet.

Wissenschaftliche Aus- und Weiterbildung an Universitäten und Hochschulen bedeutet, dass die Qualifizierungsangebote einen expliziten Forschungsanteil aufweisen müssen. Durch dieses Alleinstellungsmerkmal können sich die akademischen Weiterbildungsangebote der Universitäten und Hochschulen von den Angeboten der traditionellen Weiterbildungslandschaft abheben. Hierbei können Personalaustausch, die Zusammenarbeit in spezifischen (Forschungs-) Projekten sowie das Lernen im Prozess der Arbeit eine entscheidende Rolle im Lern- und Vermittlungsprozess spielen. Der viel diskutierte Technologie- und Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft funktioniert auf Dauer nur über Personen und „Köpfe“. In einem ersten Schritt sollen aus den Ergebnissen der Status-Quo-Analyse kurzzyklische Angebote akademischer Weiterbildung für Berufstätige eingerichtet werden. Diese Angebote sollen einzeln zertifizierbar und auf die späteren Bachelor- oder Masterstudiengänge anrechenbar sein. Am Ende des Prozesses soll ein Aus- und Weiterbildungsangebot im Bereich der Mikrosystemtechnik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg bei gleichzeitiger vollständiger Durchlässigkeit zum Bachelor und Master etabliert werden.

#### 4. Literatur

1. BIBB-Bundesinstitut für Berufsbildung 2008, Betriebliche Weiterbildung in Deutschland: Erste ausgewählte Ergebnisse der CVTS3-Zusatzerhebung. Bonn: BIBB. Verfügbar unter: [http://www.bibb.de/dokumente/pdf/CVTS3\\_\\_30\\_09\\_2008\\_.pdf](http://www.bibb.de/dokumente/pdf/CVTS3__30_09_2008_.pdf).
2. BMFT-Bundesministerium für Forschung und Technologie (Hrsg.) 1990, Mikrosystemtechnik. Förderungsschwerpunkt im Rahmen des Zukunftskonzeptes Mikrosystemtechnik. Bonn: BMFT.
3. Hartmann, E. A. & Stamm-Riemer, I. 2006, Die BMBF-Initiative „Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge“ – Ein Beitrag zur Durchlässigkeit des deutschen Bildungssystems und zum Lebenslangen Lernen, Hochschule und Weiterbildung 1/2006, 52-60.
4. Institut der deutschen Wirtschaft 2005, Verknüpfung von Berufsbildung und Studium. Ausbildungsmodelle und Personalentwicklungskonzepte hessischer Unternehmen, Projektbericht. Köln: IDW.
5. VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (Hrsg.) 2005, Fachkräfte in der Mikrosystemtechnik. Investitionen mit Perspektive. Teltow: VDI/VDE-IT.

„TEPROSA – Technologieplattform für die Produktminiaturisierung in Sachsen-Anhalt“ (10/2006-09/2011) und „INKA – Intelligente Katheter“ (06/2008-05/2013) sind durch das BMBF geförderte Projekte an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im Rahmen der InnoProfile-Initiativen („UnternehmenRegion“).



# Ein Lernberaterkonzept für die arbeitsnahe Weiterbildung

Peter RÖBEN und Gerald DRESSEL

*Fakultät III, Pädagogische Hochschule Heidelberg,  
Im Neuenheimer Feld 561, D-69120 Heidelberg*

**Kurzfassung:** Wenn Unternehmen im globalen Qualitätswettbewerb bestehen wollen, ist es nicht mehr ausreichend auf traditionelle Formen der Weiterbildung, z.B. in Form von Seminaren, zu setzen. Insbesondere lernungsgewohnte Mitarbeiter aus der Produktion, die häufig auch Schwierigkeiten mit der deutschen Sprache haben, sind damit kaum zu erreichen. Im Projekt „Weiterbildung im Prozess der Arbeit in der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg“ (WAP) wurde ein neues Konzept der arbeitsnahen Form der Weiterbildung entwickelt, erprobt und etabliert, welches sich insbesondere an die Zielgruppe der An- und Ungelernten wendet. In diesem Konzept spielt der Lernberater eine entscheidende Rolle, die im Folgenden dargestellt wird.

**Schlüsselwörter:** Lernberater, arbeitsnahe Weiterbildung, arbeitsorientiertes Lernen, Lernen im Prozess der Arbeit.

## 1. Einleitung

Viele Unternehmen entwickeln Strukturen eines lernenden Unternehmens, ohne dass dies explizit als Ziel der Unternehmensleitung formuliert würde. Kennzeichen einer solchen Entwicklung ist, dass lernförderliche Strukturen in der Organisation etabliert und Anforderungen an die Lernbereitschaft der Mitarbeiter erhöht werden. In empirischen Untersuchungen (Fischer & Röben 2004; Bauer et al. 2007a, b), wurde herausgefunden, dass die betriebliche Weiterbildung dieser Entwicklung oftmals hinterher hinkt. Die Anforderungen an die Mitarbeiter in Bezug auf ihr Lernen und ihre Kompetenzentwicklung steigen, aber der Ausbau der betrieblichen Lerninfrastruktur und des Lernklimas hält damit nicht unbedingt Schritt. Diese Aussagen treffen insbesondere für den Bereich der an- und ungelernten Werker zu.

Im Projekt WAP ([www.wap.agenturq.de](http://www.wap.agenturq.de)) wurde für diese Zielgruppe eine neue Form der betrieblichen Weiterbildung entwickelt, erprobt und inzwischen in mehr als 10 Unternehmen fest etabliert (Bauer & Koring 2008). Das ganze Konzept wird in vier Phasen realisiert:

Weiterbildungsbedarfsanalyse vor dem Hintergrund des Konzepts des lernenden Unternehmens. Hieraus resultieren Weiterbildungsprofile, wie z.B. Fachkraft für Umschmelztechnik, Qualitätsfachkraft, Fertigungsfachkraft für unterschiedliche Bereiche wie z.B. Rohrheizkörper, Galvanik/Lackierung, Drehen/Fräsen.

Expertenworkshops mit Mitarbeitern, die ein solches oben ausgewähltes Profil innehaben und dies im Workshop in 10 bis 16 charakteristischen Arbeitsaufgaben ausdifferenzieren. Auf diese Weise wird das Weiterbildungsprofil auf partizipative Weise im Unternehmen entwickelt, was für die Akzeptanz im weiteren Fortgang eine wichtige Rolle spielt. Im Projekt sind bisher über 20 solcher Profile entwickelt worden.

Entwicklung von so genannten Arbeits- und Lernprojekten (ALP). Mehrere dieser ALP werden aus einer Arbeitsaufgabe entwickelt und bereiten den Lernweg vor. Davon wurden bisher mehr als 200 entwickelt.

Durchführung des Weiterbildungsprogramms: Zusammen mit Vorgesetztem und Lernberater wird für jeden Lerner ein Lernweg zu einem der Profile festgelegt. Der Lernweg ist abhängig vom bereits vorhandenen Kompetenzniveau in Bezug auf das angestrebte Profil.

Diese vier Phasen bilden den Hintergrund, vor dem die im Folgenden dargestellten Aktivitäten des Lernberaters gesehen werden müssen, denn unser Konzept für die Lernberatung unterscheidet sich hier deutlich von dem anderer Bereiche, z.B. der Erwachsenenbildung.

## 2. Methode

Das methodische Konzept der WAP-Lernberatung entstand zunächst in Auseinandersetzung mit der vorhandenen Literatur zur Lernberatung (Dietrich 2001; Kemper & Klein 1998; Loroff 2006, Klein & Reuter 2005) und wurde dann aber vor dem Hintergrund des spezifischen Konzepts für das Lernen im Prozess der Arbeit im Projekt weitgehend modifiziert. Folgende Kernaufgaben des Lernberaters lassen sich beim jetzigen Entwicklungsstand festhalten:

Lernberater erstellen eine individuelle Zielvereinbarung für die spezifischen Weiterbildungsziele zusammen mit dem Lerner.

Sie betreuen und steuern den Lernprozess der Lerner auf Basis dieser Zielvereinbarung.

Sie sind Ansprechpartner für alle (lernbezogenen) Probleme.

Sie reflektieren und evaluieren den Kompetenzerwerb durch Evaluationsgespräche (Nachbereitung der Lernprozesse).

Sie leiten die Dokumentation des Lerners an und

erstellen eine eigene Dokumentation über den Verlauf der Weiterbildung, die sie z.B. nutzen um ein Feedback über die Lernprozesse und -ergebnisse für das Unternehmen zu erstellen.

Neben den Lernberatern wurden in den Unternehmen auch Fachberater gewonnen, die den Lernprozess des Lernenden fachlich unterstützen sollen. Fühlt sich ein Lerner durch eine Aufgabenstellung inhaltlich überfordert, weil z. B. sein Vorwissen bzw. seine Erfahrung zu gering ist, hilft in diesem Fall das Gespräch mit einer Person, die das Fachgebiet überblickt und erkennen kann, welche Wissenslücken das Problem verursachen und Hilfestellung zur Schließung dieser Wissenslücken geben kann. Hierbei gilt ebenfalls die Maxime: „Gerade soviel Hilfe geben, dass der Lerner wieder selber weiter kommt.“

Insgesamt wurden bisher mehr als 60 Lernberater an der PH Heidelberg ausgebildet. Die Praxis der Lernberater wird von uns begleitet und evaluiert. Zu diesem Zweck wurde ein Fragebogen zur Evaluation der gesamten Weiterbildung (vgl. Bauer et al. 2007b, S. 92 und Anhang) um fünf Items zur Bewertung der Lernberatung ergänzt. Die Weiterbildungsteilnehmer konnten auf einer vierstufigen Skala von Doppelplus (positive Bewertung) bis Doppelminus (negative Bewertung) die verschiedenen Aspekte der Lernberatung nach eigener Erfahrung bewerten. Zusätzlich wurden die Lernberater selbst in Interviews zu ihrer Tätigkeit befragt.

## 3. Ergebnisse

Die Lerner gaben in der Befragung an, dass die Lernberatung „sehr hilfreich“ (65%) oder „hilfreich“ (35%) gewesen sei bei der Bearbeitung der ALP. Kein einziger

Teilnehmer empfand die Lernberatung als „weniger hilfreich“ oder „nicht hilfreich“. Ein ebenso positives Bild zeichnet das Item „Die Lernberatung hat mir sehr geholfen“, dem alle befragten Personen zustimmen (42% zutreffend; 58% eher zutreffend). Zwei Statements zielten auf Lernberater als handelnde Person: Die erste Aussage „Der Lernberater hat sich ausreichend Zeit für die Gespräche genommen“ wird von 53% der Befragten als zutreffend bewertet und von 42% als eher zutreffend. Die zweite Aussage „Für die Lernberatung wurde eine geeignete Person ausgewählt“ erzielt eine klare Zustimmung: 65% beurteilen dieses Statement als zutreffend und 30% Statement als eher zutreffend. Ebenfalls klar zustimmend wurden die Statements „Die Lernberatung im Projekt WAP fand ich insgesamt hilfreich...“ und „Die Lernberatung hat mir sehr geholfen“ bewertet. Im ersten Fall wird die Lernberatung von 35% der befragten Teilnehmer als sehr hilfreich und von 65% als hilfreich angesehen. Kein einziger empfand die Lernberatung auch nur als weniger hilfreich. Ebenso wird die zweite Aussage positiv bewertet: 42% kreuzten hier zutreffend an und 58% eher zutreffend.

Die Zeit, die sich der Lernberater für die Lernberatung genommen hat, wird von 53% als ausreichend empfunden und von 42% wird dieses Statement als eher zutreffend beurteilt. Damit zeigt die Sicht der Teilnehmer ein besseres Bild als es in den Interviews der Lernberater aufschien.

Eine einzige leichte Trübung in diesem ansonsten sehr positiven Bild ergibt das Ergebnis der Bewertung des Statements „Die Termine für die Lernberatung lagen genau richtig“. Zwar gibt es auch hier wieder eine mehrheitliche Zustimmung, aber auch eine deutliche Ablehnung von 21%, die dieses Statement als eher nicht zutreffend ansehen. Diesem Punkt wird in der weiteren Praxis der Lernberatung vermehrte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

„Wenn Sie keinen Lernberater haben, dann läuft das nicht“(WMP138). Treffender kann man die Erfahrungen der Lernberater nicht auf den Punkt bringen. Haben wir uns auch in der Bedeutung von Lernschwierigkeiten getäuscht, die Bedeutung des Lernberaters für den Erfolg unseres Konzepts vom arbeitsnahen Lernen, kann kaum überschätzt werden.

In unseren Augen ist die Nähe des Lernberaters zur Arbeitswelt und zu den Lernerfahrungen des Lernenden von hoher Bedeutung, die auch bei der Gestaltung von ALP zum Tragen kommt. Dadurch, dass Erfahrungen über die Passung zwischen den Anforderungen der ALP und dem Kompetenzstand der Lernenden gemacht werden, die für die Weiterentwicklung der ALP genutzt werden können und dadurch, dass die Resultate der Bearbeitung der ALP im Unternehmen kommuniziert und verbreitet werden, nimmt der Lernberater eine entscheidende Rolle nicht nur in Bezug auf die Lerner ein, sondern auch in Bezug auf das organisationale Lernen des Unternehmens.

Im jetzigen Stadium ist die neue Form der arbeitsnahen Weiterbildung neben der Unterstützung der Vorgesetzten auch vom Engagement der Lernberater abhängig, d. h. von ihrem persönlichen Einsatz hängt es ab, ob sich diese Form der Weiterbildung weiter verstetigt.

Damit die Abhängigkeit überwunden wird, ist eine Weiterentwicklung und Verstetigung des Profils Lernberater notwendig:

„Der Lernberater muss frühzeitig mit dabei sein. Der muss [...] bei der ALP Erstellung dabei sein. Im Prinzip muss ihm gezeigt werden, dass der Lernberater eigentlich das Herzstück ist vom ganzen Projekt, dass er auch ne Motivation hat, sag ich mal. Und dass natürlich auch frühzeitig Schulungen stattfinden und auch der Erfahrungsaustausch ist unbedingt wichtig. Weil, Sie wissen einfach nicht, wo wollen Sie hin?



Im Prinzip ist es mir am Anfang so gegangen: was wollen die von mir? Also, da hat's geheißen bei uns <ja, du bist jetzt Lernberater> fertig, okay. [...] Und dann haben wir die Schulung gemacht und festgestellt und gewusst, was wir machen müssen.“(WMP152)

Fast jeder Lernberater hat darauf hingewiesen, dass eine wichtige Funktion der Seminare für ihn, auch der Austausch mit anderen Lernberatern war. Durch diese Seminare wird nicht nur ein Erfahrungsaustausch, z.B. in Hinblick auf die ALP, betrieben, sondern die Lernberater entwickeln ein Verständnis von ihrer Rolle in der Weiterbildung. Gerade dadurch, dass die engagierten Lernberater interessantes Material aus ihrer Praxis mitbringen, ergibt sich ein Anreiz für die weniger Engagierten, sich mit dem Profil und den Möglichkeiten des Lernberaters auseinanderzusetzen.

Das Profil des Lernberaters kann durch die Seminare und den Austausch mit anderen Lernberatern jedoch immer nur so weit entwickelt werden, wie die Organisation und vor allem die Vorgesetzten dies zulassen und fördern. Die Etablierung einer in der Organisation akzeptierten Rolle des Lernberaters, ist daher ein maßgeblicher Meilenstein auf dem Weg zu einer entwickelten, arbeitsorientierten Weiterbildung in einem lernenden Unternehmen. Aus der Perspektive der Teilnehmer an der Weiterbildung kann die Etablierung des Lernberaters als gelungen angesehen werden. Die überwiegend positiven Bewertungen und das nahezu vollständige Fehlen negativer Bewertungen im Fragebogen, lassen erkennen, dass der Lernberater das Lernen der Teilnehmer nicht nur durch organisatorische Maßnahmen ermöglicht, sondern darüber hinaus positiv beeinflusst hat.

#### 4. Literatur

1. Bauer, W. & Koring, C. 2008, Arbeitsorientierte Weiterbildung für an- und ungelernte Beschäftigte, BWP 2/2008, 21-25. Verfügbar unter: <http://www.wap.agenturq.de/news/meldung.html?id=198>.
2. Bauer, W., Koring, C., Röben, P. & Schnitger, M. 2007a, Weiterbildungsbedarfsanalyse. Ergebnisse aus dem Projekt "Weiterbildung im Prozess der Arbeit", ITB-Forschungsberichte 27/2007. Bremen: Institut für Technik und Bildung. Verfügbar unter: [http://www.itb.uni-bremen.de/downloads/Publikationen/Forschungsberichte/FB\\_27.pdf](http://www.itb.uni-bremen.de/downloads/Publikationen/Forschungsberichte/FB_27.pdf).
3. Bauer, W., Koring, C., Röben, P. & Schnitger, M. 2007b, Abschlußbericht Projekt Weiterbildung im Prozess der Arbeit in der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg. Bremen: Institut für Technik und Bildung. Verfügbar unter: <http://www.wap.agenturq.de/news/meldung.html?id=144>.
4. Dietrich, S. 2001, Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildungspraxis. Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projekt SeGeL. Bielefeld: Bertelsmann.
5. Klein, R. & Reuter, G. 2005, Lernberatungskonzeption. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
6. Loroff, C., Manski, K. & Mattauch, W. (Hrsg.) 2006, Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung. Lernprozesse gestalten - Kompetenzen entwickeln. Bielefeld: Bertelsmann.
7. Fischer, M. & Röben, P. 2004, Organisational Learning and Vocational Education. An empirical Investigation in the European Chemical Industry, ITB-Arbeitspapiere Nr. 47. Bremen: Institut für Technik und Bildung. Verfügbar unter: <http://www.itb.uni-bremen.de/downloads/Forschung/OL.PDF>.

# Integration von Sicherheit und Gesundheitsschutz in geschäfts- und arbeitsprozessorientierten Qualifizierungsmaßnahmen

Peter KRAUSS-HOFFMANN<sup>1</sup>, Wieland WETTBERG<sup>1</sup>, Klaus PICKERT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

<sup>2</sup> *Europäisches Institut für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (EISG),  
Am Schichtmeister 31, D-58453 Witten*

**Kurzfassung:** Im Projekt wurde ein Ansatz zur Integration von Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz unter besonderer Berücksichtigung der Produktsicherheit als multimediales Konzept für Metall- und Elektroberufe entwickelt. Dieses basiert auf dem berufspädagogischen Konzept der dialogischen Medienentwicklung (DiaMedia). Die Grundidee lautet, dass Auszubildende gewerblich-technischer Berufe praxisrelevante Problemlösungen für proaktives Handeln zur Förderung von Sicherheit und Gesundheit entwickeln, diese medial aufbereiten und im Betrieb verbreiten.

**Schlüsselwörter:** Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Auszubildende, DiaMedia.

## 1. Einleitung

Seit der Etablierung des modernen Arbeitsschutzverständnisses, das neben dem Schutzaspekt vor Unfällen und arbeitsbedingten Erkrankungen um das Ziel der Förderung der Gesundheit bei der Arbeit erweitert worden ist sowie der Neuordnung der Ordnungsmittel der Berufsausbildung (Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrpläne), welche die Integration von Sicherheit und Gesundheit in die Berufsbildung vorsieht, empfiehlt es sich, beide Bereiche besser miteinander zu verknüpfen und Schnittmengen zu erkunden, um Synergien herausstellen und nutzen zu können. Gemeinsam ist beiden Bereichen das Gewährleisten von sicheren Umgebungsbedingungen oder die Vermittlung von Sicherheit- (Produktsicherheit) und Gesundheitsschutz in Geschäfts- und Arbeitsprozessen als lebenslange Aufgabe, die von verschiedenen Einrichtungen und Institutionen in verschiedenen Lebensphasen und Lebensbereichen begleitet wird und darauf abzielt, vom Wissen zum Handeln zu gelangen. Nachfolgend werden die Ergebnisse zweier Forschungsprojekte vorgestellt, die konzeptionelle Grundlagen bereitstellen und exemplarisch im Bereich der Metall- und Elektroberufe mit Bezug zur Produktsicherheit erprobt wurden.

## 2. Leitbild

Als Zielvorgabe für zukünftige gemeinsame Entwicklungen der Bereiche Sicherheit und Gesundheit unter dem Aspekt des Lebenslangen Lernens dient ein Leitbild, das auf der Basis eines zeitgemäßen Präventions- und Gesundheitsverständnisses in einem von der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) geförderten Projekt entwickelt wurde (Hamacher & Wittmann 2005). Folgende sieben Kernelemente – als Bestim-

mungsstücke des Leitbildes (vgl. Abbildung 1) – werden nachfolgend kurz skizziert.



**Abbildung 1:** Kernelemente des Leitbildes „Lebenslanges Lernen im Bereich Sicherheit und Gesundheit“ (Quelle: Hamacher & Wittmann 2005, S. 27)

- **Eigenverantwortliches Handeln**  
Lebenslanges Lernen ist darauf gerichtet, dass sich eigenverantwortliches Handeln für die eigene Sicherheit und Gesundheit und die Anderer entwickelt. Jede Person wird als Trägerin eigener Gesundheitskompetenzen betrachtet. Dazu ist es notwendig, die Kritikfähigkeit und Selbstbestimmung des Individuums im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit zu gewährleisten.
- **Umgang mit Gesundheitsfaktoren**  
Lebenslanges Lernen zu Sicherheit und Gesundheit ist auf die Entwicklung eines umfassenden körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens gerichtet. Lebenslanges Lernen gewährleistet, dass gesundheitsförderliche Ressourcen entwickelt und fortwährend zum Erhalt der eigenen Gesundheit genutzt werden.
- **Umfassendes Präventionsverständnis**  
Sicherheits- und Gesundheitsprävention ist weder ein rein individueller noch ein rein gesellschaftlicher Auftrag. Vielmehr werden bei einer präventiven Gestaltung beide Aspekte berücksichtigt. Lebenslanges Lernen zu Sicherheit und Gesundheit ist auf die Entwicklung eines umfassenden Präventionsverständnisses als Handlungskonzept gerichtet.
- **Orientierung auf Leistungsvoraussetzungen und Leistungswandel**  
Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen müssen auf individuelle Leistungsvoraussetzungen wie Alter oder Konstitution angepasst sein. Das schließt die Berücksichtigung des Leistungswandels innerhalb einer Lebensspanne mit ein und leistet Beiträge zur Gestaltung der Lebens- und Arbeitsbedingungen.
- **Umgang mit Risiken**  
Ein Leben ohne Risiken ist nicht möglich. Wichtig ist es, Risiken zu erkennen und zu bewerten, um angemessen reagieren zu können. Lebenslanges Lernen zu Sicherheit und Gesundheit befähigt zum Umgang mit Risiken.

- **Integratives Verständnis**  
Lebenslanges Lernen fördert das Verständnis, dass Sicherheit und Gesundheit integraler Teil des Handelns im Alltag, in Freizeit und Beruf sind. So werden individuelle und organisationale Ziele erreicht.
- **Proaktive Funktion**  
Lebenslanges Lernen zu Sicherheit und Gesundheit hat eine proaktive Funktion. Handlungskompetenz auf dem Gebiet von Sicherheit und Gesundheit ist Grundlage für Beschäftigungsfähigkeit, Innovationsfähigkeit und -verhalten und leistet Beiträge zu den Ergebnissen der Organisationen bzw. der Leistungserstellung (Hamacher & Wittmann 2005, S. 27-31).

In dem Leitbild werden bereits Kompetenzen wie eigenverantwortliches Handeln oder Umgang mit Risiken angesprochen. Um das ganze Spektrum von Kompetenzen zu erfassen, die für ein lebenslanges Lernen zur Integration von Sicherheit- und Gesundheitsschutz in die berufliche Bildung grundlegend sind, wurde das berufspädagogische Konzept der Dialogischen Medienentwicklung (DiaMedia) als Integrationsansatz für die Entwicklung von Handlungskompetenzen entwickelt. Dieser Ansatz beruht auf drei allgemeinen pädagogischen Leitlinien für die Gestaltung von Lernarrangements und zwar der Gestaltungs- und Innovationsorientierung, der Erfahrungs- und Dialogorientierung (Schütte & Wettberg 2006, S. 112- 115).

### 3. DiaMedia

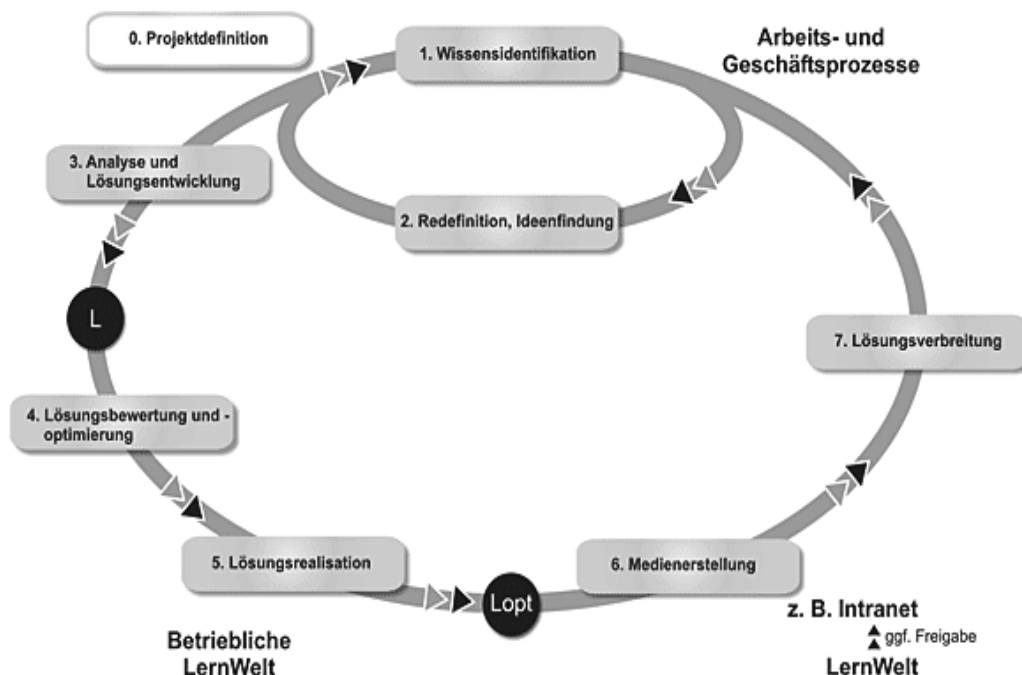
In dreijähriger Laufzeit wurde in einem vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) geförderten und von der BAuA mit Bezug zum Thema Sicherheit und Gesundheit betreuten Modellversuch „Dialogische Medienentwicklung“ (DiaMedia) eine Lernform entwickelt und erprobt, welche individuelles und organisationales Lernen in einer gemeinsamen, Synergien freisetzenden Form, verknüpft. Die Gestaltungsintention des Modellversuchs lautete, dass Lehrende und Lernende (sowohl technischer als auch nichttechnischer Berufe) in kollaborativen Projekten betriebsspezifisches Know-how im Umgang mit Anforderungen der Geräte- und Produktsicherheit – bzw. von Sicherheit und Gesundheit in der Arbeit – identifizieren, exemplarisch reproduzieren, reflektieren und verbessern.

Als Referenzprozess für die Definition von Projekten dient der Produktlebenszyklus, wobei sich jedes Projekt auf jeweils eine Phase des Produktlebenszyklus bezieht (z.B. Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Inbetriebnahme oder Wartung). Die Projekte werden durch eine Rahmenhandlung „Wissensarbeit“ ein- und ausgeleitet, d.h. die Lernenden recherchieren in einem ersten Schritt betriebliches Know-how (mittels Erkundungen, Dokumentenanalyse etc.), wie z.B. Arbeitsverfahren zur Integration von Sicherheit und Gesundheit und entwickeln auf dieser Basis neue, optimierte Problemlösungen. Im letzten Schritt erfolgt die Veröffentlichung der Projektergebnisse (z.B. Verbesserungsvorschläge) als digitale Fallstudien. Die Abbildung 2 zeigt den Verlauf von Projekten in einer Übersicht.

Die Lernform DiaMedia realisiert dazu vier didaktisch-methodische Leitideen:

- **Verbindung von individuellem und organisationalem Lernen**  
Das Lernen ist durch den prozessbegleitenden Dialog mit internen Wissensträgern und Akteuren sowie der abschließenden Verbreitung der Problemlösungen als Fallbeispiel auf die Arbeits- und Geschäftsprozesse des fokussierten Betriebes bezogen. So wird implizites Wissen durch Austausch und Kommunikation besser in die Organisation eingebracht, um den Wissenstransfer anzure-

- gen (Nonaka u. Takeuchi, 1997).
- **Problembasiertes und gegenständliches (erfahrungsgeleitetes) Lernen**  
Die Lernenden erarbeiten exemplarische Problemlösungen anhand von konkreten Produkten und/ oder realen Kundenaufträgen. Im Gegensatz zu Sicherheitsunterweisungen oder Schulungen werden Kenntnisse und Kompetenzen nicht schwerpunktmäßig durch Instruktion vermittelt. Die Lernenden sollen vielmehr in einem offenen und ressourcenbasierten Lernarrangement, Annahmen, Konzepte und Lösungen einbringen und in gestalterischer Wechselwirkung mit als sinnvoll erlebten, anspruchsvollen Aufgaben erweitern bzw. ausdifferenzieren.
  - **Lerner als Designer**  
Die Lernenden erarbeiten im Rahmen des Projekts so genannte Digitale Fallstudien. Diese können als besonders praxisnahe Informations- und Lernangebote hinterher sowohl von Lernenden als auch Mitarbeitern genutzt werden. Digitale Fallstudien rekapitulieren den Problemlösungsprozess, fokussieren auf kritische Entscheidungspunkte und zielen auf Verbesserungen ab. Die Dokumentation und Aufbereitung des Problemlösungsprozesses mit dem Computer impliziert einen Perspektivenwechsel, der zu einer vertieften und nachhaltigen Verarbeitung der Lerninhalte in der Organisation bzw. im Betrieb beiträgt.
  - **Dialogisches Lernen/ Netz gestütztes Lernen**  
Die Lernenden führen im Verlauf des Projekts einen lösungsorientierten Dialog mit Fachkräften und Fachleuten sowohl innerhalb als auch außerhalb des Betriebes. Dieser Dialog erfolgt sowohl in direktem Kontakt (z.B. Befragungen, Konsultationen, Beobachtungsinterviews) als auch über das Netz mit Hilfe der Internetplattform. Über die Internetplattform wird insbesondere ein lösungsorientiertes Feedback von externen Experten zu den versuchten Problemlösungen organisiert, welche in den optimierten Problemlösungen aufgegriffen werden. (Schütte & Wettberg 2006, S. 115ff.).



**Abbildung 2:** Verlaufsschema eines Projekts im Betrieb (Quelle: Krauss-Hoffmann et al. 2006, S. 504)

## 4. Ergebnisse

Insbesondere das vom BIBB geförderte Projekt führte zu einer Reihe von Praxiserfahrungen: Es bestätigt beispielsweise das arbeitswissenschaftliche und berufspädagogische Axiom, nach dem die Entwicklung von gestaltungs- und veränderungsorientierten Kompetenzen gestaltungsoffene, fehlerfreundliche und erfahrungsintensive Handlungsfelder zur Voraussetzung hat, die mit Lernressourcen angereichert werden müssen. Die bisherigen Erfahrungen mit der Lernform belegen auch, dass Lernende ein Innovationspotenzial für Unternehmen besitzen. So bilden die Lösungen der Lernenden einerseits die Praxis des Unternehmens ab, sie transzendieren diese aber auch aufgrund des Feedbacks, das die Lernenden im Dialog mit externen Experten erhalten. Des Weiteren stellen die digitalen Fallstudien als nutzbare Arbeitsergebnisse der Lernform eine gute Ergänzung zu üblichen Lern- und Informationsangeboten dar. Die Lernform leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Integration des impliziten Wissens unterschiedlicher Gruppen im Unternehmen.

## 5. Literatur

1. Hamacher, H. & Wittmann, S. 2005, Lebenslanges Lernen zum Erwerb von Handlungskompetenzen für Sicherheit und Gesundheit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
2. Krauss-Hoffmann, P., Pickert, K. & Schütte, M. Arbeitsschutz in der Berufsausbildung, Sicher ist sicher – Arbeitsschutz aktuell, 57 Jg., Heft 11/2006, 503- 507.
3. Nonaka, I. & Takeuchi, H. 1997, Die Organisation des Wissens. Frankfurt am Main: Campus.
4. Schütte, M. & Wettberg, W. 2006, Ansätze zur Integration von Sicherheit und Gesundheit in die Berufsausbildung, In: P. Krauss-Hoffmann, R. Manz & R. Overhage (Hrsg.), Lebenslanges Lernen, Konzepte, Strukturen und Perspektiven als Beitrag für ein Leitbild moderner Arbeit, INQA-Bericht Nr. 17. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 105- 120.





# Fach- und Führungskräftenachwuchs in Zeiten des demographischen Wandels am Beispiel von Arbeitssicherheit

Sibylle PETERS

*Institut für Berufs- und Betriebspädagogik,  
Lehrstuhl für Berufliche Weiterbildung und Personalentwicklung,  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, D-39104 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung wird für Unternehmen wichtiger. Der Beitrag fokussiert auf Arbeitssicherheit (AS) als wichtiger Bestandteil von Personal- und Organisationsentwicklung, in dem Nachwuchskräfte präventiv AS unter Bedingungen des demographischen Wandels organisieren müssen.

**Schlüsselwörter:** Arbeitssicherheit, demographischer Wandel, Qualifizierung, Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung.

## 1. Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung in Zeiten des demographischen Wandels als Personal- und Organisationsstrategie in AS

Die fundamentale Veränderung der Altersstruktur der Bevölkerung wird eine große Herausforderung. Es wird nicht möglich sein, Arbeitskräfte in bekannter Weise zu ersetzen, da quantitativ der Nachwuchs nicht mehr in hinreichenden Umfang verfügbar ist. Die Unternehmen sind in spezifischer Form darauf angewiesen, ihre Personalbedarfe über neue qualitative Verfahren zu decken und dabei über Anpassungsvorgänge den Nachwuchs in Qualifizierungen direkt in Strategien der Organisationsentwicklung einzubinden. Das soll in dem hier untersuchten Unternehmen am Beispiel einer spezifischen Bedarfsplanung über die Einbindung von Arbeitssicherheit erfolgen, indem Arbeitssicherheit erstmalig in der Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung ein aktiver Bestandteil einer Qualifizierung werden soll. Nicht zuletzt darüber kann auch die Personalentwicklung auf die Bindung von Nachwuchskräften Einfluss nehmen.

## 2. Qualitative Pilotstudie zu AS als flankierende Qualifizierung

An der Befragung in dem Unternehmen nahm ein knappes Dutzend Führungskräfte als Experten und Abteilungsleiter teil, von denen der größte Teils eine Ingenieur Ausbildung absolviert hatte. Als Erhebungsmethode wurde das themenzentrierte Leitfadengespräch gewählt, bei dem Themen und Themenwechsel vorstrukturiert sind. Die Interviewten wurden gebeten, über ihre Erfahrungen mit der AS zu berichten, also um Zustands- und Prozessbeschreibungen sowie ihre Erwartungen, die sie an Führungsnachwuchskräfte richten wollen, da sie in ihren Rollen die Nachwuchsentwicklung in ihrem Verantwortungsbereich sehen. Nachfragen, die Bitte um Beispiele als kritische Ereignisse, die zum Bereich des Stories Telling gehören, dienten als Anregung und Präzisierung für das Gespräch. In diesem Kontext werden zentrale Argumentationsmuster skizziert.

### 3. Zentrale Ergebnisse

#### 3.1 AS als technische Domäne der Regelungen in organisatorischen Sozialordnungen im Hinblick auf das Personal

Die Befragten sind Experten in Werksbereichen und mit AS vertraut. AS ist ein Mikrobereich, der auf der Makroebene technisch-reguliert organisiert ist. Im Mikrobereich ist AS Gegenstand lokaler Sozialordnungen. Die AS prägt durch Meister und Sicherheitsbeauftragte (SB) in Regelungen und Kontrolle das Arbeitshandeln des Alltags. Die Informationspolitik reguliert dieses, um technische Fehler aufzufangen und zu dokumentieren. Diese technikzentrierte Perspektive ist offenbar ausgereizt, es sind kaum noch Fehler auszumachen. So ein zentrales Argument und auf dieser Basis differenzieren sich Einschätzungen und Erwartungen zur AS. Der Leitfaden konzentriert sich auf den Mikrobereich und thematisiert Fragen zur Arbeitssteuerung, in denen die AS eingebunden, bzw. nicht eingebunden ist. Zu den zentralen Argumenten zählt die Verlagerung der Gefahrenschwerpunkte im Alter, da der Arbeitnehmer im zunehmenden Alter in seinem Hören, Sehen und Bewegungsablauf eingeschränkt wird. Auch die Routine im Arbeitsalltag kann zur Vernachlässigung von Sicherheitsstandards und zu Unaufmerksamkeit führen. So ist der Betriebsalltag in der Produktion nicht „Unfallfrei“, bzw. der Begriff unfallfrei unterliegt einem Wandel. Unfallfreiheit als ein wesentlicher Fokus im Interview bedeutet, dass nicht Unfälle im Zentrum stehen, sondern Beinahe-Unfälle. Dabei findet offensichtlich eine Verlagerung statt, dass die Fehlerquellen nicht mehr direkt in den Regulierungsbereichen von SB und Meistern auftreten. Ihre Aufgaben und die Anforderungen an sie flexibilisieren sich, so dass es für diese Berufsgruppen immer schwieriger wird, eine „Garantie“ übernehmen zu können, das über Regelungen die AS- Standards zwar grundlegend einzuhalten sind, aber da diese sich nicht mehr im eigentlichen Unfallbereich aufhalten, es schwieriger wird, den Beinahe- Unfallbereich wirklich abdecken können infolge fehlender Regelungen und einer fehlenden Präsenz in den dezentralen Arbeitseinheiten. Die Fokussierung auf ausschließlich technische Erfordernisse lässt unter Umständen den Bereich der „blinden Flecken“ und damit der Nicht-Regulierungsmöglichkeit der Beinahe- Unfälle wachsen.

Die Begünstigung des Entstehens von Parallelorganisationen ist ein weiteres zentrales Argument. Das Argument ist, dass die AS als Prozessintegration verstanden werden sollte. Das lenkt den Blick auf die Prozesse als das Zentrale und dadurch wird deutlich, dass die Prozesse nicht mit dem AS verzahnt sind. Auch die Ansprechpartner für AS seien weder sichtbar, noch präsent, wodurch Effekte von Parallelorganisationen sich geradezu etablieren und dabei die eigenständigen Rollen innerhalb von AS und ihre Distanz zu den dezentralen Bereichen reproduzieren. So ist die AS außerhalb von Organisation angesiedelt und kann nur formal auf die Organisationsabteilungen Einfluss nehmen. Sie kann nur Einfluss nehmen über Regelungsstatuten des AS, da sie in die informellen Prozesse der Abteilungen nicht eingebunden sind. Das wiederum begünstigt Prozesse des Wegdelegierens, indem das AS-Fragen nicht als Gegenstand des Arbeitsprozesses gesehen wird und in außenstehenden Rollen in Abteilungen nicht präsent ist. Dadurch wird eine organisationsangemessene Delegation und das Unterbinden von Parallelorganisationen „vertan“, eine Verantwortung wird in informellen Bereichen schwierig. Das Wegdelegieren verhindert die Kommunikation. Die Aufrechterhaltung von Parallelorganisationen wird auf der Basis weiterhin dort gefördert, wo die Dokumentation von Unterweisungen und Belehrungen sowie Unfälle an Meister und SB delegiert werden. Demnach können alle in den Mikroprozessen der Arbeitsorganisation stattfindenden Prozesse und Verhalten nicht Gegenstand von Unterweisungen werden. Die Anlässe der Einhaltung von AS- Regeln sind somit per Definition immer technisch außerhalb von Abteilungen. Fragen außerhalb von der Technik sieht die Dokumentation von AS nicht vor.

Insofern wirken Belehrungen eher wie ein Fremdkörper im Arbeitsprozess.

### *3.2 Zum Wandel von AS in die Mitverantwortung des Managements und Öffnung für Grauzonenfragen jenseits von „Schwarz- Weiß“- Organisationsformen*

Ein weiteres zentrales Argument betrifft die vielfältigen Erfahrungen mit den Unterweisungen, die die AS durchführt sowie dokumentiert. Ebenso werden die Umfälle dokumentiert sowie die Unfallstatistiken. Unterweisungen und Belehrungen (der Sprachgebrauch ist durchgehend eher belehrend) führen Meister und SB durch, dadurch sind Fragen von Organisationsabläufen und ihre Störungen nicht Gegenstand der Diskussion potentieller Fehlerquellen. Es geht um eine formalisierte Legitimation der Unterweisung mit der Maßgabe, dass in allen Abteilungen die MA auf einen allgemeinen Informationsstand über die Einhaltung technischer Regelungen sind. Die Unterweisungen seien einem modernen Verständnis von Umsichtigkeit und Wachsamkeit nicht mehr angemessen, da die erwachsenen MA einer Belehrung nicht bedürften, aber Diskussionen über „richtiges“ und umsichtiges Verhalten. Das dieses nicht wirksam wird, wird als Argument darauf zurückgeführt, dass die AS unter hohen Legitimationsdruck stehe, da sie der Verwaltungshoheit technischer Soll-Vorschriften ausgesetzt sei. Es werden damit technische Zustände festgeschrieben, die zweifelsfrei der Situation gerecht werden, aber unter den organisationalen Bedingungen zu Blockaden führen können, oder aber zu aufwendigen Absprachen, die zwar Soll- Anforderungen gerecht werden, aber zuwenig offen sind für neue Managementsysteme, die die Grundlage in den Abteilungen werden. Im nicht- direkten Bereich (Controlling, etc.) sind die Unterweisungen genau genommen nicht nachvollziehbar, denn Unfallquellen sind hier analog mit Unfällen im privaten Alltag und Haushalt gleichzusetzen und nehmen in einer veränderten Alterspyramide zu, aber führen auch zu mehr Verunsicherungen, die interaktiv statt belehrend aufgefangen werden sollten. So haben sich die Unterweisungen - in der Domäne der AS verankert - aus der Perspektive der Arbeitsbereiche verselbstständigt, weil ein Kontakt mit der AS nur über Unterweisung oder bei Unfallmeldungen gegeben ist.

Verstärkt wird diese Dissonanz durch die Erhebung von Unfall- Statistiken sowie durch die Präsentation von Statistiken innerhalb von Pflicht- und Leistungserfüllung in den Abteilungen. Die totale Dokumentation von Unterweisungen und Unfällen vollzieht sich in formalen Strukturen außerhalb der Abteilungen. So auch die jährlichen Unfallstatistiken, in denen jeweils nur Veränderungen als Verbesserungen ausgewiesen werden, d.h., technisch errungene Veränderungen sind dokumentiert. Dabei steht die Einhaltung von Leistungsstandards nicht im Fokus, die z.B. sehr hoch sein kann, aber leichte Veränderungen auf einem relativ niedrigen Niveau werden als große Veränderungen dokumentiert. Das führt zu einer Verzerrung der Organisation der Arbeitsprozesse in den Abteilungen und der des Managements.

## **4. Routine - Prävention und Krise als Ausdruck einer sich wandelnder AS**

Die Notwendigkeit der Öffnung von AS für die organisatorischen Bedingungen der einzelnen Abteilungen ist ein grundlegendes Argument. Nicht das technische Prozedere, sondern das Verhalten der MA sei zentral. Das beinhaltet, dass die Verlagerung der Aufmerksamkeit von technischen Prozessen im Arbeitsalltag gewünscht wird - so das Argument - denn das Verhalten von MA lässt sich nicht durch technische Regelungen als Kontrolle einfangen. Auch Unterweisungen und Erhebungen von Unfällen und ihre Dokumentation erfordern eine stärkere Präsenz einer aktiven AS in den Abteilungen. Bisher war die AS geprägt von der (Wieder-) Herstellung von technischen Anforderungen, die die technische Routine sichert. Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung ha-

be neue Aufgaben zu übernehmen, die einem veränderten Führungsverständnis entgegenkommen. Unfallvermeidung und Unfallfreiheit sei nur in Grundbereichen eine technische Domäne. Abteilungsleiter formulieren mit ihren Erfahrungen Ansprüche an die Führungsnachwuchsentwicklung, das mehr Raum in den Abteilungen zu schaffen ist, damit die MA ihr Verhalten selbst reflektieren, um Unfälle zu vermeiden, die nicht mehr technisch induziert sind, sondern technisch gesehen im Grauzonenbereich stattfinden. Die Konzentration auf Technik verstärke ein Verhalten in Routinen und in dieser Festschreibung sei per Definitionen die Gewähr einer Entlastung der MA ohne Verantwortung möglich. Unterweisungen sind jedoch interaktive Formen, die der Reflexion in Gruppen bedürfen und die Beinah- Unfälle als Krisenmomente interaktiv gelten lassen und verändertes Verhalten ermöglichen. Das sei Gegenstand eines neuen Verständnisses von Führungsnachwuchsentwicklung. Präventive Formen der Arbeitsgestaltung haben z.B. die Aufmerksamkeit auf das Altern der Belegschaften und ihr schleichendes verändertes Verhalten zu richten. Unfallvermeidung ist eine präventive Aufgabe des Managements, nicht allein die formale statistische Unfallfreiheit. Denn das entscheidende sei, so das Argument, dass die bisherige Statistikerhebung von Unfällen Routineverhalten verstärken und damit auf nicht formaler Ebene Anlässe für Unfälle sowie Beinah- Unfälle sich der Wahrnehmung entziehen. Unfallerhebungen zementieren die Wahrnehmung und Förderung von Denk- und Kultureinstellung, dass das formale Einhalten von AS-Standards als Schwarz-Weiß--Denken hinreichend sei, und der Zustand von Routine als formale Sicherheit definiert wird. AS in der Präsenz von Abteilungen könnte die Kommunikation als bisher ausschließlich formale Pflichterfüllung öffnen und damit die Grauzonen der Bedeutung von AS thematisieren, wie MA sich bewusst und umsichtig verhalten, unsichere Situationen bewusst als Krisen wahrnehmen und in der Überwindung der Krise Verantwortung für ihre Gesundheit übernehmen.

## 5. Fazit

AS oszilliert zwischen den in Organisationen zugrunde gelegten Sozialordnungen und mit veränderten Managementformen einer dezentralen Steuerung und Führung, die miteinander nicht zweifelsfrei konform sind. AS ist - so die Argumente - nicht mehr in Formen einer auszugliedernden Zuständigkeit zu handeln, indem Außenstehende allein die Verantwortung überantwortet wird. Zu veränderten dezentralen Managementformen gehört die Einbindung der Reflexion und Verantwortung über eigenes Verhalten. Insofern ist die aktive Einbindung der AS in die Führungsnachwuchsentwicklung eine zentrale Zukunftsaufgabe. Die Qualifizierung soll die Praxiserfordernisse durch die technischen Gegebenheiten sowie die veränderten Organisationsentwicklungsprozesse projektorientiert in kleinen Aufgaben anlegen. Die veränderten Anforderungen von alternden MA als Folgen des demographischen Wandels machen im Umgang mit Routine und einer nicht gegebenen Ausprägung von Organisationskultur deutlich, dass angemessene Präventionsoptionen in der Verantwortung von Organisationsentwicklung liegen. AS ist so gesehen ein Beispiel für die Prozesshaftigkeit von Qualifizierungen und Entwicklungen für den Führungsnachwuchs.

## Personalerhaltung von HochschulabsolventInnen in kleinen und mittleren Unternehmen

Franziska GENGE<sup>1</sup>, Sibylle PETERS<sup>1</sup>, Ernst-Andreas HARTMANN<sup>2</sup>  
und Sonja SCHMICKER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Berufs- und Betriebspädagogik,  
Lehrstuhl für Berufliche Weiterbildung und Personalentwicklung,  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, D-39104 Magdeburg*  
<sup>2</sup> *Institut für Arbeitswissenschaften und Arbeitsgestaltung,  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, D-39104 Magdeburg*  
<sup>3</sup> *METOP GmbH, Sandtorstraße 23, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Der demographische Wandel ist ein Aspekt der immer mehr Unternehmen dazu veranlasst, sich mit der Erhaltung ihrer erfolgsentscheidenden Mitarbeiter auseinander zu setzen. Die Fluktuation von Wissensträgern kann besonders in kleinen und mittleren Unternehmen gravierende Auswirkungen auf den Unternehmenserfolg haben. Daher ist eine frühzeitige Bindung von u. a. Hochschulabsolventen von entscheidender Bedeutung für kleine und mittlere Unternehmen.

**Schlüsselwörter:** Retentionmanagement, Personalerhaltung, kleine und mittlere Unternehmen, Hochschulabsolventen.

### 1. Einleitung

Schlagwörter wie der demographische Wandel und die damit einhergehende Überalterung der Unternehmen, sowie die zunehmende Globalisierung sind nur zwei der aktuell viel diskutierten Phänomene, mit denen sich Unternehmen beschäftigen müssen. Diese Phänomene sind geprägt durch u. a. einen Mangel an Fach- und Führungskräften. Vorhandene Arbeitsplätze können nicht neu besetzt werden und davon ist insbesondere die regionale und nationale Wirtschaft betroffen, da sie es bis dato gewohnt waren Nachwuchskräfte aus dem Hochschulbereich zu rekrutieren. Retentionstrategien in großen Unternehmen und attraktive Arbeitgebermarken sind ein Vorteil den KMU nicht aufweisen können. Sie sind ausgeschlossen von Werbungsstrategien von Fach- und Führungskräften auf internationaler Ebene.

Die Besetzung von offenen Stellen durch qualifizierte Fach- und Führungskräfte gestaltet vor allem für KMU als eine besondere Herausforderung. Somit blieben in Sachsen-Anhalt fast 6% der offenen Stellen unbesetzt (vgl. IAB-Betriebspanel Sachsen-Anhalt 2006).

Somit ist es für KMU ein besonderes Problem, ihre potentiellen Leistungsträger zu binden und eine Fluktuation zu attraktiveren, globalisierten Arbeitsmärkten zu vermeiden. Der Weggang von eingearbeitetem Personal wirkt sich besonders erfolgseinschneidend für KMU aus. Personalgewinnung und -erhaltung sind aus diesen Gründen ein zunehmend wichtiger Bestandteil des betrieblichen Personalmanagements der sich etablieren muss. KMU brauchen antizipatorische Strategien ihr Marketing zu auszurichten, dass sie in ihren Selbstdarstellungen die Erwartungsansprüche potentieller Fach- und Führungskräfte entsprechen. Allgemein konzentriert sich die Marketing orientierte Forschungen darauf, die Attraktivität der Arbeitgeber so zu



erhöhen, dass die Zielgruppe sich angesprochen und herausgefordert fühlt. KMUs hingegen wissen nicht worin ihre Attraktivität außerhalb von fachlichen Wissen und Können liegen könnte. Hier ist Forschungsbedarf, dies ist Anliegen dieser Arbeit.

## **2. Personalerhaltung von hochqualifizierten MitarbeiterInnen**

Der Begriff der Mitarbeiterbindung ist hoch ambivalent, da er unreflektiert für die Entwicklung von beruflichen Fachkräften und Akademikern gleichermaßen, einheitlich benutzt wird. Zudem ist es eine sprachliche Konnotation im Sinne eines moralischen Abels, welche die Loyalität an ein Unternehmen unhinterfragt leisten zu hat. Personalbindung und -erhaltung ist für Hochqualifizierte insbesondere von Autonomie und Abhängigkeit und der eigenen Professionalisierung geschuldet. Die Bezeichnung der Bindung welche einen Zwang suggeriert, im Unternehmen bleiben zu müssen z. B. durch verlängerte Kündigungsfristen wird vernachlässigt und ist in dieser Untersuchung nicht so verwendet wurden. Retentionmanagement hingegen meint Personalerhaltung im Sinne der freiwilligen Verweildauer im Unternehmen (vgl. u. a. Schirmer 2007).

Das verweist darauf, dass Personalbindung und -erhaltung somit eine Aufgabe ist, welche einen stetigen Abgleich der Erwartungen und Einstellungen der Mitarbeiter in Bezug auf ihr Unternehmen und umgekehrt vorzunehmen hat. Dabei ist die Personalerhaltung vielen Einflussfaktoren unterlegen. Die bisher noch nicht hinreichend empirisch belegt sind. Aus der Perspektive der Hochschulabsolventen sind folgende typische Erwartungserwartungen bekannt:

- interessante, vielseitige Tätigkeiten
- gutes, freundschaftliches Betriebsklima/ ehrliches Arbeitsklima
- Aufstieg und Entwicklungsmöglichkeiten
- herausfordernde Arbeiten (Krichgeorg & Günther 2006)

Gegenwärtig ist unbekannt in wie weit diese Erwartungen von den Hochschulabsolventen in gleicher Weise in KMU gestellt werden bzw. wie KMU s diesen Erwartungsansprüchen genügen können.

## **3. Forschungsanliegen**

Auf der Grundlage des skizzierten Forschungsstandes wird die Arbeit die Generierung der Erwartungsansprüche von Absolventen die bereits seit mindestens 2 Jahren in einem KMU beschäftigt sind vornehmen. KMU bedürfen Informationen von Nachwuchskräften über deren Bindungserwartungen an die Organisationsstruktur der KMU s um ihre Nachwuchsplanungen lokal und regional, realistisch als auch zukunfts offen entwickeln zu können. Das setzt neue Akzente für Personalentwicklung und -erhaltung in einem spezifischen Masse. Mit einer solchen Studie kann die bisherige Forschung auf dem Gebiet der Personalbindung, des Commitments und des Retentionmanagement, die sich hauptsächlich mit quantitativen Untersuchungen der Mitarbeiterbedürfnisse in Großunternehmen auseinandersetzen, erweitert werden. Personalerhaltung ein hochkomplexer, individuell gestalteter Prozess und deshalb ist dieses Forschungsthema im Hinblick auf die Zielgruppe der KMU besonders relevant. Die Untersuchung berücksichtigt auch in wie weit die Erwartungsansprüche von Fach- und Führungskräften sich innerhalb der zweijährigen Beschäftigung im Hinblick auf die akuten und situations- bedingten Anforderungen geändert und ange-

passt hat. Da die Untersuchung noch nicht abgeschlossen wird aus den laufenden Forschungen eine Auswahl getroffen.

#### 4. Fazit

Tendenzen der gegenwärtigen Auswertung zeigen sich in der Untersuchung z. B. darin, dass Personalerhaltung abhängig ist von dem vorher erworbenen Berufs- bzw. Hochschulabschluss. Auch unter der Perspektive der Personalerhaltung der KMU s ist dieses sowohl interorganisational als auch interpersonelle Thema, welches different für Entwicklungs- und Personalaufgaben gesehen und gehandelt wird. Die Personalerhaltung von Wissensträgern in einem KMU ist eine zukunftsorientierte Aufgabe unabhängig von der aktuellen Konjunktur und wird eine Schlüsselaufgabe angesichts des demographischen Wandels sein und bleiben, für die Führungskräfte im Unternehmen.

#### 5. Literatur

1. Krichgeorg, M. 2008 Ist ihr Unternehmer fit für den war of talents. Verfügbar unter: [http://www.oscar.de/magazin/nl\\_emplBrand\\_Kirchgeorg.pdf](http://www.oscar.de/magazin/nl_emplBrand_Kirchgeorg.pdf) (10.12.2008).
2. Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) 2008, Deutscher Bildungsbericht 2008. Bielefeld: Bertelsmann.
3. Deutsche Gesellschaft für Personalführung 2004, Retentionmanagement - Die richtigen Mitarbeiter binden. Bielefeld: Bertelsmann.
4. KfW Bankengruppe (Hrsg.) 2008, Mittelstandsmonitor 2008. Frankfurt: KfW Bankengruppe.
5. Schirmer, U. 2007, Retentionmanagement – Mitarbeiterpotenziale halten, Vortrag „Abendforum Personalmanagement“ DGFP Regionalstelle Stuttgart und Berufsakademie Lörrach am 25.09.2007. Verfügbar unter:
6. <http://www.ba-loerrach.de/uploads/media/RetentionAbendforum1.3.pdf> Download vom 05.11.2008.



# Strategieumsetzung im betrieblichen Gesundheitsmanagement mit Hilfe der Balanced Scorecard - Herausforderungen und Lösungsansätze

Péter HORVÁTH

*International Performance Research Institute,  
Königstr. 5, D-70173 Stuttgart*

**Kurzfassung:** Die Gesundheit der Mitarbeiter ist eine wichtige Determinante des Unternehmenserfolgs, denn gesunde Mitarbeiter sind motivierter und leistungsfähiger. Damit die Potenziale des Betrieblichen Gesundheitsmanagements effektiv und effizient in einen Wertbeitrag für Unternehmen umgewandelt werden können, bedarf es klarer Strategien und deren konsequenter Umsetzung. Dieser Beitrag stellt hierzu ein praxistaugliches Konzept vor.

**Schlüsselwörter:** Balanced Scorecard, Strategieumsetzung, Betriebliches Gesundheitsmanagement.

## 1. Einleitung

Betrachtet man die heutige Praxis des Betrieblichen Gesundheitsmanagements (BGM), so ist festzustellen, dass die Wertschöpfungspotenziale gesunder Mitarbeiter aufgrund fehlender strategischer Ausrichtung und nicht abgestimmter operativer Einzelaktionen nur unzureichend genutzt werden (Slesina 2001). Es muss eine Gesundheitsstrategie entwickelt und umgesetzt werden, die an der Unternehmensstrategie ausgerichtet ist. Zudem bedarf es spezifischer Kennzahlen und Zielwerte, welche die Gesundheitsstrategie widerspiegeln und eine Messung der Zielerreichung ermöglichen. Die zentralen Herausforderungen sind hierbei zum einen die vielen an der Gesundheitsförderung beteiligten Akteure zu integrieren und zum anderen komplexe Zusammenhänge in der Gesundheitsförderung zu messen. Zur Umsetzung von Strategien hat sich die Balanced Scorecard (BSC) als praxistaugliches Instrument bewährt (Horváth & Partners 2007). Vor dem spezifischen Hintergrund der Gesundheitsförderung muss das Konzept jedoch inhaltlich angepasst werden. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung und Umsetzung einer „Gesundheits-BSC“ als Instrument der strategischen Steuerung des BGM.

## 2. Konzeption der Gesundheits-BSC

### 2.1 Die Balanced Scorecard als Ausgangspunkt

Bei der Entwicklung einer BSC werden zunächst ausgehend von einer gegebenen Strategie die wichtigen strategischen Ziele identifiziert. Danach werden die Ziele schrittweise konkretisiert, indem Kennzahlen zur Messung der Zielerreichung festgelegt, Zielwerte vorgegeben und Maßnahmen definiert werden. Eher abstrakte strategische Überlegungen können so in konkrete und verpflichtende Maßnahmen übersetzt werden. Die BSC stellt eine Strategie aus mehreren inhaltlich verschiedenen steuerungsrelevanten Perspektiven dar. Kaplan & Norton (1997) schlagen dafür ne-

ben einer Finanzperspektive (bspw. Angaben zu finanziellen Zielen wie Umsatz, Ergebnis etc.), eine Kundenperspektive (bspw. Ziele zur Erfüllung der Kundenwünsche), eine Prozessperspektive (bspw. Ziele zur Effektivität und Effizienz der internen Abläufe) und eine Potenzialperspektive (bspw. Ziele zur Lern- und Innovationsfähigkeit der Mitarbeiter) vor. Die Perspektiven und die darin enthaltenen Ziele werden nicht unabhängig von einander betrachtet: Die Potenziale des Unternehmens (Mitarbeiter, Unternehmenskultur etc.) bilden die Grundlage für eine effektive und effiziente Prozessdurchführung, welche wiederum eine Voraussetzung für die Befriedigung der Kundenbedürfnisse darstellt, was letztendlich die Basis für finanziellen Erfolg bildet. Als Vorstufe einer BSC werden die Ziele in sog. „Strategy Maps“ abgebildet. Strategy Maps stellen ein vereinfachtes Modell der Strategie dar, indem sie diese anhand der wesentlichen strategischen Ziele und deren Ursache-Wirkungsbeziehungen illustriert (Kaplan & Norton 2004). Durch eine einfache und klare Visualisierung der Annahmen und Ziele kann zur Entwicklung und Kommunikation eines gemeinsamen Strategieverständnisses beigetragen werden. Zur eindeutigen Beschreibung der Ziele und zur Messung der Zielerreichung werden für jedes Ziel Kennzahlen definiert. Anschließend müssen Maßnahmen zur Erreichung der Zielwerte bestimmt werden. Diese Maßnahmen werden als „strategische Aktionen“ bezeichnet, da sie sich in der Regel nicht im Rahmen der alltäglichen Arbeit umsetzen lassen, sondern einzelne strategische Projekte darstellen. Diese Aktionen werden direkt den Zielen zugeordnet und ermöglichen so eine „operative“ Umsetzung der Strategie.

## 2.2 Die „Gesundheits-BSC“

Die Gesundheits-BSC dient dazu, die strategischen Ziele des BGM zu operationalisieren und die Zielerreichung der Umsetzung der Gesundheitsstrategie mittels Kennzahlen zu messen. Die grundlegende Systematik der BSC wird dabei übernommen. Die Anpassung liegt darin, dass mit der Gesundheits-BSC keine Ziele für externe Kunden am Markt, sondern für interne „Kunden“ (Mitarbeiter und deren Gesundheit) verfolgt werden. Grundsätzlich kann bei der Steuerung des BGM von den folgenden drei Annahmen über Ursache-Wirkungsbeziehungen ausgegangen werden (zu einem Literaturreview siehe Horváth et al. im Druck):

- Die Gesundheit der Mitarbeiter wirkt sich positiv auf den Unternehmenserfolg aus.
- Effektive BGM-Prozesse und -Maßnahmen verbessern den Gesundheitszustand der Mitarbeiter, indem langfristig die physischen und psychischen Fehlbelastungen reduziert werden.
- Die optimale Umsetzung der BGM-Prozesse hängt von den Potenzialen der BGM-Akteure ab.

Aus diesen Ursache-Wirkungsbeziehungen lassen sich vier Perspektiven einer Gesundheitsstrategie ableiten. Abbildung 1 zeigt eine beispielhafte Gesundheits-BSC. In der zweiten Spalte enthält diese eine Strategy Map, welche die Gesundheitsstrategie (die strategischen Ziele und deren Zusammenhänge) aus den vier Perspektiven qualitativ darstellt. Sie zeigt bspw. auf, dass durch die Steigerung der Präventionskompetenz eine bessere Umsetzung der Ergonomie- und Arbeitsschutzprozesse erreicht werden soll. Durch eine Verbesserung dieser BGM-Prozesse soll die physische und psychische Fehlbelastung reduziert werden, was sich wiederum in einem erhöhten Wertbeitrag (Steigerung der Produktivität, Senkung der Fehlzeiten) auswirken soll. Somit wird durch eine „Story of Strategy“ beschrieben, wie das BGM zur Unternehmenswertsteigerung beiträgt.

Perspektive	Strategy Map	Ziele	Kennzahlen	Zielwerte	Maßnahmen	Budget
Wertbeitrag	Wertbeitrag erhöhen	Qualität steigern Produktivität steigern Kosteneinsparungen Fehlzeiten	Ausschussrate (ppm) Produktivitätskennzahl ROI der BGF-Maßnahmen Anwesenheitsquote	- 5% + 5% + 5% + 1%		
Gesundheit und Beschwerden	Psychische Fehlbelastung verringern Physische Fehlbelastung verringern Gesundheitsverhalten verbessern	Physische Fehlbelastung vermeiden & minimieren Psychische Fehlbelastung vermeiden & minimieren Gesundheitsbewusstsein und Gesundheitsverhalten steigern (Führungskräfte & Mitarbeiter)	Anzahl der arbeitsplatzbezogenen Beschwerden Anzahl der arbeitsplatzbezogenen psychischer Erkrankungen Teilnehmerzahl an BGF-Maßnahmen	- 5% - 5% + 5%	Marketing-Maßnahmen für das BGF-Maßnahmenpaket	xxx €
Prozesse	Ergonomie verbessern Arbeitsschutz verbessern Vernetzung BGM mit den operativen Bereichen implementieren	Ergonomie verbessern Arbeitsschutz verbessern Vernetzung des BGM mit den operativen Bereichen implementieren	Anzahl der ergonomischen Arbeitsplätze Anzahl der Unfälle Vernetzungsprozess implementiert	+ 5% - 5% -	Analyse des Maßnahmenpakets Analyse des Maßnahmenpakets Vorschlag zur Gestaltung eines Vernetzungsprozesses erarbeiten	xxx € xxx € xxx €
Potenziale	Neue Themengebiete erschließen Kundenorientierung implementieren Präventionskompetenz steigern	Neue Themengebiete erschließen Kundenorientierung implementieren Präventionskompetenz steigern	Anzahl neue Themen Index aus Mitarbeiterbefragung Fortbildungen pro Mitarbeiter und Jahr	2 pro Jahr 3 von 5 + 5%	Innovationsdiskussion Kulturleitlinien Gezielte Mitarbeiterförderung und -förderung	xxx € xxx € xxx €

**Abbildung 1:** Beispiel einer Gesundheits-BSC

Abbildung 1 stellt weiterhin die Konkretisierung der Ziele über Kennzahlen bis hin zu den Maßnahmen dar. So wird das Ziel „Arbeitsschutz verbessern“ über die Anzahl der Unfälle gemessen (alternativ bspw. über den Durchdringungsgrad von Arbeitsschutzmaßnahmen oder die Anzahl der Verbesserungsmaßnahmen). Als Zielwert wurde eine Verringerung der Unfälle um 5% festgelegt. Aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit im Gesundheitsbereich (Patienten- und Datenschutz) können jedoch oft nicht durchgehend objektive Kennzahlen erhoben werden. So kann es zielführend sein, neue (fragebogenbasierte) Kennzahlen zu definieren und in die BSC zu integrieren (bspw. Employee-Commitment-Index, Workability Index). Diese Kennzahlen sollten jedoch nicht auf „allumfassenden“ Standardfragebogeninstrumenten beruhen, sondern den spezifischen, strategischen Sachverhalt berücksichtigen. Auch bei den Erfolgskennzahlen (Qualität, Produktivität etc.) ist häufig aufgrund der Varianz der Einheiten nicht immer eine einheitliche Datengrundlage gegeben. Ziel muss es daher sein, eine geeignete Aggregationsebene zu finden, bei der vergleichende Aussagen möglich und zweckmäßig sind.

### 2.3 Erfolgsfaktoren der Strategieumsetzung mit der Gesundheits-BSC

Zur erfolgreichen Implementierung und Nutzung einer Gesundheits-BSC sind insbesondere die folgenden zwei Erfolgsfaktoren zu berücksichtigen:

- Das BGM ist in Einklang mit der Unternehmensstrategie zu bringen.
- Die Gesundheits-BSC ist in die Unternehmensprozesse zu integrieren.

Zu (1): Um eine Gesundheitsstrategie zu entwickeln, kann bspw. auf das Job-Demands-Resources Model zurückgegriffen werden (Bakker & Demerouti 2006). Es bietet sich als Grundlage für die Strategieentwicklung an, weil damit eine einfache Kommunikation der Sachverhalte gegenüber dem Management möglich ist. Die zentrale Herausforderung bei der Strategieentwicklung ist es, sog. „Buffer“ zu identifizieren und zu berücksichtigen. Buffer sind bspw. Ansatzpunkte bei den Mitarbeiterressourcen, welche den Effekt von (unvermeidlichen) Arbeitsanforderungen einer Unternehmensstrategie bzw. des Geschäftsmodells auf die Belastungen der Mitarbeiter abfedern können. Zur Identifikation solcher Zusammenhänge bietet sich eine quantitativ-empirische Analyse an, um fehlendes Wissen zu vertiefen und neue Erkenntnisse über strategische Stoßrichtungen zu generieren. Für den erfolgreichen Einsatz



der BSC sollte jedoch eine vereinfachte Darstellung von Ursache-Wirkungsbeziehungen gefunden werden, um die Kommunizierbarkeit der Gesundheitsstrategie zu erhalten (Gaiser & Wunderer 2004).

Zu (2): Ein (salutogen ausgerichtetes) BGM ist nicht alleinige Aufgabe eines einzelnen Bereichs, sondern erfordert das kooperative Zusammenwirken verschiedener Akteure (Führungskräfte, Personalbereich, medizinischer Dienst, Arbeitsplanung sowie Organisationsentwicklung). Aufgrund der Aufgabenheterogenität dieser Akteure können Widersprüche zwischen den BGM-Zielen und den spezifischen Zielsetzungen der Akteure bestehen. Für Führungskräfte, die u.a. durch ihr Führungsverhalten einen zentralen Einfluss auf die Gesundheit ihrer Mitarbeiter haben, ergeben sich diese Zielkonflikte aus der Divergenz der eher langfristig orientierten Ziele des BGM und den eher kurzfristig gewinnorientierten Zielen, wie die kurzfristige Erhöhung der Produktivität. Durch die transparente Darstellung kann die Gesundheits-BSC bei der Lösung solcher Zielkonflikte eingesetzt werden. Idealerweise wird die Gesundheits-BSC in einem gemeinsamen Steuerkreis der Akteure entwickelt und verabschiedet, die Zielerreichung regelmäßig überprüft und eine gemeinsame Anpassung der Ziele an veränderte Bedingungen durchgeführt. Die Herausforderung liegt damit in der Integration des BGM in die bestehenden Unternehmensprozesse durch eine klare Definition von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen der beteiligten Akteure.

### 3. Fazit und Ausblick

Mit der Gesundheits-BSC wurde ein Instrument zur Strategieumsetzung im BGM entwickelt. Ohne eine klar definierte Gesundheitsstrategie bleibt die Gesundheits-BSC jedoch wirkungslos. Bei der Strategieumsetzung ist auf die Besonderheit des BGM zu achten, dass die verteilten Aufgaben und Verantwortlichkeiten integriert werden müssen. Aus wissenschaftlicher Perspektive stellt sich dabei die Frage, wie die BSC eingesetzt werden kann, um Zielbeziehungen zwischen handelnden Akteuren zu erkennen und die Zielerreichung gesamtoptimierend auszugleichen. Hierzu muss die BSC die Interessen der Akteure abbilden und sie mit Informationen versorgen, damit sie bei ihrer Entscheidungsfindung und ihrem Handeln gesundheitsbezogene Aspekte berücksichtigen können. Das vorgeschlagene Konzept bedarf einer weiteren Validierung und Optimierung durch Fallstudien in der Unternehmenspraxis.

### 4. Literatur

1. Bakker, A.B. & Demerouti, E. 2007, The job demands-resources model: state of the art, *Journal of Managerial Psychology*, 22, 309-28.
2. Gaiser, B. & Wunder, T. 2004, Strategy Maps und Strategieprozess, *Controlling*, 16, 457-463.
3. Horváth, P., Gamm, N., Möller, K., Kastner, M., Schmidt, B., Iserloh, B., Otte, R., Braun, M., Malter, M. Pennig, S., Vogt, J. & Köper B. in Druck, Evaluation der betrieblichen Gesundheitsförderung mit Hilfe der Balanced Scorecard am Beispiel eines Unternehmens in der Automobilindustrie. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
4. Horváth & Partners 2007, *Balanced Scorecard umsetzen*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
5. Kaplan, R.S. & Norton, D.P. 1997, *The Balanced Scorecard*. Boston: Harvard Business School Press.
6. Kaplan, R.S., Norton, D.P. 2004, *Strategy Maps. Der Weg von immateriellen Werten zum materiellen Erfolg*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
7. Slesina, W. 2001, Effektive betriebliche Gesundheitsförderung. In: H. Pfaff & W. Slesina (Hrsg.), *Effektive betriebliche Gesundheitsförderung. Konzepte und methodische Ansätze zur Evaluation und Qualitätssicherung*. Weinheim: Juventa.

# Evaluation als Steuerungsinstrument für einzelne und gebündelte Personalmaßnahmen

Joachim VOGT<sup>1</sup> und Stefan PENNIG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Am DFS Campus 10, D-63225 Langen

<sup>2</sup> context Leadership.Performance.Consulting,  
Am Stadtwald 26, D-45219 Essen-Kettwig

**Kurzfassung:** Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ließ gemeinsam mit EUROCONTROL - der European Organisation for the Safety of Air Navigation - Personalmaßnahmen hinsichtlich ihrer ökonomischen, operationellen und unternehmensstrategischen Effekte evaluieren. Stressmanagement und E-learning von Fluglotsen als Einzelmaßnahmen sowie Personalentwicklung von Call Center Agenten als Maßnahmenbündel wurden untersucht. Alle Studien zeigten einen positiven Return on Investment bzw. eine absehbare Amortisierung der jeweiligen Maßnahmen. Anhand der drei Studien wurden allgemein gültige Richtlinien für die Evaluation und eine daraus abgeleitete Steuerung von Personalmaßnahmen entwickelt.

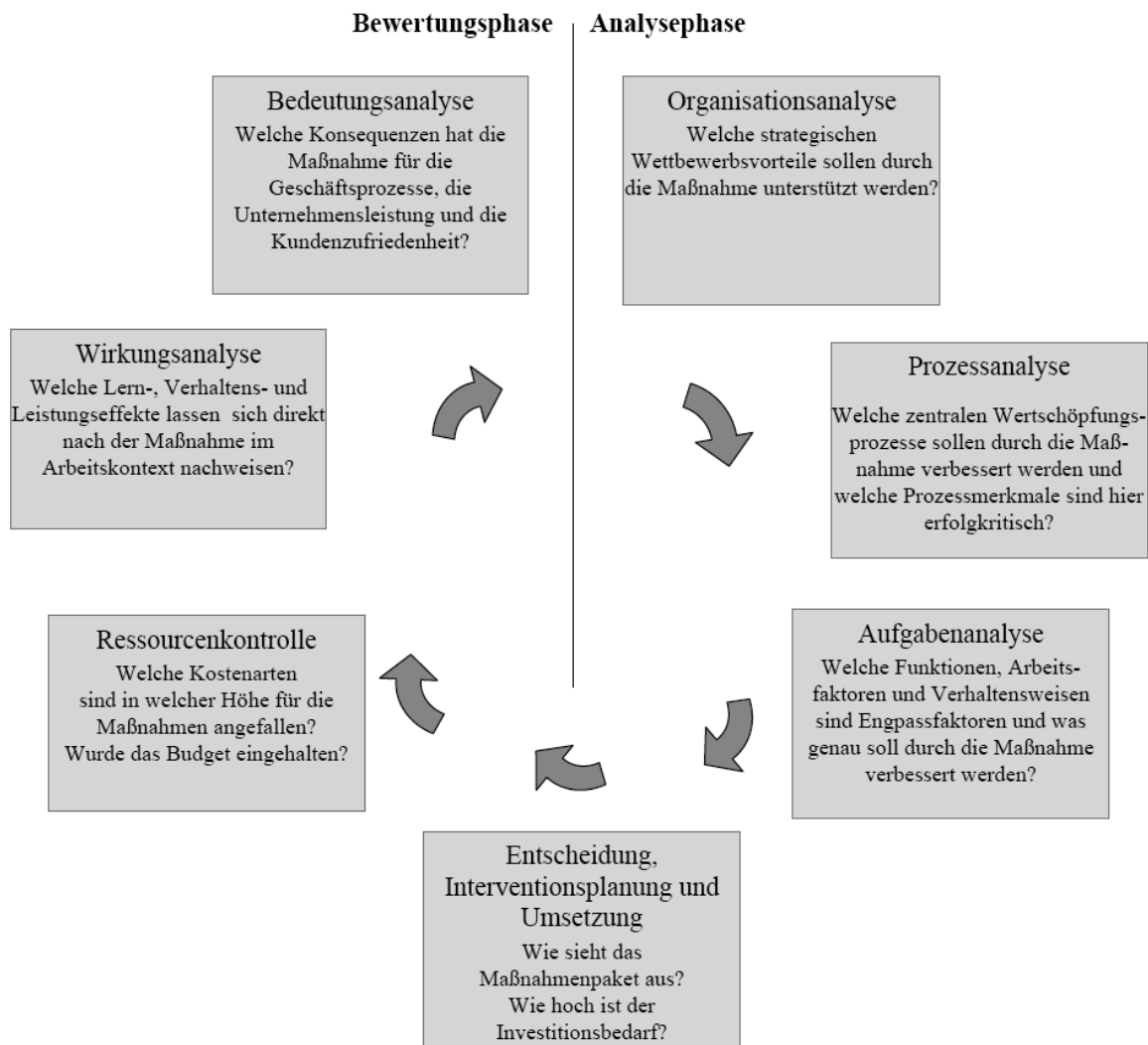
**Schlüsselwörter:** Evaluation, Human Factors/Resources, Return on Investment.

## 1. Einleitung

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) initiierte gemeinsam mit der European Organisation for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) das Projekt „Guidelines for the Economic Evaluation of Human Factors, Human Resources and Training Programmes“. Das Projekt hatte zum Ziel, Methoden der Verhaltens- und der Wirtschaftswissenschaften zu integrieren, um nicht nur die sozialen sondern auch die ökonomischen, operationellen und unternehmensstrategischen Effekte von Personalmaßnahmen nachzuweisen.

In einer Literaturübersicht (Pennig et al. 2006) wurde überprüft, ob bisher zur Verfügung stehende Ansätze, wie z.B. Balanced Scorecard Personal, Human Capital Bridge, Performance Improvement oder Utility Analysis, in diesem Sinne zielführend und machbar sind. Es musste festgestellt werden, dass diese Ansätze überwiegend innerhalb einer Einzeldisziplin (z.B. Wirtschaftswissenschaften) entwickelt wurden und daher andere relevante Fachrichtungen (z.B. Verhaltenswissenschaften) zu wenig berücksichtigen. Praxistauglichkeit und Integrationsmöglichkeiten in die Organisation stellten sich ebenfalls als Mängel der verfügbaren Ansätze heraus.

Die Stärken der vorhandenen Ansätze wurden daher in einem neuen Rahmenkonzept zusammengeführt, dem Human Resources Performance Modell (HPM, Pennig & Vogt 2007). Dieses war die theoretische und methodische Grundlage für drei eigene empirische Evaluationen von Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündeln in den Bereichen Human Factors (HF), Human Resources (HR) und Training (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Die sieben Schritte des Human Resources Performance Modells (Quelle: Pennig 2008)

## 2. Methode

Als Vertreter der HF-Programme diente das Critical Incident Stress Management (CISM) der DFS. In einer Vor- (Vogt et al. 2004) und einer Hauptstudie (Vogt et al. 2007) wurden insgesamt über 460 Fragebogen und Interviews mit Fluglotsen, ihren CISM-Beratern und Führungskräften sowie Daten des Sicherheits-, Personal- und Kapazitätsmanagements zusammengeführt. Das Personalentwicklungsprogramm eines Call Centers der öffentlichen Verwaltung repräsentierte den HR-Bereich. Es handelte sich hierbei um ein Bündel verschiedener HR-Maßnahmen wie die Einarbeitung zu Beginn der Tätigkeit, die Einweisung in Fachanwendungen, Kommunikationsschulungen, Kurzanweisungen zu aktuellen Auskunftsthemen und Teamentwicklungsmaßnahmen. Hier galt es, die Effekte der einzelnen Maßnahmen auf die Fähigkeiten/Fertigkeiten der Mitarbeiter, deren Arbeitsergebnisse und die Leistung des Call Centers zu isolieren. Dazu gaben alle sechs Führungskräfte und ca. die Hälfte der 43 Mitarbeiter Auskunft. Objekt der dritten Evaluationsstudie war das E-learning von Auszubildenden im Bereich der Flugsicherung. Damit ist auch der Bereich Training in den empirischen Studien vertreten. Diese Evaluation sollte mit so wenig Aufwand wie möglich eine Investitionsentscheidung bzgl. des zukünftigen Einsatzes von E-learning ermöglichen. 27 Auszubildende und sieben Ausbilder bzw. Ausbildungs-

manager von zwei europäischen Flugsicherungsakademien wurden befragt. Der Nutzen der E-learning Module wurde anhand des Klassen- und Simulatorunterrichts geschätzt, den sie ersetzen konnten.

### 3. Ergebnisse

Für CISM konnte nachgewiesen werden, dass sich Fluglotsen, die das Programm in Anspruch nahmen, schneller und nachhaltiger von kritischen Stressreaktionen erholten. Solche kritischen Stressreaktionen können bei manchen Fluglotsen beobachtet werden, die nicht vorhersehen und verhindern, dass sich z.B. zwei auf Reiseflughöhe hintereinander fliegende Maschinen auf 8 Kilometer nähern wo 9,5 vorgeschrieben sind. Durch CISM konnten die kritischen Stressreaktionen reduziert und die Arbeitsfähigkeiten schnell wieder hergestellt werden. Neben dem Erholungswert für den einzelnen Fluglotsen konnte auch ein wirtschaftlicher Nutzen nachgewiesen werden: Fluglotsen, die CISM in Anspruch nahmen, fanden schneller und nachhaltiger zu ihrer normalen Leistung zurück als dies ohne das Programm der Fall gewesen wäre. Die durch CISM vermiedenen Kosten waren in der Vorstudie 2,5-mal und in der Hauptstudie 3,5-mal höher als die durch das Programm verursachten Kosten (Return on Investment 250-350%). Die geringsten Nachwirkungen kritischer Ereignisse fanden sich, wenn unmittelbar nach ihrem Auftreten die Betroffenen abgelöst, von einem CISM-Berater betreut und für den Rest des Arbeitstages nicht mehr operativ eingesetzt wurden. Für alle Mitarbeiter und die Organisation hatte CISM den intangiblen und strategisch bedeutsamen Nutzen einer verbesserten Sicherheitskultur.

**Tabelle 1:** Return on Investment (ROI) und Break Even Point (BEP) verschiedener E-learning Module; berechnet aufgrund der Aussagen von 9 Fluglotsenschülern einer Flugsicherungsakademie, die im Jahr der Untersuchung 29 Schüler ausbildete, eine Simulatorstunde mit €120 und eine Unterrichtsstunde mit €60 berechnete; ROI und BEP ergaben sich aus diesen Daten und der durchschnittlichen Schüleraussage, wie viel Simulator-/Klassenunterricht das jeweilige E-learning Modul erspart hat

	Instrumenten-anflüge	Lichtsignale	Holding-patterns	Radartheorie
Std. ersparter Unterricht	1	0,7	4	4
Std. ersparter Simulator	1	0,1	1	1,5
€ Einnahme / Schüler	180	54	360	420
€ Einnahme / 29 Schüler	5.220	1.566	10.440	12.180
€ Kosten des Moduls	4.000	5.000	4.000	15.000
% ROI / 29 Schüler	131%	31%	261%	81%
Schüler BEP	22	93	11	36

Für das Maßnahmenbündel zur Personalentwicklung im Call Center wurden die Ergebnisse anhand eines Pfadmodells kausaler Beziehungen strukturiert. Es konnte gezeigt werden, welche Maßnahmen in welchem Umfang mit Veränderungen von Fähigkeiten/Fertigkeiten, Arbeitsergebnissen und Organisationsperformance zusam-

menhängen und welche Optimierungsbedarfe bei den Maßnahmen bestehen. Unterschiede in der Sichtweise von Führungskräften und Mitarbeitern gaben darüber hinaus Hinweise auf eine sinnvolle Entwicklung der Führungsarbeit. Die Nutzeneffekte der E-learning Module wurden anhand der Unterrichts- und Simulatorstunden berechnet, die sie den Fluglotsenschülern ersparten. Für zwei Module überstieg der realisierte Nutzen bereits die Entwicklungskosten (Return on Investment 131 bzw. 261%; Tabelle 1). Andere Module hatten sich dagegen noch nicht rentiert. Für die Investitionsentscheidung wurden die Schülerzahlen berechnet, bei denen sich das Modul amortisieren wird (vgl. Tabelle 1). Außer diesen für einen wirtschaftlichen Lehrbetrieb relevanten Ergebnissen, ergaben sich auch noch viele Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten der einzelnen Module bzw. ihrer Einbindung in den Ausbildungsplan.

#### 4. Diskussion

Durch die drei Evaluationsstudien konnte das HPM (vgl. Abbildung 1) als fundiertes und praktikables Rahmenmodell für Wissenschaft und Praxis entwickelt und bestätigt werden. Analyse und Bewertung von Personalmaßnahmen inklusive ihrer Wirkungen in der Organisation bauen in dem Modell aufeinander auf, d.h. das HPM findet idealer Weise schon bei der Planung einer neuen Maßnahme oder eines Maßnahmenbündels Berücksichtigung.

Die Ergebnisse der drei Evaluationsstudien sowie die Erkenntnisse der Literaturanalyse wurden in einer Handlungshilfe zur ökonomischen Evaluation von Personalmaßnahmen zusammengefasst. Sie war das Hauptprodukt des Projektes (Pennig & Vogt 2007). Weitere Produkte waren eine Broschüre zum Thema (Pennig & Vogt 2006) und ein Frequently Asked Questions Instrument, die beide bei der BAuA abrufbar sind und die breite Öffentlichkeit für das Thema interessieren sollen. Die Projektergebnisse wurden teilweise und branchenspezifisch für den Auftraggeber EUROCONTROL auch in englischer Sprache abgefasst.

#### 5. Literatur

1. Pennig, S., Kremeskötter, N., Nolle, T., Koch, A., Maziul, M. & Vogt, J. 2006, Ökonomische Evaluation von Personalressourcen und Personalarbeit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
2. Pennig, S. & Vogt, J. 2006, Mit gutem Personal Ihre Zukunft sichern. Dortmund: BAuA.
3. Pennig, S. & Vogt, J. 2006, Safeguarding your Future with Human Capital. Dortmund: Federal Institute of Occupational Safety and Health.
4. Pennig, S. & Vogt, J. 2007, Wirtschaftlichkeitsbewertung im Personalmanagement - Handlungshilfe, Wegweiser und Werkzeuge. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
5. Pennig, S. & Vogt, J. 2008, Profitability Assessment and Economic Evaluation of Human Performance Management Programmes - Guidelines and Tools. Dortmund: Federal Institute of Occupational Safety and Health. Verfügbar unter: [http://www.baua.de/nn\\_21712/en/Publications/Expert-Papers/F2105-3,xv=vt.pdf](http://www.baua.de/nn_21712/en/Publications/Expert-Papers/F2105-3,xv=vt.pdf).
6. Pennig, S. 2008, Verhaltensvariabilität in erfolgskritischen Aufgabenbereichen: Eine strategische Steuerungsgröße? Entwicklung und Testung eines Rahmenmodells zur ökonomischen Evaluation von Personalmaßnahmen, Dissertation. Dortmund: TU Dortmund.
7. Vogt, J., Leonhardt, J. Köper, B. & Pennig, S. 2004, Economic evaluation of the Critical Incident Stress Management Program, The International Journal of Emergency Mental Health, 6, 185-196.
8. Vogt, J., Pennig, S. & Leonhardt, J. 2007, Critical Incident Stress Management in air traffic control and its benefits, Air Traffic Control Quarterly, 15, 127-156.



# Präsentismus – Forschungsstand und Forschungserfordernisse

Claudia OLDENBURG

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Präsentismus ist ein Konzept, das sich gut eignen würde, um in Verbindung mit Absentismusdaten gezielter Aussagen über den Gesundheitszustand von Beschäftigten zu tätigen. Dies wird derzeit aber noch durch die Unschärfe der Definition, uneinheitliche Messmethoden, vor allem aber sehr verschiedene theoretische Konzepte erschwert. Es besteht auch darüber hinaus ein großer Forschungsbedarf, v.a. hinsichtlich der Wirkmechanismen und der volkswirtschaftlichen Konsequenzen.

**Schlüsselwörter:** Präsentismus, Absentismus, Messbarkeit, Indikator.

## 1. Einleitung

Häufig werden allein Arbeitsunfähigkeitsdaten (Absentismus-Daten) genutzt, um Aussagen über den gesundheitlichen Zustand der Beschäftigten respektive die Wirksamkeit von gesundheitsfördernden Maßnahmen zu tätigen. Diese Daten werden für Vergleiche zwischen Beschäftigtengruppen, Arbeitsplätzen, aber auch über Zeiträume herangezogen. Die Aussagekraft und Vergleichbarkeit von AU-Daten ist jedoch nur begrenzt gewährleistet, denn vor allem in Zeiten hoher Arbeitslosigkeit und in Abhängigkeit von anderen Faktoren wie dem Betriebsklima können Beschäftigte sich entschließen, trotz Krankheit zur Arbeit zu gehen. Dieses Verhalten kann einen nicht zu vernachlässigenden negativen Effekt auf die Produktivität haben, denn zum einen wird der Heilungsprozess der erkrankten Person erschwert (längere Dauer, Verstärkung der Symptomatik, Entstehen von chronischen Erkrankungen), auch können andere Personen angesteckt werden. Zum anderen können Qualität und Quantität der Arbeit abnehmen (geringere Produktion, höhere Ausschussquoten, aber auch falsche Entscheidungen). Dieses Phänomen wird als Präsentismus bezeichnet. Es ist für die Forschung jedoch erst seit kürzerer Zeit von Bedeutung.

## 2. Definition

Dementsprechend gibt es noch größere Uneinigkeit innerhalb der wissenschaftlichen Community hinsichtlich der Definition, der dahinter stehenden theoretischen Konzepte und des Umfangs des Untersuchungsgegenstandes. In Abhängigkeit von der Fragestellung (und auch der mit der Fragestellung verbundenen politischen Agenda) wird Präsentismus in der wissenschaftlichen Literatur unterschiedlich definiert; so entstehen methodische und konzeptionelle Unschärfen. So wird einerseits ein Verhalten als Präsentismus bezeichnet (krank zur Arbeit zu gehen) (vgl. „being present at work but working at a reduced capacity“ Mattke et al. 2007), andererseits die Konsequenzen aus diesem Verhalten, nämlich die entstehenden Produktivitäts-



verluste und deren Kosten (unter vielen vgl. „measurable loss of work performance due to health problems in the workplace“ Yamashita & Arakida 2008; „productivity related cost burden imposed by certain health and disease conditions“ Goetzel et al. 2004). Präsentismus wird immer häufiger auch in der populärwissenschaftlichen Debatte diskutiert und verliert so weiter an konzeptioneller Schärfe.

### **3. Mögliche Implikationen der Präsentismusdebatte**

Viel gegensätzlicher sind jedoch die Schlussfolgerungen, die aus der Beschäftigung mit dem Präsentismus-Phänomen gezogen werden (ausführlicher siehe hierzu Bödeker & Hüsing 2007). Einerseits wird die Notwendigkeit einer allgemeinen Verbesserung des Gesundheitszustandes bspw. durch betriebliche Gesundheitsförderung betont, so dass dadurch Beschäftigte seltener, kürzer und weniger schwer krank sind. Andererseits wird auf eine Verhaltensänderung bei den Beschäftigten abgezielt: Beschäftigte sollten im Krankheitsfall eher Zuhause bleiben. Damit werden zwar die kurzfristigen Produktionsausfälle durch die Abwesenheit höher, weil sie am Arbeitsplatz ausfallen. Dagegen ist ihre Genesungszeit vermutlich kürzer, die Ansteckungsgefahr für Kollegen geringer, was betriebswirtschaftlich letztendlich zu einer eher positiven Bilanz führt. Des Weiteren gibt es jedoch auch Krankheitsbilder, bei denen es förderlich sein kann, trotz Krankheit zur Arbeit zu gehen, indem Therapie und Heilungsprozess durch eine angepasste Wiederaufnahme der Arbeit positiv beeinflusst werden können. Dies trifft zum Beispiel auf die Wiedereingliederung bei/nach psychischen Erkrankungen oder muskulo-skeletalen Krankheiten zu.

### **4. Präsentismus auf volkswirtschaftlicher Ebene**

Der Fokus der Präsentismusforschung ruht bisher weitgehend auf den betriebswirtschaftlichen Kosten. Abschätzungen der Kosten auf volkswirtschaftlicher Ebene sind nur für wenige Staaten vorhanden (vgl. Goetzel et al. 2003, 2004 für die Vereinigten Staaten; Econtech 2007 für Australien). Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und der damit verbundenen möglichen Verlängerung der Lebensarbeitszeit erhält das Präsentismus-Phänomen für die volkswirtschaftliche Entwicklung eine besondere Bedeutung, denn durch eine Chronifizierung von Krankheiten wird langfristig die Beschäftigungsfähigkeit der Bevölkerung riskiert, das Sozialversicherungssystem muss höhere Kosten übernehmen und verliert gleichzeitig Beiträge. Daher ist es umso wichtiger, sich mit dem Ausmaß und den Wirkungsweisen des Präsentismus auseinanderzusetzen, denn neben dem Produktivitätsverlust entstehen auf volkswirtschaftlicher Ebene höhere oder aber eben auch geringere Kosten auf Seiten der Sozialversicherungen (insbes. der Kranken-, Unfall-, und Rentenversicherung). Da entsprechende Berechnungen bisher nicht durchgeführt wurden, sind weitere Untersuchungen zu Wirkmechanismen und Kosten- und Nutzenrechnungen notwendig, um fundiertere Aussagen zu treffen.

Die Präsentismusdebatte wurde jedoch im US-amerikanischen Raum (u.a. durch Goetzel et al. 2003, 2004) angestoßen. In den USA gibt es keine einheitliche Verpflichtung zur Lohnfortzahlung im Krankheitsfall, und so verursacht das Verhalten, selbst bei schwerster Krankheit zur Arbeit zu gehen, möglicherweise viel stärkere wirtschaftliche Folgekosten als in anderen Staaten, da vorrangig die Anwesenheit bezahlt wird (die leicht messbar und überprüfbar ist). Dennoch werden die bei Goet-

zel et al. (2003, 2004) genutzten Zahlen als Grundlage für Abschätzungen zur Auswirkung des Präsentismus in anderen Staaten (Australien, Japan, Deutschland, Schweiz) herangezogen. Aufgrund der Verschiedenheit der Sozialversicherungssysteme, die andere Anreize setzen, aber auch der Betriebskulturen muss diese Übertragbarkeit jedoch in Frage gestellt werden.

## 5. Korrelation von Absentismus und Präsentismus?

Ein weiteres Forschungsfeld, das in der Literatur bisher nur ansatzweise bearbeitet wurde, ist die Korrelation von Absentismus und Präsentismus. Die ursprünglich genutzte Forschungshypothese, dass niedrige Absentismusraten durch hohe Präsentismusraten verfälscht werden, wurde bspw. durch Smulders 2008 nicht bestätigt. Vielmehr zeigte sich, dass Beschäftigte, die oft krank zur Arbeit gehen, gleichzeitig auch häufige Arbeitsunfähigkeitsmeldungen vorweisen. Auch dies ist ein weiterer Beleg dafür, dass die ausschließliche Erhebung von AU-Daten nicht das ganze Ausmaß der Auswirkungen des Gesundheitszustandes auf die Produktivität erfasst. Die gleichzeitige Erhebung von sowohl Absentismus- als auch Präsentismusdaten, d.h. also eine Verankerung eines parallelen Indikators zu Absentismus auf betrieblicher wie volkswirtschaftlicher Ebene, stellt nicht nur eine methodische Verbesserung dar, sondern würde auch allgemein für die Problematik sensibilisieren.

## 6. Einflussgrößen

Ein weiteres Forschungserfordernis stellen die Einflussgrößen hinsichtlich des Verhaltens im Krankheitsfall dar. Dies umfasst einerseits Faktoren wie die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung (der Volkswirtschaft wie des Unternehmens), das Betriebsklima und die Art der Tätigkeit (z.B. konzeptionelle, forschende Tätigkeiten oder manuelle Produktion; Teamarbeit; berufliche Stellung etc.), aber auch soziale und persönliche Einflussfaktoren wie das Maß der Verantwortung, Führungsverhalten und Leistungsdruck (vgl. u.a. Zok 2008). Insbesondere für die Abschätzung des Produktivitätsverlustes für eine Volkswirtschaft ist es wichtig, Präsentismus für bestimmte Gruppen von Beschäftigten (bspw. Führungskräfte) und Wirtschaftssektoren (bspw. Forschung) zu untersuchen, da hier aufgrund falscher Entscheidungen langfristig ein wirtschaftlicher Multiplikatoreffekt anzunehmen ist.

## 7. Literatur

1. Bödeker, W. & Hüsing, T. 2007, iga.Report 12. IGA-Barometer 2. Welle. Einschätzungen der Erwerbsbevölkerung zum Stellenwert der Arbeit, zur Verbreitung und Akzeptanz von betrieblicher Prävention und zur krankheitsbedingten Beeinträchtigung der Arbeit – 2007. Verfügbar unter: [http://www.dnbgf.de/fileadmin/texte/Downloads/uploads/dokumente/2008/iga\\_report\\_12\\_1\\_.pdf](http://www.dnbgf.de/fileadmin/texte/Downloads/uploads/dokumente/2008/iga_report_12_1_.pdf).
2. Brouwer, W.B.F., van Exel, N.J.A., Koopmanschap, M.A. & Rutten, F.F.H. 2002, Productivity costs before and after absence from work: as important as common?, Health Policy, 61, 173-187.
3. Brouwer, W.B.F., Koopmanschap, M.A. & Rutten, F.F.H. 1999, Productivity losses without absence: measurement validation and empirical evidence, Health Policy, 48, 13-27.
4. Econtech 2007, Economic Modelling of the cost of presenteeism in Australia. Verfügbar unter: [http://www.econtech.com.au/information/Social/Medibank\\_Presenteeism\\_FINAL.pdf](http://www.econtech.com.au/information/Social/Medibank_Presenteeism_FINAL.pdf).

5. Goetzel, R.Z., Long, S.R., Ozminkowski, R.J., Hawkins, K., Wang, S. & Lynch, W. 2004, Health, Absence, Disability, and Presenteeism Cost Estimates of Certain Physical and Mental Health Conditions Affecting U.S. Employers. in: *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46, 398-412.
6. Goetzel, R.Z., Hawkins, K., Ozminkowski, R.J. & Wang, S. 2003, The Health and Productivity Cost Burden of the "Top 10" Physical and Mental Health Conditions Affecting Six Large U.S. Employers in 1999, *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45, 5-14.
7. Hemp, P. 2004, Presenteeism: At Work – But Out of It, *Harvard Business Review*, October 2004.
8. Mattke, S., Balakrishnan, A., Bergamo, G. & Newberry, S.J. 2007, A Review of Methods to measure Health-related Productivity Loss, *The American Journal of Managed Care*, 13, 211-217.
9. Nowak, J. (o.J.), Presenteeism, a Proactive Solution for Organizations. Verfügbar unter: <http://ce1.compassdesigner.com/webtools/responder/media.php?sccid=s6524081370238ead85503b9c69bb7900.c1&%20%20i=305:f308d0761123dffd2cb73eb6f1cb963>.
10. Schultz, A.B. & Edington, D.W. 2007, Employee Health and Presenteeism: A Systematic Review, *Journal of Occupational Rehabilitation*, 17, 547-579.
11. Smulders, P. 2008, Sick but at work: sickness presenteeism in the Netherlands. Vortrag am 16.12.2008 in der BAuA, Dortmund.
12. Yamashita, M. & Arakida, M. 2008, Reliability and Validity of the Japanese Version of the Stanford Presenteeism Scale in Female Employees at 2 Japanese Enterprises, *Journal of Occupational Health*, 50, 66-69.
13. Zok, K. 2008, Krank zur Arbeit: Einstellungen und Verhalten von Frauen und Männern beim Umgang mit Krankheit am Arbeitsplatz. In: B. Badura, H. Schröder & C. Vetter (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2007. Arbeit, Geschlecht und Gesundheit. Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft*. Springer: Heidelberg.

# Strategieorientierte Steuerung von betrieblicher Gesundheitsförderung am Beispiel eines Balanced-Scorecard-basierten Ansatzes

Birgit KÖPER

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die effiziente Umsetzung von Maßnahmen der Betrieblichen Gesundheitsförderung (BG) setzt strategieorientierte und systematische Steuerungsmaßnahmen voraus. Der Beitrag stellt ein solches strategiebasiertes Konzept Betrieblichen Gesundheitsmanagements auf Grundlage der Balanced Scorecard vor.

**Schlüsselwörter:** Balanced Scorecard, Betriebliches Gesundheitsmanagement, Steuerung, Evaluation.

## 1. Einleitung

Humankapital und Mitarbeitergesundheit als dessen Teilkomponente werden im Hinblick auf ihren Wertbeitrag zum Unternehmenserfolg intensiv diskutiert. Die heutige Praxis des betrieblichen Gesundheitsmanagements (BGM) besteht jedoch häufig aus unverbundenen einzelnen Ad-Hoc-Maßnahmen, deren nachhaltige Umsetzung und positive Wirkung auf die Mitarbeiter häufig nicht gewährleistet ist (Bödeker 2005). Um Nachhaltigkeit der Maßnahmen zu erreichen, müssen die Prozesse, die sich um die mitarbeiterorientierten (Unternehmen-) Ressourcen kümmern, daher strukturierter, systematischer, und effizienter gesteuert sein. Häufig jedoch stellt die Gesundheit der Beschäftigten kein primäres und strategisch verankertes Unternehmensziel dar. Um bei den Entscheidungsträgern mehr Akzeptanz für Maßnahmenprogramme in der Betrieblichen Gesundheitsförderung zu erreichen, könnten daher Erkenntnisse, wie ein systematisches Betriebliches Gesundheitsmanagement zum Erfolg einzelner Organisationseinheiten bzw. zum Erfolg des Gesamtunternehmens beiträgt, die stärkere Fokussierung auf diese Werttreiber vorantreiben.

## 2. Ganzheitliche und strategiekonforme Steuerungsmodelle für Humankapital und Gesundheitsförderung

Die effiziente Steuerung von Gesundheit als einem Werttreiberbereich von Humankapital muss in diesem Sinne eine Mitarbeiterkomponente und eine Strukturkomponente adressieren.

Zur Bewertung und Steuerung dieser Komponenten steht grundsätzlich eine große Auswahl von Ansätzen zur Verfügung (vgl. Pennig et al. 2006; Pennig & Vogt 2007). Diese lassen sich nach gängigen Klassifizierungen in wert- und indikatororientierte Verfahren einteilen (vgl. Glaser et al. 2007), wobei sich vor der Anforderung der Steuerung qualitativer Aspekte wie den mitarbeiterbezogenen Kriterien die indikatorbasierten Ansätze als Mittel der Wahl herauszustellen scheinen. Diese Verfahren spielen in der Wirtschaftspraxis derzeit wohl die wichtigste Rolle.

Das momentan am weitesten verbreitete mehrdimensionale Indikatorensystem

dürfte die „Balanced Scorecard“ (Kaplan & Norton 1997) mit dem Ziel der Strategiedurchdringung des Unternehmens auf allen Ebenen sein. In diesem, wörtlich als „ausgewogener Berichtsbogen“ übersetzbarem Instrument, sollen zusätzlich zu der finanzwirtschaftlichen (financial focus) auch die Kunden- (customer focus), die Geschäftsprozess- (process focus) sowie die Mitarbeiter- oder Potentialperspektive (learning focus) einfließen und gemäß den strategischen Zielen des Unternehmens mess- und steuerbar gemacht werden. Unter der Mitarbeiterperspektive „Lernen und Wachstum“ ist dabei in der Regel in der BSC für ein gesamtes Unternehmen eine Batterie mehr oder weniger bekannter und etablierter Personalkennzahlen zu finden, wie beispielsweise durchschnittliche Schulungstage pro Mitarbeiter, Mitarbeiterzufriedenheit, -bindung und -motivation, Produktivität, Umsatz oder Wertschöpfung pro Mitarbeiter, Fluktuations- und Absentismusquote etc. Die Entwicklung und gezielte Beeinflussung dieser Indikatoren im Sinne der Unternehmensstrategie steht im Kern des Konzepts und soll durch das Herunterbrechen der Kennzahlen auf unterschiedliche organisationale Ebenen und Einheiten sowie entsprechende Zielvorgaben erreicht werden.

### **3. Projekt zur strategieorientierten Steuerung von Betrieblicher Gesundheitsförderung**

Die geschilderten Prinzipien der BSC (als Steuerungsmethode für ein Gesamtunternehmen) lassen sich auf das ganzheitliche Management von Betrieblicher Gesundheitsförderung im Sinne eines Gesundheitsmanagement übertragen. Eine Gesundheits-BSC dient in diesem Sinne dazu, die strategischen Ziele des BGM in alle relevanten / beteiligten Organisationseinheiten zu „penetrieren“ und zu operationalisieren, indem konkrete Maßnahmen für die mit „Gesundheit“ betrauten Organisationseinheiten aus der Gesamtstrategie abgeleitet und anschließend in ihrer Zielerreichung gemessen werden. Die Perspektiven des Grundkonzepts einer BSC werden dabei an die spezifischen Bedarfe und Inhalte des Handlungsbereichs der Gesundheits-Verantwortlichen (Betriebsärztlicher Dienst, Führungskräfte, Personalmanagement, Personalvertretung, etc.) angepasst. Ein von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gefördertes Projekt (Horváth et al. in Druck) sollte ein praktikables Konzept zur Steuerung von komplexen Programmen in der BGF entwickeln, in einem Unternehmen erproben, statistische Zusammenhänge zwischen den Steuerungsgrößen auf den verschiedenen Ebenen überprüfen und allgemeine Handlungsempfehlungen für die Konzeption und Implementierung eines solchen Steuerungsinstruments ableiten.

Die folgenden Absätze stellen die konzipierte Gesundheits-BSC in ihren Grundzügen sowie die wesentlichen Empfehlungen zu deren Implementierung dar. Im Rahmen des vorgestellten Projekts wurden in enger Kooperation mit dem Praxispartner eine Gesundheitsstrategie für das Unternehmen aus der Gesamt-Unternehmensstrategie abgeleitet und für die einzelnen BSC-Ebenen strategische sowie operative Gesundheitsziele formuliert. Diese Ziele (wie auch die daraus abgeleiteten Kennzahlen) lassen sich natürlich nicht ohne weiteres auf andere Unternehmen übertragen, wohl aber der Entwicklungs- und Implementierungsprozess für die BSC als Steuerungsinstrument für die BGF. So enthält die Finanzperspektive (Ebene 1, siehe Tabelle 1) der im vorgestellten Projekt konzipierten Gesundheits-BSC Kennzahlen, die die Erfolgsfaktoren des BGM abbilden. Denkbar sind hier etwa Kennzahlen zur Arbeitsunfähigkeit, zum Präsentismus, zur Qualität und zur Produktivität, die



in einem abbildbaren Zusammenhang zu Mitarbeitergesundheit stehen. Die Kundenperspektive bildet den Gesundheitsstatus der Mitarbeiter bzw. ihre Beschwerden ab (Ebene 2, siehe Tabelle 1). Geeignete Kennzahlen sind hier etwa aggregierte und anonymisierte Daten zu physischen oder psychischen Erkrankungen, Anzahl arbeitsplatzbezogener Beschwerden, Teilnehmerzahlen an BGF-Maßnahmen, etc. Die Prozessebene (Ebene 3, siehe Tabelle 1) der BSC beinhaltet die Strategieweise Ausrichtung der Gesundheitsprozesse (Angebote des BGF). Ziele können hier beispielsweise sein, die spezifischen Belastungsfaktoren der vorherrschenden Tätigkeiten in einer Organisationseinheiten zu reduzieren, etwa durch Optimierung ergonomischer Aspekte oder den Ausbau der Mitarbeiterressourcen durch geeignete Weiterbildungsmaßnahmen und Trainings. Die Potenzialebene (Ebene 4, siehe Tabelle 1) zeigt die Potenziale des BGM mit den Fähigkeiten und Fertigkeiten der für Gesundheit verantwortlichen Akteure auf. Beispielhafte Ziele in diesem Sinne könnten die Verbesserung der Kundenorientierung, die Ausnutzung von Innovationspotenzialen im BGF oder die Steigerung der Präventionskompetenz sein.

**Tabelle 1:** Beispielhafte Darstellung einer Gesundheits-BSC. Quelle: Horváth et. al (in Druck), S.109

Perspektive	StrategMap	Strategische Ziele	Kennzahlen	Zielwerte	Aktion	Budget
Wertbeitrag	Wertbeitrag	Qualität steigern Fehlzeiten senken Produktivität erhöhen	Ausschuss (ppm) Krankenstand (Arbeiter) Gefertigte Teile (Zahl)			
Gesundheit & Beschwerden		Physische Belastung reduzieren  Psychische Belastung der Mitarbeiter reduzieren  Gesundheitsverhalten der Mitarbeiter optimieren	Anzahl Kontaktpersonen Anzahl Ambulanzen Arbeitsplatzbezogene Problemfälle davon ... Extremitätenbeschwerden ... Wirbelsäulenbeschwerden/Brustkorb ... Herz/Kreislaufbeschwerden ... Hauterkrankungen/Allergie ... Neurologische Beschwerden ... Sonstige Fälligesamt, davon ... Sucht ... Psyche ... Konflikt ... Soziale Probleme			
BGF-Prozesse		Arbeitssicherheit und -schutz steigern Ergonomie verbessern Integrationsmanagement verbessern Prävention erhöhen Sozialberatung optimieren	Unfallbelastung (Ausfalltage pro 1 Mio. Anwesenheitsstunden) Unfallschwere Ergonomische Verbesserungen bzw. Optimierungen % der ergonomisch geplanten Prozesse Erfolgreiche Wiedereingliederung "Langzeitkranker" Teilnehmerzahl (Mobil) Anzahl der Gesundheitstrainings (Arbeiter) Anzahl der Gesundheitstrainings (Führungskräfte) Reaktionszeit Sozialberatung (Anzahl/Woche)			
BGF-Potenziale		Neue Themengebiete erschließen Kundenorientierung verbessern Fachwissen aufbauen	Themengebiete erschließen noch zu entwickeln Kundenorientierung verbessern noch zu entwickeln Fachwissen aufbauen noch zu entwickeln			

Die obige Tabelle (1) bildet eine beispielhafte Gesundheits-BSC mit ihren Perspektiven, der daraus abgeleiteten Strategy-Map sowie möglicher Ziele und Kennzahlen ab.

Die Spalten enthalten (von links nach rechts) die BSC-Ebenen /-perspektiven, die Strategy-Map mit den strategischen Gesundheitszielen, die Spalte mit den daraus abgeleiteten operativen Gesundheitszielen und mögliche Kennzahlen, mit denen der Erreichungsgrad dieser operativen Gesundheitsziele gemessen werden kann.

Die Strategy Map bildet quasi eine „Landkarte“ der strategischen Gesundheitsziele und der intendierten Wirkbeziehung dieser Zielbereiche aufeinander. Grundsätzlich geht das Rahmenkonzept der BSC davon aus, dass von der Potenzialebene über die Prozess- und Kundenebene nachvollziehbare Wirkungen auf die Erfolgsebene aus-



gehen, wie auch die Pfeile in der Abbildung nahelegen.

Insgesamt ist zu betonen, dass der Mehrwert eines BSC-Kennzahlensystems mit Ursache-Wirkungsbeziehungen (Strategy Map) nicht allein in der Methode selbst liegt, sondern sich erst entfaltet, wenn es gelingt, mit allen Beteiligten und Verantwortlichen eine klare und verbindliche strategische Ausrichtung des betrieblichen Gesundheitsmanagements zu erarbeiten und zu definieren. Die Gesundheits-BSC ist ein Instrument, das diesen Prozess unterstützen und leiten kann.

Grundsätzlich lassen sich folgende zentrale Anforderungen an ein Unternehmen identifizieren, wenn es ernsthaft die gesundheitsbezogenen Faktoren im Hinblick auf Wertbeitrag und Nachhaltigkeit steuern will:

- Commitment des Managements (die Entwicklung der BSC als Prozess auffassen, Zeit und Mühe investieren, langfristiges Engagement zeigen)
- Strategische Ausrichtung (Gesundheitsstrategie inhaltlich aus der Unternehmens- und Personalstrategie ableiten bzw. mit diesen in Gleichklang bringen)
- Vernetzung (BGM als vernetzten Prozess auffassen und entsprechende Strukturen schaffen)
- Kontinuität (Durch die Erarbeitung und Implementierung einer unternehmensspezifischen Gesundheits-BSC ist noch keine – im Sinne der Gesamt- und Gesundheitsstrategie- effiziente Steuerung gewährleistet. Der Steuerungsbegriff impliziert in sich eine prozesshafte Überprüfung und Anpassung der Zielformulierungen, der Strategiekonformität dieser Ziele und ihre angemessene Operationalisierung durch entsprechende Kennzahlen).

Ausführliche Empfehlungen zur Implementierung und zum kontinuierlichen Einsatz einer Gesundheits-BSC im Sinne eines Handlungsleitfadens finden sich bei Horváth et al. (in Druck).

#### 4. Literatur

1. Bödeker, W. 2005, Evidenzbasierung wird die Zukunft von Gesundheitsförderung bestimmen, BKK News Gesundheitsförderung Aktuell, 06. In: <http://www.bkk.de/bkk/show.php3?id=492&nodeid=492>
2. Glaser, J., Hornung, S. & Labes, M. 2007, Indikatoren für die Humanressourcenförderung – Humankapital messen, fördern und wertschöpfend einsetzen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
3. Horváth, P., Gamm, N., Möller, K., Kastner, M., Schmidt, B., Iserloh, B., Otte, R., Braun, M., Malter, M., Pennig, S., Vogt, J. & Köper B. (in Druck), Evaluation der betrieblichen Gesundheitsförderung mit Hilfe der Balanced Scorecard am Beispiel eines Unternehmens in der Automobilindustrie. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
4. Kaplan, R. S. & Norton, D. P. 1997, Balanced Scorecard. Strategien erfolgreich umsetzen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
5. Pennig, S. & Vogt, J. 2007, Wirtschaftlichkeitsbewertung im Personalmanagement. Handlungshilfe, Wegweiser und Werkzeuge. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
6. Pennig, S., Kremeskötter, N., Nolle, T., Koch, A., Maziul, M. & Vogt, J. 2006, Ökonomische Evaluation von Personalressourcen und Personalarbeit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

# Work-Life Balance aus der Perspektive erwerbsbiographischer Gestaltungsmodi im internationalen Vergleich

Simone KIRPAL

*Institut Technik und Bildung, Universität Bremen,  
Am Fallturm 1, D-28359 Bremen*

**Kurzfassung:** Basierend auf einer empirischen Untersuchung mit Pflegefachkräften und Fachkräften der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) geht der Beitrag der Frage nach, wie Erwerbstätige in Deutschland und England Arbeits- und Lernanforderungen mit ihren beruflichen und privaten Zielen und Wünschen in Einklang bringen. Bei der Analyse steht die Subjektebene im Vordergrund, die es ermöglicht, das Thema Work-Life Balance mit erwerbsbiographischen Gestaltungsmodi in Beziehung zu setzen und in einer international vergleichenden Perspektive zu diskutieren.

**Schlüsselwörter:** Erwerbsbiographien, Work-Life Balance, Lernanforderungen, Arbeitsmarktflexibilisierung.

## 1. Einleitung

Arbeitsmarktflexibilisierung, die Auflösung unbefristeter Beschäftigungsverhältnisse und sich wandelnde berufliche Lern- und Arbeitsanforderungen sind eng verknüpft mit Tendenzen, die unter dem Stichwort „Entgrenzung der Arbeit“ diskutiert werden (vgl. bspw. Kleemann et al. 2003; Minssen 2000): Von den Beschäftigten wird zunehmend eine hohe Lernbereitschaft, persönliches Engagement, voller Arbeitseinsatz und die uneingeschränkte Verfügbarkeit gegenüber dem Arbeitgeber erwartet. Intrinsische Kontrollmechanismen gelten nicht mehr nur für hoch qualifizierte Arbeitnehmer, sondern Selbstdisziplin und selbst gesteuertes Arbeiten und Lernen werden zunehmend auch für Fachkräfte in innovativen wie auch in traditionellen Dienstleistungsbranchen vorausgesetzt.

In der aktuellen Forschung gilt die sich ständig erweiternde IKT-Branche als Leitmodell neuer Arbeitsformen, die eine Abgrenzung zwischen Arbeit, Selbstverwirklichung, Freizeit und Privatleben zunehmend aufheben (siehe bspw. Ewers et al. 2006). Durch eine betriebliche Arbeitsorganisation, die auf flache Hierarchien, einer Projekt orientierten Arbeitsgestaltung und flexiblen Arbeitszeiten basiert, orientieren sich Arbeitgeber und Unternehmen zunehmend an dem Modell eines flexiblen und lernbereiten Arbeitnehmers, der sich kontinuierlich und selbstständig weiterbildet und ein hohes Maß an Arbeitseinsatz, Lernbereitschaft und Eigenverantwortung zeigt. Für die Mitarbeiter sind dies Schlüsselkompetenzen, um sich in diesem Arbeitsfeld zu positionieren und ihre Beschäftigung zu sichern (vgl. Loogma et al. 2004). Kernelemente sind hierbei die projektförmig organisierte Arbeit (Boes & Baukowitz 2002) und ein verstärkt unternehmerischer Umgang mit der eigenen Arbeitskraft (Voß & Pongratz 1998).

Während sich bei Mitarbeitern in der IKT-Branche Konflikte in Bezug auf Work-Life Balance in erster Linie entlang eines hohen Lern- und Arbeitseinsatzes und der uneingeschränkten Verfügbarkeit gegenüber dem Arbeitgeber herauskristallisieren, ist

bei den Pflegefachkräften das Thema Work-Life Balance eng mit dem sich wandelnden Pflegeleitbild verknüpft und dem Gefühl, den eigenen beruflichen Ansprüchen in einem stark dynamisierten und unter Rationalisierungsdruck stehenden Arbeitsumfeld nicht (mehr) gerecht werden zu können. Strukturelle Veränderungen in Deutschland und England werden hierbei zunächst durch die demographische Entwicklung hervorgerufen, die neue Rahmenbedingungen und eine Notwendigkeit zur Kostenersparnis induziert. Die wichtigsten Rationalisierungsmaßnahmen stellen der Abbau von Personal, eine systematische Verkürzung der Krankenhausverweildauer von Patienten sowie eine Ökonomisierung der Arbeitsabläufe und Materialverwertung dar. Krankenhäuser müssen zunehmend wettbewerbs- und kundenorientierte Prioritäten setzen.

In beiden Ländern werden Rationalisierungsmaßnahmen von Qualitätskontrolle und der Professionalisierung der Krankenpflege begleitet, die zumindest teilweise mit der Etablierung neuer Qualitätsstandards verknüpft wird. Diese Entwicklungen unterstreichen einen eigenverantwortlichen, prozesshaften und ganzheitlichen Ansatz der Pflege, bei dem Pflegefachkräfte vor allem in der Lage sein müssen, neue Aufgabenzuschnitte zu bewältigen. Neben der rein pflegerischen Arbeit kommen Anforderungen an die Dokumentation der einzelnen Arbeitsschritte und weitreichende administrative Aufgaben hinzu. Die Zunahme der koordinierenden, beratenden und administrativen Aufgaben führt dazu, dass das berufliche Kompetenzprofil für Pflegefachkräfte zunehmend überfachliche Aufgaben und Fähigkeiten beinhaltet.

In der Praxis bedeuten Personalabbau und die Rationalisierung von Arbeitsabläufen für die Pflegekräfte eine höhere Arbeitsdichte, die sich insbesondere in einem hohen Zeitdruck widerspiegelt. Subjektiv drückt sich dies in dem Gefühl aus, für die Patienten nicht genug Zeit zu haben, einen erheblichen Anteil der Arbeitszeit mit Dokumentation und administrativen Tätigkeiten zu verbringen und die eigentliche pflegerische Arbeit zu vernachlässigen. Pflegefachkräfte leiten ihr berufliches Selbstverständnis in erster Linie aus der Pflege am Patienten und einer moralisch-ethischen Verpflichtung ab. Vor dem Hintergrund der fortschreitenden Ökonomisierung von Humandienstleistungen haben sie das Gefühl, mit den neuen Aufgaben- und Kompetenzzuschnitten weder ihrem eigenen beruflichen Anspruch noch dem Patienten gerecht zu werden. Im Zusammenspiel mit mangelnder Anerkennung hat dies zur Folge, dass ein zunehmend hoher Anteil an Pflegekräften (zum Teil zeitweise) den Beruf verlässt, entweder aufgrund andauernder Überlastung oder weil sie unter den Arbeitsbedingungen den zum Teil als widersprüchlich wahrgenommenen Erwartungen und Anforderungen nicht gerecht und dadurch demotiviert werden (Kirpal 2004). In England ist der akute Fachkräftemangel in Krankenhäusern bereits seit längerem ein Dauerthema, das sowohl die Neurekrutierung von geeigneten Nachwuchskräften als auch die Sicherung einer gut qualifizierten Stammbesetzung betrifft.

## 2. Methode

Der Beitrag basiert auf Ergebnissen mehrerer qualitativer empirischer Untersuchungen (Leitfaden gestützte Einzel- und Kleingruppeninterviews) mit Fachkräften, Managern und Experten aus den zwei Branchen, die zwischen 2001 und 2005 in Deutschland und England durchgeführt wurden. Methodisch bildete die Erarbeitung von Fallstudien neben dem qualitativen und komparativen Ansatz ein weiteres Kernstück. Der komparative Ansatz spiegelt sich auf der Ebene der international vergleichenden Perspektive, der Gegenüberstellung der beiden Branchen und in der ge-

trennten Befragung von Vorgesetzten und Personalmanagern gegenüber Arbeitnehmern ohne Vorgesetztenfunktion. Ein solches Vorgehen wurde gewählt, um die Erwartungen von Management und Vorgesetzten in Bezug auf neue Anforderungen sowie den Lern- und Anpassungsleistungen der Mitarbeiter mit den Perspektiven der Fachkräfte zu kontrastieren. Die Pflegefachkräfte arbeiteten mehrheitlich in Krankenhäusern. Bei den Fachkräften der IKT-Branche handelte es sich überwiegend um Techniker, die in KMUs und Großunternehmen der Branche beschäftigt waren.

Die Untersuchungsgruppe umfasste insgesamt 112 Personen (N=59 aus Deutschland; N=53 aus England), wobei der Schwerpunkt auf Personen, die in der Mitte ihrer Erwerbsbiographie stehen, gelegt wurde. Die Dateninterpretation folgte den Regeln der „grounded theory“ (Strauss & Corbin 1990) und der Auswertung des Problem zentrierten Interviews (Witzel 1996).

### 3. Ergebnisse

Obwohl das Thema Work-Life Balance nicht im Zentrum der durchgeführten Untersuchung stand, trat es bei der Auswertung der Ergebnisse als ein dominantes Thema in der Gestaltung von Erwerbsbiographien hervor.

Für die IKT-Branche zeigte sich eine hohe Konvergenz zwischen Fachkräften in Deutschland und England trotz des unterschiedlichen beruflichen Hintergrunds der beiden Untersuchungsgruppen. Fachkräfte der IKT-Branche waren zwar hochgradig flexibel, mobil und lernbereit, orientierten sich aber gleichzeitig an stabilen Arbeits- und Beschäftigungsverhältnissen mit dem Ziel, mehr Kontrolle in einem weitgehend nicht planbaren Arbeitsumfeld zu erlangen und räumliche Mobilitätsanforderungen gering zu halten. Dies war nicht nur der Fall bei den älteren Arbeitnehmern. Auch junge, hoch qualifizierte IKT-Fachkräfte gestalteten ihre Karriere und Arbeitsbedingungen im Hinblick auf eine bessere Vereinbarkeit von privaten und beruflichen Interessen selbst wenn sie dadurch auf aussichtsreiche Gehalts- und Karrieremöglichkeiten verzichten mussten. Oftmals standen hierbei Beschäftigungssicherheit und ein kontinuierliches Arbeitsumfeld im Vordergrund, beides Faktoren, die mit einer größeren Beziehungsstabilität sowohl im Arbeits- als auch im Privatleben verbunden wurden. Bezogen auf das Arbeitsumfeld wurde Kontinuität auch mit einer größeren Kontrolle über die berufliche Weiterentwicklung assoziiert. Dies bezog sich sowohl auf zukünftige Karrierechancen als auch auf die Weiterentwicklung der beruflichen Kompetenzen und Fertigkeiten.

In der Krankenpflege wurde das Thema Work-Life Balance vor dem Hintergrund gleicher Merkmale des Strukturwandels (Effizienz, Ökonomisierung, Qualitätskontrolle im Gesundheitswesen) und der Professionalisierung thematisiert, jedoch differierten die erwerbsbiographischen Gestaltungsmodi von Pflegefachkräften in Deutschland und England im Hinblick auf eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben erheblich. Der Flexibilisierungs- und Restrukturierungsprozess erzeugt Spannungen zwischen Patientenorientierung und Rationalisierung und konfliktreiche Erfahrungen, auf die unterschiedlich geantwortet wird: bei den deutschen Pflegekräften dominiert das Muster des vorübergehenden Ausstiegs, in England dagegen Mobilität und gezielte Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit. Hier zeigte sich deutlich die Wechselwirkung zwischen institutionellen Rahmenbedingungen aufgrund der unterschiedlichen nationalen Regulierung des Arbeitsmarktes, dem professionellen Kontext und den erwerbsbiographischen Orientierungen der Pflegekräfte. In England ist die Berufsdurchlässigkeit hoch und berufliche Mobilität in Bezug auf Ein- und Aus-

stiege wird institutionell unterstützt. Dementsprechend dominierten bei den angelsächsischen Pflegekräften Arbeitsplatz- und Berufswechsel, um eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben zu realisieren. Das Streben nach einer stärkeren Kontrolle bezog sich dabei insbesondere auf die Arbeitszeiten. Oft wurde ein Berufs- oder Arbeitsplatzwechsel nach dem Kriterium regelmäßiger und flexiblerer Arbeitszeiten ausgewählt; reguläre Arbeitszeiten einerseits, um die zur Verfügung stehende Zeit besser planen und aufteilen zu können und gleichzeitig flexiblere Arbeitszeiten, um familiären Verpflichtungen nachkommen zu können.

Deutsche Pflegekräfte reduzieren dagegen ihre Arbeitszeit und arbeiten Teilzeit oder steigen (in der Regel temporär) ganz aus dem Berufsleben aus. Teilzeitarangeements ermöglichen einerseits mehr Zeit für sich und/oder die Familie zu haben, andererseits sich beruflich weiterzubilden oder durch eine größere Distanz zum Arbeitskontext letztendlich motivierter und mit mehr Energie die Berufstätigkeit auszuüben. Da bei den deutschen Pflegekräften für die Berufsorientierung das Team und die Station und somit das direkte Arbeitsumfeld wichtige Bezugspunkte sind, sind Arbeitsplatzwechsel selten und werden zumindest nicht strategisch zur Verbesserung der Work-Life Balance in Betracht gezogen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass bei allen Befragten die Vereinbarkeit von privaten und beruflichen Zielen ein zentrales Thema bei der Gestaltung ihrer Erwerbsbiographien darstellt. Allerdings werden diese Ziele nicht in zwei dichotome Lebensbereiche gedacht, sondern Formen der Entgrenzung zeigen sich insbesondere bei dem Ausbalancieren der beiden Sphären: In der Krankenpflege teilweiser Ausstieg aus dem Beruf um private Interessen zu verwirklichen, aber letztendlich auch um sich (wieder) motivierter und engagierter im Beruf wahrzunehmen; in der hochgradig dynamischen IKT-Branche das Streben nach Kontinuität, um eine größere Beziehungsstabilität in beiden Sphären zu haben, aber auch um seine Persönlichkeit und beruflichen Interessen im Arbeitskontext besser verwirklichen zu können.

#### 4. Literatur

1. Boes, A. & Baukowitz, A. 2002, Arbeitsbeziehungen in der IT-Industrie. Erosion oder Innovation der Mitbestimmung?. Berlin: edition sigma.
2. Ewers, E., Hoff, E.-H., Geffers, J., Petersen, O. & Schrap, U. 2006, Arbeit als Lebensform? Neue Formen der Lebensgestaltung bei Beschäftigten im IT-Bereich. Münster: Waxmann.
3. Kirpal, S. 2004, Work identities of nurses: between caring and efficiency demands, *Career Development International*, 9, 274-304.
4. Kleemann, F., Matuschek, I. & Voß, G.G. 2003, Subjektivierung von Arbeit – ein Überblick zum Stand der soziologischen Diskussion. In: M. Moldaschl & G.G. Voß (Hrsg.), *Subjektivierung von Arbeit*. München & Mering: Rainer Hampp, 57-114.
5. Loogma, K., Ümarik, M. & Vilu, R. 2004, Identification-flexibility dilemma of IT specialists, *Career Development International*, 9, 323-348.
6. Minssen, H. 2000, Begrenzte Entgrenzungen: Wandlung von Organisation und Arbeit. Berlin: edition sigma.
7. Strauss, A.L. & Corbin, J. 1990, *Basics of Qualitative Research. Grounded Theory Procedures and Techniques*. Newbury Park: Sage.
8. Voß, G.G. & Pongratz, H.J. 1998, Der Arbeitskraftunternehmer. Eine neue Grundform der Ware Arbeitskraft?, *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 50, 131-158.
9. Witzel, A. 1996, Auswertung problemzentrierter Interviews. Grundlagen und Erfahrungen. In: R. Strobl & A. Böttger (Hrsg.), *Wahre Geschichten? Zu Theorie und Praxis qualitativer Interviews*. Beiträge zum Workshop 'Paraphrasieren, Kodieren, Interpretieren' im kriminologischen Forschungsinstitut Niedersachsen am 29. und 30. Juni 1995 in Hannover. Baden-Baden: Nomos, 49-75.



# Erfolgreiche Innovation mit älteren Belegschaften

Hans-Dieter SCHAT

*Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI),  
Competence Center Industrie- und Serviceinnovationen,  
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe*

**Kurzfassung:** Arbeitsgruppen mit vielen älteren Beschäftigten beteiligen sich in geringerem Maße am Kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP). Doch dies lässt sich vermeiden. Aus dem Vorgehen von Betrieben, die mit einer vergleichsweise alten Belegschaft überdurchschnittliche Innovationsleistungen zeigen, werden Konzepte und Regeln abgeleitet, die die Innovation mit älteren Belegschaften verbessern.

**Schlüsselwörter:** Innovation, Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP), Demografie.

## 1. Einleitung

Vielerlei Rahmenbedingungen wandeln sich derzeit für die Metall- und Elektroindustrie. Als ein Beispiel sei die demografische Entwicklung herausgehoben. Die Bevölkerung und damit die Belegschaften werden älter. Im Folgenden werden Erkenntnisse aus Betrieben vorgestellt, die mit einer vergleichsweise alten Belegschaft überdurchschnittliche Innovationsleistungen zeigen. Aus dem Vorgehen dieser Betriebe lassen sich Konzepte und Regeln ableiten, die die Innovation mit älteren Belegschaften generell verbessern.

Im Zentrum der folgenden Überlegungen stehen immer Belegschaften oder (Arbeits-)Gruppen. Beispielsweise ist die Aussage „Arbeitsgruppen mit vielen älteren Arbeitern beteiligen sich nur in geringem Maße am Kontinuierlichen Verbesserungsprozess“ nicht als Aussage über die Beteiligung einzelner Beschäftigter am KVP zu verstehen, die neben dem Lebensalter auch von vielen anderen Faktoren, etwa der Motivation, der Ausbildung und der Berufserfahrung abhängig ist. Statistisch mitteln sich bei einer größeren Anzahl von Beschäftigten deren individuelle Motivation, Ausbildung und Berufserfahrung heraus.

## 2. Methode

Einen Anstoß für die hier vorgestellte Studie gab das Benchmarking des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft (IfaA) e.V. Dies ist eine jährliche Befragung, an der sich rund 100 Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie beteiligen, die sich bei betriebswirtschaftlichen Kennzahlen, Personal- und Organisationskonzepten, Betriebsmitteln sowie Qualitäts- und Ideenmanagement vergleichen. Im Gegensatz zu einer Unternehmensbefragung werden die teilnehmenden Unternehmen nicht nach wissenschaftlichen Kriterien ausgewählt; vielmehr melden sich die Teilnehmer selbst an. Möglicherweise sind die Daten nicht repräsentativ. Für eine explorative Studie ist die Stichprobe hinreichend groß und differenziert (vgl. Baszenski 2007).

Aus den IfaA-Benchmarking-Teilnehmern wurden einige Betriebe identifiziert, die bei einem vergleichsweise hohen Durchschnittsalter der Belegschaft eine ungewöhn-



lich hohe Beteiligung der Beschäftigten am Innovationsprozess aufweisen. Diese Betriebe wurden besucht und Interviews sowie Beobachtungen durchgeführt.

### 3. Ergebnisse

Die Leitfrage bei der Erarbeitung der im Folgenden vorgestellten Konzepte war: Wie lassen sich diese Konzepte einsetzen um Innovation zu verbessern?

- **Die Dinge selbst ändern können**  
Dies ist das am häufigsten und nachdrücklichsten vertretene Konzept innovativer Betriebe. Es zeigte sich auf zwei Wegen. Zunächst berichteten alle Befragten, wie sie selbst ihren Ansatz des Ideenmanagements entwickelt und umgesetzt haben. Zum anderen berichteten alle erfolgreichen Ideenmanager von mindestens einem Fall aus ihrer Praxis, in der ein „ganz normaler Arbeiter“ sich schon immer an einer umständlichen Arbeitsweise, an der Verschwendung von Material oder Energie gestört hat, seinen Ärger jedoch für sich behielt. Nun, mit dem neu etablierten Ideenmanagement, gab es ein Werkzeug, dies produktiv umzusetzen.
- **Respekt vor dem Arbeiter**  
In einigen Betrieben werden die Unterschiede zwischen Arbeitern und Angestellten betont. Ein Beispiel: Konstrukteure entwerfen eine Maschine, die dann von Arbeitern hergestellt wird. Häufig reichen die von der Konstruktionsabteilung an die Produktion gegebenen Informationen nicht aus, um eine Maschine vollständig herzustellen. Dann sind Gespräche zwischen Konstrukteur und Arbeiter notwendig. Schwierigkeiten in diesem Bereich können zu ernsthaften Qualitätsproblemen führen. Diese Kommunikationsbarrieren sind ein Hindernis für Arbeiter, Verbesserungsvorschläge einzubringen. Allen befragten Ideenmanagern war diese Problematik bekannt, der sie mit verschiedenen Ansätzen begegneten.
- **Ausbildung**  
Alle besuchten Betriebe beschäftigten sowohl Facharbeiter als auch ungelernte Arbeiter. Die befragten Ideenmanager lobten vor allem die Facharbeiter für ihre Beteiligung an der Prozessinnovation, und ausdrücklich auch die älteren Facharbeiter mit häufig langer Betriebszugehörigkeit und entsprechenden Erfahrungswissen und Überblick. Diese Arbeiter können besonders gut einschätzen, welche Auswirkungen die Verbesserung an einer Stelle auf die Arbeit in anderen Bereichen des Betriebs haben könnte.
- **Finanzielle Anreize**  
Die Diskussion über ein angemessenes Anreizsystem für das Ideenmanagement wird in allen besuchten Betrieben geführt, doch waren sich die Interviewpartner einig darin, dass alleine aufgrund von Prämien kaum Vorschläge eingereicht werden.
- **Arbeiten in einem erfolgreichen Unternehmen**  
Der Stolz, zu einem guten und erfolgreichen Unternehmen zu gehören, kam in allen besuchten Betrieben wie folgt zum Ausdruck: Die Interviewpartner freuten sich zwar, als besonders innovativ im IfaA-Benchmarking zu gelten, doch dies hatten sie auch erwartet, da der Betrieb insgesamt erfolgreich ist.
- **Kultur**  
In jedem Gespräch, das ich für dieses Projekt führte, wurde die besondere Kultur des betreffenden Betriebs betont. Dazu gehört auch die Frage, wie be-

stimmte Beschäftigtengruppen im Betrieb angesehen werden, besonders die Schwächeren oder Gruppen von Beschäftigten, die gerne als schwächer wahrgenommen werden. Eine solche Gruppe sind die älteren Beschäftigten. In der Tat wurde regelmäßig erklärt, eigentlich nehme man im Betrieb „die Älteren“ gar nicht als besondere Beschäftigtengruppe war. Selbstverständlich gibt es auch in diesen Betrieben Maßnahmen für Beschäftigte mit gesundheitlichen Einschränkungen. Doch eine spezifische Behandlung von „Älteren“ als eine Zielgruppe mit besonderen Problemen gab es in keinem der besonders innovativen Betriebe.

Im vorangegangenen Abschnitt wurde die Fähigkeit, die Dinge selbst zu ändern als eines der Kernkonzepte erfolgreicher Innovation herausgearbeitet. Gerade weil dies so ist, haben die Befragten bestimmte günstige Umstände nicht erwähnt, obwohl mit Händen zu greifen war, wie diese Umstände beigetragen haben, die Innovation im Betrieb voranzutreiben. Diese Konzepte werden nun vorgestellt.

- **Langfristige Verfolgung einer Strategie**  
Alle in diesem Projekt als besonders innovativ beschriebenen Betriebe behaupten sich am Markt und wirtschaften erfolgreich. Doch keiner der in diesem Projekt befragten Betriebe muss mit einer Eigentümerstruktur arbeiten, die auf kurzfristigen Gewinn ausgerichtet ist und unruhig werden, wenn Quartalszahlen unter ihren Erwartungen bleiben. So können sich Arbeiter wie Führungskräfte langfristig einem Prozess wie dem der Prozessinnovation oder des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses verpflichten.
- **Abgeschiedene Lage**  
Bereits Hermann Simon fand 1996 die meisten seiner „heimlichen Gewinner“ in abgelegenen Gebieten. Hier müssen Betrieb und Beschäftigte zusammenarbeiten: In der Regel gibt es an diesem Ort für keine der beiden Parteien eine Alternative. Oft kennen sich Familien von Beschäftigten und Eigentümerfamilie(n) bereits seit Generationen. Dies fördert langfristige Verpflichtung sowie langfristiges Denken und Planen. Fehlende Ablenkung fördert die Konzentration auf die berufliche Aufgabe.
- **Tradition**  
Entscheidend für den Erfolg jeder Strategie der kontinuierlichen Verbesserung ist die Person, die diese Strategie vorantreibt. Ein erfolgreicher Ideenmanager muss vor allem mit seiner ganzen Energie den Verbesserungsprozess vorantreiben. In jedem der hier befragten besonders innovativen Betriebe mit älteren Belegschaften war ein solcher Ideenmanager zu finden. Die Ideenmanager kennen ihren Betrieb sehr gut und sind durch informelle Kontakte in der Lage, Verbesserungen auch außerhalb des offiziellen Dienstwegs schnell umzusetzen. Die Ideenmanager sehen das Ideenmanagement als ihre Aufgabe, der sie sich langfristig verpflichtet fühlen, und nicht beispielsweise als Durchgangsstation für einen weiteren beruflichen Aufstieg.
- **Spaß**  
Alle Betriebsbesuche, alle Gespräche hatten eines gemeinsam: Sie fanden in sehr entspannter Atmosphäre statt, sie haben viel Spaß gemacht. Der meistgehörte Ton während der Gespräche über die Förderung von Innovation in Betrieben mit älteren Beschäftigten war: Herzliches Lachen. Und in diesem Sinne wurde in jedem der für diese Projekt befragten Betriebe von Beschäftigten erzählt, die Vorschläge nicht für eine Prämie oder für bessere Karrierechancen, sondern einfach aus der Freude an der Verbesserung heraus entwickeln.

Den Besuchen und Befragungen in Betrieben, die mit älteren Belegschaften besonders innovativ sind, gingen intensive Literaturstudien voraus. In diesem Abschnitt werden Konzepte behandelt, die von einigen Autoren vorgeschlagen wurden, sich in den „best practice“-Betrieben aber nicht wiederfanden und deren Anwendung Betriebe, die die Beteiligung ihrer Belegschaften am Ideenmanagement erhöhen wollen, sehr genau überdenken sollten.

- Spezifische Aufgaben für Ältere

In der Literatur zum „Kompensationsmodell des Alterns“ findet sich dieser Argumentationsstrang: Mit dem Alter nehmen Fähigkeiten nicht ab, sie wandeln sich aber. Daher verfügen jüngere wie ältere Beschäftigte über je spezifische Fähigkeiten. Dies soll genutzt werden indem jüngeren und älteren Beschäftigten jeweils spezifische Aufgaben zugewiesen werden. Jüngere Beschäftigte erhalten Aufgaben, die beispielsweise aktuelles Wissen voraussetzen, wie es in Ausbildung und Studium vermittelt wird. Ältere Beschäftigte erhalten Aufgaben, die Erfahrungen voraussetzen, wie sie in langjähriger Berufs- und Betriebszugehörigkeit erworben werden. Alle befragten Ideenmanager wunderten sich über die Frage, ob sie spezifische Innovationsaufgaben für jüngere oder für ältere Beschäftigte vorsehen würden. Ebenso fremd war ihnen der Gedanke, KVP-Gruppen, Qualitätszirkel oder ähnliche Gruppen mit der Aufgabe der Entwicklung und Einführung von Innovationen könnten gezielt aus Mitgliedern unterschiedlicher Altersgruppen zusammengesetzt werden.

- Beitrag der Innovation zum wirtschaftlichen Erfolg des Betriebs

Prozessinnovation ist zentral für den wirtschaftlichen Erfolg eines Industriebetriebes. Allen Befragten war dieser Zusammenhang bewusst. Jeder der befragten Ideenmanager war stolz auf den Beitrag, den das von ihm verantwortete Ideenmanagement zum Erfolg seines Betriebes leistet. Doch nur ausnahmsweise wurde dieser Zusammenhang bei der Einwerbung von Ideen und der Förderung des Innovationsmanagements betont. Die erfolgreichen Ideenmanager sind der Meinung, dass der „normale“ Beschäftigte sich ohnehin kaum für die übergeordneten Kennzahlen oder für langfristige Strategien des Unternehmens interessiert. Sie betonen den Nutzen, den der Einzelne von der Verbesserung seines Arbeitsgebietes hat und erklären nur allgemein, dass Prozessinnovationen auch dem gesamten Betrieb und dessen Fähigkeit hilft, einen sicheren Arbeitsplatz und ein gutes Gehalt bereit zu stellen.

#### 4. Literatur

1. Baszenski, N. 2007, Auf der Suche nach Spitzenleistungen – ein Rück- und Ausblick, Angewandte Arbeitswissenschaft -Zeitschrift für Unternehmenspraxis, Heft 191, 36-55.
2. Simon, H. 1996, Hidden Champions. Boston: Harvard Business School Press.

## **ZEuS: Ein altersgerechtes eLearning-Programm zum Zeit- und Selbstmanagement**

Sonja BAUSCH, Katrin NOEFER, Ralf STEGMAIER und Karlheinz SONNTAG

*Abteilung für Arbeits- und Organisationspsychologie der Universität Heidelberg,  
Hauptstraße 47-51, D-69117 Heidelberg*

**Kurzfassung:** Demographische Veränderungen geben Anlass, neue Wege der Trainingsgestaltung zu erforschen. Das ZEuS-Projekt untersucht mit einem eLearning-Programm die Fragestellung, wie ein Behavior Modeling Training gestaltet werden muss, damit jüngere und ältere Trainingsteilnehmer optimale Lern- und Transfererfolge erzielen. Inhaltlich beschäftigt sich das Programm mit Zeit- und Selbstmanagement und verbindet klassische und neue Ansätze: Einführungsabschnitte vermitteln zuerst Wissen, Videosequenzen vertiefen dieses praxisnah und innovative Aufgaben dienen der interaktiven Übung. Professionell erstellte Videosequenzen wurden mit einem jungen, einem mittleren und einem älteren Schauspielermodell gedreht und verschiedenen alten Teilnehmern dargeboten (alterskongruent vs. inkongruent). Es wird erwartet, dass sich die altersbezogene Ähnlichkeit von Lerner und Schauspielermodell förderlich auf den Lern- und Transfererfolg auswirkt und die Lernmotivation, besonders der älteren Lerner, erhöht. Neben anderen Bedingungen wird hierdurch eine altersgerechte eLearning Umgebung geschaffen. Eine Befragung direkt vor und nach dem Training, sowie eine Nachbefragung drei Monate nach Trainingsende, sichern die Evaluation des Lernerfolgs. Erste Ergebnisse der Untersuchung werden vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** ältere Mitarbeiter, Lernen, eLearning, Zeit- und Selbstmanagement.

### **1. Einleitung**

Unternehmen stehen heute mehr denn je im Wettbewerb um qualifizierte Mitarbeiter, wodurch die Weiterbildung der eigenen Belegschaft in den Fokus rückt. Aktuelle Forschung zeigt, dass die Art der Trainingsgestaltung wesentlich zum Lernerfolg beiträgt (Arthur et al. 2003). Für eine optimale Mitarbeiterunterstützung ist es daher wichtig, zielgruppenorientierte Trainings anzubieten. Im Zuge des demographischen Wandels werden hierbei Ältere zu einer interessanten Zielgruppe und es stellt sich die Frage, ob sich das Lernverhalten von jungen und älteren Lernern unterscheidet und wie dies in der künftigen Trainingsgestaltung zu berücksichtigen ist. Hierauf aufbauend war es eines unserer Ziele, ein Training so zu konzipieren, dass darin altersförderliche Lernbedingungen gezielt und ökonomisch variiert werden konnten. Aufgrund dieser Überlegungen nutzen wir einen eLearning-Kontext, in dem wir das didaktisch-methodische Prinzip des Modelllernens umsetzen.

Inhaltlich beschäftigt sich das Lernprogramm mit dem Zeit- und Selbstmanagement. Der Anwender lernt sein Verhalten zu verändern und Methoden bewusst zu nutzen. In drei Modulen übt er Ziele und Prioritäten zu setzen, seinen Tagesablauf zu planen und mit Störungen besser umzugehen. Das Lernprogramm verbindet klassi-

sche Techniken mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen.

## 2. Wissenschaftlicher Hintergrund und Variationen

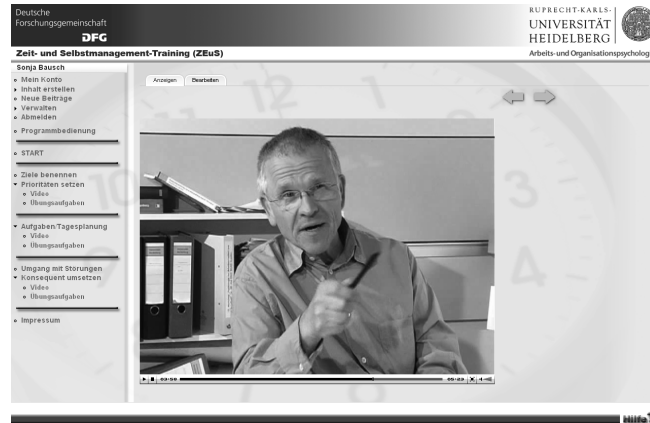
Eine besonders effektive Methode der Personalentwicklung ist das Modelllernen (Behavior Modeling Training, BMT) nach Bandura (1977), worauf das vorliegende Programm, ZEuS, basiert. Nachfolgend seien verschiedene Erkenntnisse zum Modelllernen sowie zum Lernen Älterer, auf denen unsere Untersuchung aufbaut, zusammengefasst. Bereits Bandura (1977) konnte in seiner „Theorie des Sozialen Lernens“ zeigen, dass Lernvorgänge durch das Beobachten von Vorbildern und Modellen ausgelöst und erfolgreich nachgeahmt werden können. Behavior Modeling Training beinhaltet das Beobachten des Modells, sowie die gedankliche Auseinandersetzung mit dem beobachteten Verhalten, das Einüben von Lernpunkten und eine Rückmeldung zur eigenen Anwendung des Gelernten an den Lerner.

Das Lernen durch Beobachten ist eine oft und erfolgreich eingesetzte Lernmethode, die jedoch erst vereinzelt im eLearning genutzt wird. Verschiedene Studien fanden, dass das Modelllernen nicht nur bei physischer Anwesenheit des Modells erfolgreich war, sondern auch das Lernen anhand eines Videomodells zu großen Lernfortschritten führen kann. So konnten Chen et al. (2006) zeigen, dass Online Behavior Modeling Training nahezu gleich effektiv war, wie ein Face-to-Face BMT. An diese Ergebnisse anknüpfend gehen wir davon aus, dass Behavior Modeling Training in einem eLearning-Kontext ähnlich positiv auf den Lernerfolg wirkt, wie in einem Präsenztraining. Callahan et al. (2003) fanden auf der Ebene einer Meta-Analyse Belege dafür, dass Behavior Modeling Training eine Trainingsmethode ist, die sich für Ältere besonders gut eignet und bei dieser Zielgruppe anderen Lernmethoden überlegen ist. Verbindet man die genannten Ergebnisse, kann angenommen werden, dass die didaktisch-methodischen Grundlagen des BMT auch innerhalb eines eLearning-Programms und hier besonders für Ältere lernförderlich sind. eLearning ist ein innovatives Lernmedium, in dem bestimmte Lernbedingungen sehr gut variiert und auf den Nutzer abgestimmt werden können. Wenn für unterschiedliche Altersgruppen verschiedene Bedingungen optimal sind, kann dies altersgerecht und praxisnah im eLearning umgesetzt werden.

Maurer et al. (2003) konnten zeigen, dass ein altersgerechtes Training den Nutzen für Ältere erhöhen kann. Im Lernprogramm ZEuS wurde angestrebt, spezifische Lernanforderungen Älterer umzusetzen, ohne ein „Programm nur für Ältere“ zu erstellen. Dies spiegelt sich z.B. im Beachten physischer Anforderungen, wie Schriftgröße, Lautstärke der Videosequenzen o. ä. wider. Obwohl viele Ältere den Computer beruflich und privat nutzen, finden sich in der Gruppe der Älteren mehr Menschen, die im Umgang mit ihrem PC weniger gut geübt sind. Deshalb haben wir uns für eine einfache, eindeutige Programm-Navigation entschieden, was besonders älteren Lernern entgegenkommen sollte. Verschiedene Medien (Bild, Ton, Text, Animation, Video, interaktive Übung) stellen eine hohe Lernmotivation sicher. Praxisnahe Aufgaben tragen dazu bei, den Lerntransfer zu erhöhen, da so Lerninhalte veranschaulicht werden und der Handlungsbezug deutlich wird. Die Realitätsnähe der eingebundenen Lernvideos sollte es gerade älteren Lernern ermöglichen, an vorhandenes Wissen anzuknüpfen und den Transfer auf das eigene Arbeitsumfeld zu erleichtern.

Daher gehen wir von einer generellen Lernförderlichkeit der Videosequenzen aus, die sich jedoch besonders deutlich bei den älteren Lernern zeigen sollte. Mittels zu-

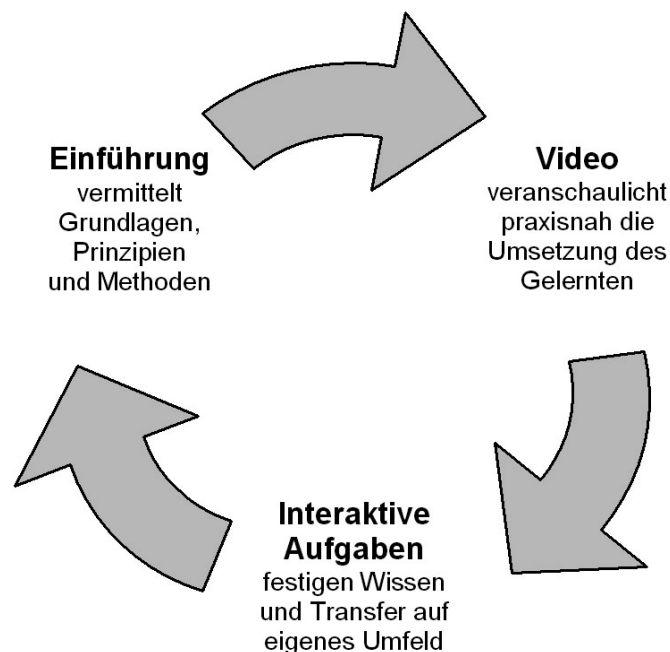
fälliger Zusteuerung eines jungen, mittleren und älteren Videomodells zu den Lernern unterschiedlichen Alters überprüfen wir, ob dies den Lernerfolg steigert. Wenn eine größere Modell-Lerner-Ähnlichkeit zu einer erhöhten Identifikation führt, sollte die Bedingung „hohe altersbezogene Ähnlichkeit“ von Modell und Lerner zu einem höheren Lernerfolg führen. Abbildung 1 zeigt den Ausschnitt eines Videos.



**Abbildung 1:** Beispiel einer Videosequenz mit einem älteren Schauspieler

### 3. Umsetzung und Programmstruktur

In einer neunmonatigen Entwicklungsphase erfolgte die Konzeption, Erarbeitung, Fertigstellung und Erprobung des Programms, das bereits an verschiedenen Berufs- und Altersgruppen getestet wurde. Technisch konnte das Programm durch die Zusammenarbeit mit einem IT-Unternehmen umgesetzt werden. Ein Regisseur und professionelle Schauspieler gewährleisteten eine hohe Qualität der Videosequenzen. Das eLearning Programm folgt einem erprobten didaktisch-methodischen Aufbau, der in Abbildung 2 dargestellt ist:

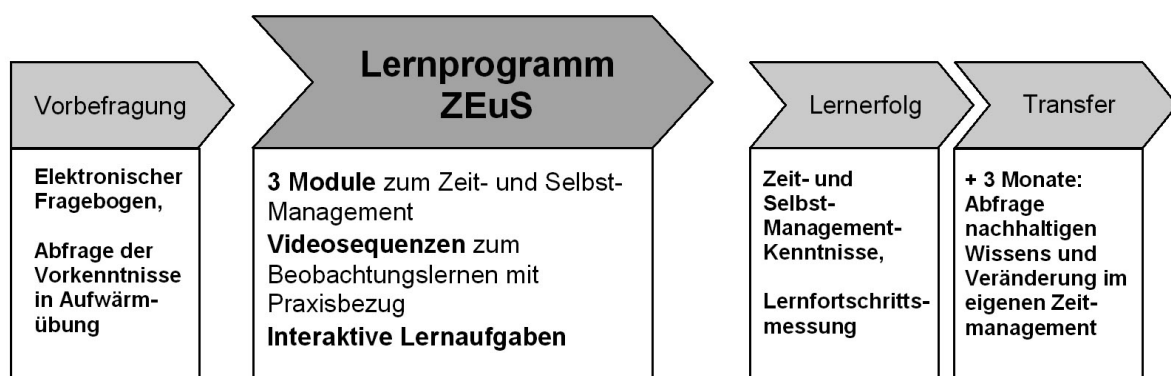


**Abbildung 2:** Didaktisch-methodischer Aufbau der einzelnen Module



Zunächst beginnt jedes Modul mit einer theoretischen Einführung, in der Hintergrundwissen vermittelt wird. Im Video wird die Umsetzung des Gelernten praxisnah veranschaulicht. Interaktive Übungsaufgaben tragen schließlich dazu bei, das Wissen zu festigen und den Transfer auf das eigene Arbeitsumfeld zu ermöglichen.

Das Gesamtprogramm beginnt mit einer Vorbefragung zum anfänglichen Zeit- und Selbstmanagement-Wissen des Nutzers. Wie die Abbildung 3 zeigt, schließt sich das eigentliche Lernprogramm mit den drei Modulen zum Zeit- und Selbstmanagement direkt daran. Interaktive Aufgaben runden das Lernprogramm nach jedem Modul ab. Sie dienen der Wissensvertiefung und der Lernerfolgsmessung nachdem das Programm absolviert wurde. Zum Ermitteln des langfristigen Lerntransfers erfolgt 90 Tage nach Abschluss des Programms eine weitere Online-Nachbefragung. Im Rahmen der Lernaufgaben und Befragungen werden zusätzliche, direkte oder vermittelnde Einflüsse des Lernens in Bezug auf deren Altersabhängigkeit überprüft.



**Abbildung 3:** Aufbau des gesamten Lernprogramms ZEuS

Neben den geschilderten Variablen werden weitere Bedingungen im vorliegenden eLearning-Programm systematisch variiert und damit altersdifferenzierte Einflüsse im Behavior Modeling Training erforscht. Die vermuteten Effekte könnten dazu beitragen, eine stark wachsende Form betrieblichen Lernens mit begrenztem ökonomischem Aufwand altersgerecht zu optimieren. Eine Ausweitung des Programms auf ergänzende Forschungsfragestellungen ist geplant.

#### 4. Literatur

1. Arthur, W. jr., Bennett, W. jr., Edens, P.S. & Bell, S.T. 2003, Effectiveness of training in organizations: A meta-analysis of design and evaluation features, *Journal of Applied Psychology*, 88, 234-245.
2. Bandura, A. 1977, *Social learning theory*. Oxford, England: Prentice-Hall.
3. Callahan, J.S., Kiker, D.S. & Cross, T. 2003, Does method matter? A meta-analysis of the effects of training method on older learner training performance, *Journal of Management*, 29, 663-680.
4. Chen, C., Ryan, T. & Olfmann, L. 2006, Online behavior modeling: An effective and affordable software training method, *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 1, 36-53.
5. Maurer, T.J., Weiss, E.M. & Barbeite, F.G. 2003, A model of involvement in work-related learning and development activity: The effects of individual, situational, motivational, and age variables, *Journal of Applied Psychology*, 88, 707-724.

# Leistungsentgelt – Entwicklungstendenzen in der M+E- Industrie

Joachim SCHAUER

*Institut für angewandte Arbeitswissenschaft,  
Uerdinger Straße 56, D- 40474 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Der Vortrag geht auf die Situation zum Stand der Anwendung des Leistungsentgelts im Rahmen der bisher eingeführten einheitlichen Entgelt-Rahmen-Abkommen (ERA-Tarifverträge) für Arbeiter und Angestellte in den Unternehmen der M+E-Industrie ein. Leistungsbeurteilungsverfahren, Kennzahlenvergleich/Prämien, sowie Zielvereinbarungen sind dabei die tragenden Säulen der neuen Entgeltgestaltung. Soweit es tarifliche Verfahren zur Leistungsbeurteilung gibt, werden diese überwiegend angewendet. Darüber hinaus werden weitere betriebliche Möglichkeiten zur Gestaltung des Leistungsentgelts ausgelotet, wobei die Anwendung von Zielvereinbarungen von vielen Unternehmen favorisiert, jedoch bisher nur zögernd angewendet wird.

**Schlüsselwörter:** ERA, Leistungsbeurteilung, Leistungsentgelt, Kennzahlvorgaben.

## 1. Einleitung

Mit der Einführung von Entgeltrahmenabkommen (ERA) erfolgt die Einstufung der Arbeitsaufgaben anhand neuer Verfahren, die die Anforderungen der modernen Arbeitswelt zum Maßstab für die Bewertung erheben. Neu wurden in diesem Zusammenhang die Methoden des Leistungsentgelts geregelt. Leistungsbeurteilungsverfahren, Kennzahlenvergleich/Prämien, sowie Zielvereinbarungen sind die Methoden der leistungsbezogenen Entgeltgestaltung unter ERA.

Soweit tarifliche Verfahren zur Leistungsbeurteilung geregelt sind, werden diese überwiegend angewendet. Damit werden Merkmale, wie Effizienz, Qualität, Flexibilität, verantwortliches Handeln, Kooperation und Führung zu Bewertungsaspekten für die Leistungszulage bzw. das Leistungsentgelt.

Darüber hinaus werden betriebliche Möglichkeiten zur Gestaltung des Leistungsentgelts mit Bezug zum erwarteten Leistungsergebnis ausgelotet, wobei die Anwendung von Zielvereinbarungen von vielen Unternehmen favorisiert wird, jedoch in der Praxis noch sehr zögernd erfolgt.

In den Produktionsbereichen und den produktionsnahen Bereichen sind neben der Mengenausbringung verbunden mit der Qualität, dem Nutzungsgrad der Maschinen und Anlagen verstärkt die Durchlaufzeit, Stillstandszeiten, Instandhaltungsquoten und Gesamtanlageeffizienz (GAE oder OEE) gängige Bezugsmerkmale. Diese werden als Kennzahlvorgaben zunehmend für Entgeltkomponenten bei gemischten Teams mit Arbeitern und Angestellten, die nach ERA-Einführung nun alle als Beschäftigte bezeichnet werden, in ein Gesamtentgeltkonzept eingebunden.

In den Bereichen Produktentwicklung, Vertrieb oder in administrativen Bereichen, wie Personal, und anderen sind es Merkmale wie Termintreue, Vertriebskostenanteile an den Gesamtkosten und der Personalaufwand. Die Leistungsbewertung dieser

Zielkriterien erfolgt in immer stärkerem Umfang als Soll-Ist-Vergleich in Kennzahlenvorgaben.

Der individuelle Leistungsbeitrag wird dabei hauptsächlich anhand von Leistungsbeurteilungen einmal jährlich bewertet und in Form von Leistungszulagen vergütet.

## 2. Beispiel für ein Leistungsentgelt nach Kennzahlenvorgaben

Die Anwendung von Leistungskennzahlen auf der Grundlage betrieblicher Kennzahlenvorgaben soll im Folgenden beispielhaft für die Unterstützung der Führungstätigkeit durch neue Formen der Leistungsentlohnung stehen (vgl. Neisen 2008).

Das hier vorgestellte Beispiel stellt eine Möglichkeit dar, in einer Einzelfertigung von Mustern trotz schwieriger Rahmenbedingungen einen Prämienlohn nach neuesten Methoden umzusetzen. Der Einbezug nicht nur von Stückzahlen oder Nutzungen, sondern die Einbeziehung und Gewichtung von Qualität in das Prämiensystem macht das Modell gerade in qualitätsorientierten Unternehmensbereichen interessant.

Die Firma stellt mit ca. 2000 Mitarbeitern elektronische Steuergeräte für Benzin- und Dieseleinspritzsysteme sowie Getriebesteuerungen her.

Im Musterbau werden Muster-Motorsteuergeräte unter den Bedingungen einer Linienfertigung in direkter und enger Zusammenarbeit mit der Entwicklung hergestellt. Der Bereich umfasst insgesamt ca. 150 gewerbliche Mitarbeiter.

Von März 2007 bis März 2008 wurde im Unternehmen ein neues Prämiensystem im Musterbau eingeführt. Ziel des neu entworfenen Entlohnungssystems war die Einbindung der geforderten hohen Qualitätskriterien in Verbindung mit der Komplexität der einzelnen Musterbau-Werkstätten in eine zukunftsorientierte, wettbewerbsfähige und für Betrieb und Mitarbeiter attraktive Entlohnungsform. Heute ist das neue Prämiensystem Bestandteil des tariflichen Mitarbeiterentgelts aller gewerblichen Mitarbeiter des Musterbaus. Eine hohe Komplexität bestand darin, dass bei den Musterbauaufträgen ab Stückzahl 1 pro Auftrag bis 50 Steuergeräte pro Auftrag und bei den Durchlaufzeiten der Aufträge Spannen von einem Tag bis teilweise Monate der Auftragsdurchführung aufgezeichnet werden.

Es ist weiterhin zu beachten, dass es sich um Mustergeräte handelt, d.h. es werden Geräte hergestellt, die so in der Art und Weise noch nie hergestellt wurden. Als klare Favoriten stellten sich für den Musterbau folgende Kennzahlen heraus:

- Bearbeitungszeit pro Gerät (BGZ)
- Durchlaufzeit je Auftrag (DLZ)
- Qualitätskennzahl

Man entschied sich für die Gleichbehandlung der BGZ und DLZ, wobei die Qualität als unbedingte Basis-Grundvoraussetzung gelten sollte, um zu verhindern, dass der Focus auf die zuerst greifbar erreichbaren Kennzahlen gerichtet wird.

Grund dafür sind die sehr großen Spannen bei Bearbeitungszeiten und Auftragsdurchlaufzeiten, deren Genauigkeiten aber nicht im Einzelnen, sondern nur über die hohe Anzahl der durchgelaufenen Aufträge über einen längeren Zeitraum erreicht werden kann. Markant und einzigartig bei dieser Prämie sind die in sich widersprechenden Argumente innerhalb der Kennzahlen.

Da sich die Bearbeitungszeiten und Durchlaufzeiten ausschließlich auf den Faktor Schnelligkeit beziehen, wirkt der Qualitätsfaktor bei steigendem Tempo gegenläufig. Ist der Faktor Qualität = 0, nützt Schnelligkeit bei Durchlaufzeiten und Bearbeitungszeiten wenig. Umso schwieriger ist es, sich gerade unter diesen Rahmenbedingun-

gen stetig zu verbessern und den maximalen Prämienendpunkt jeden Monat entsprechend zu erreichen. Das Prinzip dieser Prämie hat nur Erfolg, wenn alle Kriterien gleichermaßen und im richtigen Verhältnis erfüllt werden.

Dieses Prämiensystem ist in dieser Form speziell für den Musterbau ein eigenständig wirksames und transparentes Instrument für die anhaltende monetäre Motivation der Mitarbeiter, als Steuerungsinstrument für Mitarbeitereinsatz, die Ausbringung und Qualität, als Anreiz für Optimierungen in Bezug auf Selbstorganisation, die Vermeidung von Doppelarbeit und Nutzung von Synergieeffekten (KVP- Werkzeug).

Wie alle funktionierenden Entgeltsysteme bedarf auch dieses der stetigen Betreuung, vor allem der zeitnahen Anpassung der Prämienkennzahlen bei betrieblichen / organisatorischen Veränderungen. Trotzdem rechnet sich der Aufwand für Arbeitgeber und Mitarbeiter und schafft so eine Win-Win-Situation.

### **3. Leistungszulage nach Beurteilung der Zielerreichung**

Die Integration von individuellen Zielvereinbarungen in die tarifliche Leistungsbeurteilung und die Ermittlung der Leistungszulage wird bislang selten praktiziert und ist daher noch ein recht unbeschriebenes Blatt. In der Metall- und Elektroindustrie hat das neue Entgeltrahmenabkommen (ERA) den Weg dafür geebnet.

Das Leistungsbeurteilungssystem wurde in einem mittelständischen Industrie-Unternehmen mit aktuell 900 Mitarbeitern eingeführt (vgl. Brochhaus 2007) In diesem tarifgebundenen Familienunternehmen der Metall- und Elektroindustrie werden Produkte der Elektroinstallationstechnik und der Gebäudesystemtechnik hergestellt. Das vorgestellte System zur Leistungsbeurteilung findet bei ca. 2/3 der Belegschaft Anwendung. Daneben existieren zwei Prämiensysteme für den Bereich Montage und den Vertriebsaußendienst.

Es wurde nach mehrjährigen Erfahrungen mit einem bestehenden Zielvereinbarungssystem ein System entwickelt, das für Mitarbeiter aller tariflichen Entgeltgruppen Anwendung findet. Zielvereinbarungen werden nur dann einbezogen, wenn es für das Unternehmen und den Mitarbeiter sinnvoll ist. Die ersten praktischen Erfahrungen mit diesem System sind überwiegend positiv insbesondere hinsichtlich der durch die Zielvereinbarungen entstandenen Möglichkeit zur Konkretisierung des Leistungsbezuges.

Bei der Entwicklung der Leistungskriterien wurde geklärt, welche Verhaltensweisen für die Ziele des Unternehmen eine besonders hohe Bedeutung haben und über die Leistungsbeurteilung im Unternehmen verankert und gefördert werden sollen. Diese Verhaltensweisen wurden aus dem in den letzten Jahren erarbeiteten Leitbild des Unternehmens abgeleitet.

Die insgesamt 16 Verhaltensbeschreibungen sind eine Bewertungshilfe, um vier Leistungskriterien bei den einzelnen Mitarbeitern zu beurteilen. Die Führungskräfte behalten dabei einen Spielraum, denn nicht alle 16 Verhaltensbeschreibungen sind bei den einzelnen Mitarbeitern von Relevanz. Außerdem gibt es je nach Aufgabenstellung unterschiedliche Gewichtungen der einzelnen Verhaltensweisen.

Wichtig ist jedoch, dass durch die konkreten Verhaltensbeschreibungen genau festgelegt ist, was beurteilt wird und welcher Maßstab dabei unternehmensweit gilt.

Es besteht außerdem die Möglichkeit, für jeden Mitarbeiter bis zu 4 Zielvereinbarungen in die Leistungsbeurteilung einzubeziehen. Das Ergebnis der Leistungsbeurteilung kann dadurch maximal zu 50% über die Zielvereinbarungen bestimmt werden. Eine Verpflichtung zur Einbindung von Zielvereinbarungen besteht nur in den

höchsten Tarifgruppen (EG 13 mindestens eine Zielvereinbarung, EG 14 mindestens zwei Zielvereinbarungen). Bei Mitarbeitern in diesen Tarifgruppen wird erwartet, dass zumindest 1 bis 2 wichtige Ziele pro Jahr verfolgt werden. Zudem ist die Fähigkeit, selbstständig anspruchsvolle Ziele zu erreichen, ein wesentlicher Ausdruck der Leistungsfähigkeit dieser Mitarbeitergruppe.

Das neue System hat sowohl bei Führungskräften als auch bei den Mitarbeitern schnell eine gute Akzeptanz gefunden. Die Möglichkeit, Zielvereinbarungen flexibel in die Leistungsbeurteilung einzubeziehen, wird intensiv genutzt und von Mitarbeitern und Führungskräften als wichtige Belebung des Systems erlebt. Besonders positiv wird dabei die Möglichkeit zum individuellen Zuschnitt der Leistungsbeurteilung auf die einzelnen Mitarbeiter bewertet.

#### **4. Literatur**

1. Brochhaus, M. 2007, Individuelle Zielvereinbarungen als Bestandteil der Leistungsbeurteilung, angewandte Arbeitswissenschaft - Zeitschrift für die Unternehmenspraxis, Nr. 191, 11-22.
2. Neisen, M. 2008, Entgeltlösungen bei Bosch, angewandte Arbeitswissenschaft - Zeitschrift für die Unternehmenspraxis, Nr. 196, 2-19.

## **DGB-Index Gute Arbeit – Entwicklung und arbeitswissenschaftliche Potentiale**

Tatjana FUCHS und Ernst KISTLER

*Internationales Institut für empirische Sozialökonomie,  
Haldenweg 23, D-86391 Stadtbergen*

**Kurzfassung:** Seit 2007 werden im Auftrag der DGB-Gewerkschaften jährliche repräsentative Befragungen zur subjektiven Wahrnehmung der Arbeits- und Einkommensbedingungen durchgeführt. Auf der Basis dieser Ergebnisse wird u.a. der DGB-Index Gute Arbeit ermittelt. Die Befragung wird auch für betriebliche Anwendungen genutzt.

**Schlüsselwörter:** Mitarbeiterbefragung, Gute Arbeit, Ressourcen, Einkommen.

### **1. Einleitung**

Mit der Entscheidung der DGB-Gewerkschaften, seit 2007 eine jährliche, repräsentative Berichterstattung über die Entwicklung der Arbeitsbedingungen aus Sicht der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in Deutschland aufzubauen, wird eine zentrale, arbeitspolitische Lücke geschlossen: auf der Basis einer stabilen und regelmäßigen Berichterstattung wird eine kontinuierliche Abbildung von strukturellen Veränderungen in der Arbeitswelt ermöglicht.

Mit der DGB-Berichterstattung wird von Seiten der Gewerkschaften sowohl das Ziel verfolgt, eine gesellschaftspolitische Debatte um die Qualität der Arbeitsbedingungen anzuregen. Darüber hinaus werden Betriebs- und Personalräte bei der Durchführung von Mitarbeiterbefragungen unterstützt. Dies wird durch die betriebliche Anwendung des Befragungsinstruments ermöglicht.

Im Zentrum der DGB-Berichterstattung steht der DGB-Index Gute Arbeit, ein zusammengesetzter, hierarchischer Indikator, der die Qualität der Arbeits- und Einkommensbedingungen aus Sicht der befragten Beschäftigten abbilden soll. Wie alle zusammengesetzten Indikatoren komprimiert auch der DGB-Index eine komplexe Wirklichkeit, mit dem Ziel, eine Fülle von Informationen über die Arbeits- und Einkommensbedingungen aus Sicht von Beschäftigten zusammenzuführen. Zusammengesetzte Indikatoren werden als gewichtete Summe von mehreren Indikatoren der ersten Stufe definiert, deren Gewichte ihre relative Bedeutung widerspiegeln (Tangian 2005, S. 11). Sie „werden wegen ihrer Fähigkeit geschätzt, große Informationsmengen in leicht verständlicher Form für ein breites Publikum zu integrieren [...] Die Nützlichkeit von zusammengesetzten, hierarchischen Indikatoren besteht nicht nur im Hinblick auf internationale Vergleiche sondern auch als angemessenes Instrument des Politik-Monitorings: Zum Beispiel, um zu überprüfen, ob und in welcher Weise sich die Einführung oder Veränderung von bestimmten Gesetzen auf die wahrgenommene Qualität der Arbeits- und Einkommensbedingungen niederschlägt. Oder in welchem Spannungsfeld die konjunkturelle Entwicklung und die Entwicklung der Arbeitsqualität stehen usw (durch Tangian (2007) - WSI der Hans-Böckler-Stiftung - wurde ein dem DGB-Index ähnliches Konzept, soweit möglich, auf die vierte europäische Umfrage der Arbeitsbedingungen übertragen und für einen Ländervergleich fruchtbar gemacht). Das heißt, zusammengesetzte Indikatoren sind in der



Lage, eine Entwicklung aufzuzeigen, wobei sie die Annäherung oder Abweichung von einem gewünschten Zielzustand beschreiben (Tangian 2005, S. 11). Im Falle des DGB-Index lautet der Zielzustand umfassend Gute Arbeit, d. h. Arbeitsbedingungen, die von den Beschäftigten als entwicklungsförderlich und belastungsarm beschrieben werden und Einkommensbedingungen, die als angemessen und leistungsgerecht empfunden werden.

## **2. Arbeitswissenschaftliche Fundierung**

Der DGB-Index Gute Arbeit und die dazugehörige Berichterstattung wurden in Auseinandersetzung mit dem arbeitswissenschaftlichen Forschungsstand konzipiert. Eine zentrale Rolle spielte dabei die INQA-Studie „Was ist Gute Arbeit? Anforderungen aus Sicht von Erwerbstätigen“ (Fuchs 2006), die die methodische und empirische Ausgangsbasis der DGB-Berichterstattung bildet. Durch statistische Verfahren zur Faktoren-Reduktion wurde der sehr umfangreiche INQA-Fragebogen verdichtet, in einer Pilotphase im Jahr 2006 in 10 Betrieben getestet und für eine regelmäßige Befragung fruchtbar gemacht.

Grundlegend für den inhaltlichen Aufbau des DGB-Index sind das erweiterte Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (zusammenfassend: Stadler et al. 2002), ressourcenorientierte Konzepte der Arbeitsbewertung (u. a. Udris et al. 1992) sowie das Gratifikationskrisenmodell (Siegrist 1996, 1999) und sozialwissenschaftliche Ansätze zur Bewertung von Arbeit (u.a. Gallie et al. 2002).

## **3. Aufbau des DGB-Index Gute Arbeit**

### *3.1 Das Befragungsprinzip*

Der DGB-Index basiert auf 31 indexbildenden Fragen, die einerseits – aus der Sicht der befragten Personen – die Intensität der Anforderungen bzw. der Verbreitung von Ressourcen am Arbeitsplatz sowie andererseits das Maß der subjektiv erlebten Belastung ermitteln. Dabei wurde von folgenden Annahmen ausgegangen: (1.) Anforderungen und fehlende arbeitsbezogene Ressourcen werden in unterschiedlichem Ausmaß als Beanspruchung erlebt (Belastungs-Beanspruchungs-Konzept). Anzustreben ist (2.) ein möglichst niedriges Ausmaß von negativen Beanspruchungen und ein möglichst umfassendes Set von Ressourcen (Ressourcenorientierung). Das heißt, den Ressourcen wurde auf der Basis der bisher vorliegenden Erkenntnisse ein positiver Beanspruchungseffekt auf die arbeitende Person unterstellt, während der möglicherweise negative Beanspruchungseffekt von fehlenden Ressourcen und arbeitsbezogenen Anforderungen durch eine gesonderte Frage ermittelt wurde.

### *3.2 Der Aufbau des Index*

Die 31 indexbildenden Items werden zu 15 „Dimensionen der Arbeitsqualität“ zusammengefasst. Beispielsweise wird die Dimension „Qualifizierungs- und Entwicklungsmöglichkeiten“ durch die Items „Qualifizierungsangebote“ und „Entwicklungsmöglichkeiten in der Arbeit“ abgebildet. Für die einzelnen Items wird ein Wert zwischen 0 und 100 ermittelt (s. u.). Der Dimensionswert ergibt sich aus dem Mittelwert

der Item-Werte. Das heißt, der Wert für die Dimension „Qualifizierungs- und Entwicklungsmöglichkeiten“ ergibt sich aus dem Mittelwert der beiden Items „Qualifizierungsangebote“ und „Entwicklungsmöglichkeiten in der Arbeit“. Die 10 Dimensionen Qualifizierungs- und Entwicklungsmöglichkeiten, Kreativität, Aufstiegschancen, Einfluss-/Gestaltungsmöglichkeiten, Informationsfluss, Führungsqualität, Betriebskultur, Kollegialität, Sinnhaftigkeit der Arbeit und Arbeitszeit werden zu dem Teilindex „Ressourcen“ zusammengefasst. Das heißt, es wird das arithmetische Mittel der Dimensionswerte gebildet.

Daneben beschreibt der Teilindex „Belastungen“ die wahrgenommenen körperlichen und emotionalen Anforderungen in der Arbeit und die Arbeitsintensität. Auch hier wird aus den Dimensions-Items, beispielsweise aus den Angaben über „unerwünschte Unterbrechungen/Störungen“, „Zeit-Leistungsdruck“ und „Qualitätseinbußen in Folge eines zu hohen Arbeitspensums“ der Dimensions-Mittelwert „Arbeitsintensität“ gebildet. Aus diesem und den Angaben zu den emotionalen und körperlichen Belastungen wird schließlich der Wert des Teilindex berechnet.

Der dritte Teilindex „Einkommen und Sicherheit“ fasst die Angaben zur Einkommenssituation und zur Einschätzung der beruflichen Zukunft zusammen. Dabei fasst die Dimension „Einkommen“ die Angaben zum wahrgenommenen Verhältnis von „Einkommen und Leistung“ sowie die Angaben zur Bedürfnisgerechtigkeit des beruflichen Einkommens und der zu erwartenden Renteneinkommen aus der beruflichen Tätigkeit zusammen.

Die Werte dieser 3 Teilindices fließen gleichstark in den DGB-Index „Gute Arbeit“ ein. Das heißt, die wahrgenommene Qualität der Arbeit wird durch das Verhältnis von positiven Faktoren der Arbeitsgestaltung (Ressourcen), der Verbreitung von Belastungen und den Angaben zu Einkommen und Beschäftigungssicherheit bestimmt.

### *3.3 Die Ermittlung der Indexwerte*

Der positive Pol des DGB-Index stellt „Gute Arbeit“ dar – Arbeit, die durch umfassende soziale und berufliche Entwicklungs- und Entfaltungsmöglichkeiten (Ressourcen), kaum negative Belastungen und ein angemessenes Einkommen sowie relative berufliche Zukunftssicherheit charakterisiert ist. Beschreiben Beschäftigte ihre Arbeitssituation in vielen Dimensionen als in hohem oder sehr hohem Maße unterstützend, entwicklungs- und lernförderlich, als belastungsarm und berichten sie von Einkommens- und beruflicher Sicherheit, so erreicht der DGB-Index Gute Arbeit einen Wert zwischen 80 und 100.

Der negative Pol („Unzumutbare Arbeit“), entspricht einer Arbeitsqualität, die durch keine Entwicklungsmöglichkeiten, hohe Belastungen und ein kaum oder nicht ausreichendes Einkommen charakterisiert ist. Ein Indexwert im Bereich von 0 bis 50 weist auf subjektiv negativ beanspruchende und entwicklungsarme Arbeitsbedingungen hin. Auch Indexwerte zwischen 50 und 80 Punkten verweisen auf einen hohen Gestaltungsbedarf: In diesem Bereich werden die Arbeitsbedingungen zwar selten als subjektiv negativ beanspruchend aber als entwicklungsarm beschrieben. D. h. zum Beispiel, dass die befragten Beschäftigten allenfalls „in geringem Maß“ auf Entwicklungs- und Einflussmöglichkeiten, einen unterstützenden Führungsstil oder eine kollegiale Betriebskultur zählen können.

#### 4. Ergebnisse

Der DGB-Index Gute Arbeit korreliert signifikant und trennscharf mit verschiedenen Aspekten des Arbeitserlebens. So können beispielsweise starke Korrelationen zwischen positiven Arbeitsemotionen (Begeisterung, Stolz, emotionale Verbundenheit mit dem Unternehmen), stabiler Arbeitszufriedenheit, positiver Selbsteinschätzung der weiteren Arbeitsfähigkeit und guter Arbeit (DGB-Index mindestens 80 Punkte) gezeigt werden (DGB 2008).

Auch auf aggregierter Ebene lassen sich mit dem DGB-Index Gute Arbeit plausible Korrelationen zeigen. So korreliert z.B. die durchschnittliche Zahl der Arbeitsunfähigkeitstage nach Berufsgruppen mit dem durchschnittlichen Index-Wert der jeweiligen Berufsgruppen (Ebert et al. 2008). Gezeigt werden kann, dass Berufsgruppen, die durch eine relativ hohe Zahl von Arbeitsunfähigkeitstagen auffallen – wie z. B. im Baugewerbe oder im Verkehrswesen – auch auffällig niedrige Indexwerte aufweisen. Ein ebenso deutlicher Zusammenhang lässt sich zwischen dem berufsgruppenspezifischen DGB-Index Gute Arbeit und den jeweiligen Anteilen der Erwerbsunfähigkeitsrenten an allen Neurenten herstellen. Das deutet darauf hin, dass die Bewertung der Arbeits- und Einkommensbedingungen, wie sie im DGB-Index Gute Arbeit zum Ausdruck kommt, im Hinblick auf das Gesundheitsgeschehen Aussagekraft entfalten kann.

#### 5. Literatur

1. DGB 2008, DGB-Index Gute Arbeit 2008 - Wie die Beschäftigten die Arbeitswelt in Deutschland beurteilen. Berlin: DGB.
2. Ebert, A. & Kistler, E. 2009, Arbeiten bis 67? – Für viele Beschäftigte keine realistische Perspektive. In: L. Schröder & H.J. Urban (Hrsg.), Gute Arbeit. Frankfurt am Main: Bund Verlag.
3. Fuchs, T. 2006, Was ist gute Arbeit? Anforderungen aus Sicht von Erwerbstätigen, INQA-Bericht Nr. 19. Dortmund/Berlin/Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
4. Gallie, D. & Paugam, S. 2002, Welfare Regimes and the Experience of Unemployment in Europe. Oxford: Oxford University Press.
5. Siegrist, J. 1996, Soziale Krisen und Gesundheit: Eine Theorie der Gesundheitsförderung am Beispiel von Herz-Kreislauf-Risiken im Erwerbsleben. Göttingen: Hogrefe.
6. Siegrist, J. 1999, Psychosoziale Arbeitsbelastungen und Herz-Kreislauf-Risiken: Internationale Erkenntnisse zu neuen Stressmodellen. In: B. Badura, H. Schellschmidt & C. Vetter (Hrsg.), Fehlzeiten-Report 1999. Berlin: Springer.
7. Stadler, P. & Spieß, E. 2002, Psychosoziale Gefährdung am Arbeitsplatz. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
8. Tangian, A. 2005, Ein zusammengesetzter Indikator der Arbeitsbedingungen in der EU-15 für Politik-Monitoring und analytische Zwecke, WSI-Diskussionspapier Nr. 135. Düsseldorf: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut.
9. Tangian, A. 2007, Analysis of the third European survey on working conditions with composite indicators, European Journal of Operational Research, 181, 468-499.
10. Udris, I., Kraft, U., Mussmann, C. & Rimann, M. 1992, Arbeiten, gesund sein und gesund bleiben: Theoretische Überlegungen zu einem Ressourcenkonzept. In: I. Udris (Hrsg.), Arbeit und Gesundheit, Psychosozial, Band 52. Weinheim: Psychologie Verlags Union, 9 ff.

# Der DGB-Index „Gute Arbeit“ – eine arbeitswissenschaftliche Bewertung

Jochen PRÜMPER und Gottfried RICHENHAGEN

*Wirtschafts- und Organisationspsychologie, FHTW Berlin,  
Treskowallee 8, D-10313 Berlin*

**Kurzfassung:** Der DGB-Index „Gute Arbeit“ erhebt den Anspruch, auf wissenschaftlicher Grundlage eine fundierte Berichterstattung über die Arbeitsqualität in Deutschland zu liefern. Der Beitrag setzt sich aus arbeitswissenschaftlicher Sicht mit diesem Index kritisch auseinander und kommt zu dem Schluss, dass seine Anwendung nicht empfohlen werden kann, da a) auf Grund von Konstruktionsfehlern in der Bewertungsmethodik nur sehr wenige Arbeitsplätze das Prädikat „gute Arbeit“ erhalten können, b) zentrale wissenschaftliche Gütekriterien nicht überprüft wurden und c) der Index sich nicht für die betriebliche Anwendung eignet.

**Schlüsselwörter:** DGB-Index, Ressourcen, Belastungen, Einkommen.

## 1. Einleitung

Der DGB-Index „Gute Arbeit“ wurde mit dem Ziel entwickelt, „eine wissenschaftlich fundierte Berichterstattung über die Arbeitsqualität in Deutschland“ (Sommer 2007, S. 4) zu ermöglichen und auf einer Skala von 0 bis 100 „eine Kennzahl für die Qualität der Arbeits- und Einkommensbedingungen aus der Sicht der abhängig Beschäftigten“ (Lauschke 2007, S. 9) zu liefern. Indexwerte zwischen 80 und 100 werden als „Gute Arbeit“ bezeichnet; Werte zwischen 50 und 80 als „Mittelmäßige Arbeit“ und ein Indexwert unter 50 bedeutet „Schlechte Arbeit“. Der DGB-Index „Gute Arbeit“ wurde 2007 (Lauschke 2007) zum ersten Mal veröffentlicht und soll jährlich vorgelegt werden.

Damit ein Verfahren dem Anspruch der Wissenschaftlichkeit gerecht wird, muss es offen für einen transparenten Diskurs sein. Vor diesem Hintergrund soll der DGB-Index im Folgenden einer arbeitswissenschaftlichen Bewertung unterzogen werden.

## 2. Beschreibung des DGB-Index „Gute Arbeit“

Der dem Index zugrunde liegende Fragebogen enthält 31 Fragen, die zur Indexbildung herangezogen werden (vgl. Fuchs 2008, S. 18). Zu jeder dieser 31 Fragen bestehen – je nach Frageart – 10 oder 13 Antwortmöglichkeiten. Diese Fragen werden zu 15 Dimensionen und diese wiederum zu Teilindizes, nämlich zu Ressourcen, Belastungen sowie Einkommen und Sicherheit verdichtet (Stuth 2008, S. 7). In jede Dimension gehen ein bis drei Fragen ein.

	a) In welchem Maß treten bei Ihrer derzeitigen Arbeit folgende Anforderungen oder Probleme auf?					b) Wenn dies auftritt: Wie stark belastet Sie das?			
	nein	in geringem Maß	in hohem Maß	in sehr hohem Maß		gar nicht	mäßig	stark	sehr stark
Müssen Sie körperlich schwer arbeiten (z.B. schwer heben, tragen, stemmen)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Abbildung 1:** Beispielfrage des Teilindizes „Belastung“ (Frage 23). Es bestehen 13 Antwortmöglichkeiten: Das erste Feld im Bereich a) kann allein angekreuzt werden – ergibt eine Möglichkeit. Bei den grau unterlegten Antwortmöglichkeiten ist immer je ein Feld aus den Bereichen a) und b) zu kombinieren – ergibt 12 Möglichkeiten (Nachbildung der Frage durch die Autoren gemäß Fuchs 2008, Abb. 1.2)

Die Teilwerte zu jeder der 15 Dimensionen errechnen sich aus den Mittelwerten der Antworten zu den jeweiligen Fragen (Fuchs 2008, S. 19ff). Die Antwort-Werte zu jeder Dimension werden anschließend durch verschiedene Koeffizienten gewichtet (vgl. Fuchs 2008, S. 19ff.) und zu Teilindizes zusammengefasst. Als Ergebnis entsteht ein ganzzahliger Indexwert IDGB, der zwischen 0 und 100 liegt. Dabei werden folgende Grenzwerte gesetzt (vgl. Stuth 2008, S. 11):

- „Gute Arbeit“, wenn  $80 \leq I_{DGB} \leq 100$
- „Mittelmäßige Arbeit“, wenn  $50 \leq I_{DGB} < 80$
- „Schlechte Arbeit“, wenn  $0 \leq I_{DGB} < 50$

20% des Wertebereiches sind also für die gute Arbeit reserviert, 30% für die mittelmäßige und 50% für die schlechte Arbeit.

### 3. Beurteilung des DGB-Index „Gute Arbeit“

#### 3.1 Bewertungsmethodik

Einen ersten Zugang zur Funktionsweise der Bewertungsmethodik erhält man durch das Online-Modul des DGB-Index, das unter dem Titel „Mein Index“ auf der offiziellen Seite der DGB-Index Gute Arbeit GmbH zu finden ist ([www.dgb-index-gute-arbeit.de](http://www.dgb-index-gute-arbeit.de)). Durch eine Variation der Eingaben kommt man ziemlich bald auf das so genannte 79er-Beispiel (siehe Tabelle 1). Dieses Beispiel verdeutlicht die Problematik der Bewertungsmethodik; auch wenn klar ist, dass es z.B. bei der Wahl der Grenzwerte oder der Verrechnung der Antworten sicherlich Ermessensspielräume gibt: Den in Kasten 1 beschriebenen Arbeitsplatz kann man schwerlich als „mittelmäßig“ bezeichnen.

Die Problematik der Bewertung wird auch an anderen Indizien deutlich: Bei den Fragen gibt es 10 bzw. 13 Antwortmöglichkeiten und schon die „zweitbeste Antwort“ führt zur Mittelmäßigkeit. Auf Schulnoten übertragen hieße dies: Die Mittelmäßigkeit beginnt bei 1 minus oder 2 plus. Oder: 72% derjenigen, die nach DGB-Index „mittelmäßige Arbeit“ haben, sind – im Sinne von Bruggemann et al. (1975) – stabil oder progressiv zufrieden mit ihrer Arbeit, 28 % haben resigniert oder sind konstruktiv oder fixiert unzufrieden (vgl. Fuchs 2008, S. 30). Hier wäre im Sinne der „Mittelmäßigkeit“ ein ausgewogeneres Verhältnis zwischen Zufriedenheit und Unzufriedenheit bzw. Resignation zu erwarten.

Es würde den Rahmen dieses Kongressbeitrages sprengen, auch hier auf die Konstruktionsfehler, die zu der unangemessenen Bewertungsmethodik führen (stark verzerrende Gewichtung von Dimensionen, fragwürdige Zusammenstellung von Teil-



indizes, Dimensionen und Einzelitems, fragwürdige Grenzwertsetzung), genauer einzugehen. Dies soll in einer weiteren Veröffentlichung geschehen (vgl. Prümper & Richenhagen, in Vorb.). Aber schon auf der hier dargestellten, rein empirischen Ebene wird deutlich, dass auf Grund dieser Konstruktionsmängel nur sehr wenige Arbeitsplätze das Prädikat „gute Arbeit“ erhalten können.

**Tabelle 1:** 79er-Beispiel zum Index Gute Arbeit. Dieses Beispiel lässt sich mit Hilfe des Online-Moduls (vgl. DGB-Index Gute Arbeit 2008) leicht nachvollziehen, indem dort jeweils bei allen Fragen die „zweitbeste“ Antwort angekreuzt wird

Ein Beschäftigter, der bei allen Fragen die zweitbeste Alternative wählt, erreicht einen DGB-Index von 79 Punkten und dies bedeutet „mittelmäßige Arbeit“. An einem solchen Arbeitsplatz sind jedoch:

- alle Ressourcen, wie Qualifizierungs- und Entwicklungsmöglichkeiten, Möglichkeiten für Kreativität, Aufstiegsmöglichkeiten, Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeiten, Informationsfluss, Führungsqualität, Betriebskultur, Kollegialität, Sinngehalt der Arbeit und Arbeitszeitgestaltung in „hohem Maß“ vorhanden,
- reichen Einkommen und Rente „vollkommen aus“,
- hat der Beschäftigte zwar „in geringem Maß“ Angst um seine berufliche Zukunft, was ihn aber „gar nicht belastet“ und
- treten bei Arbeitsintensität, körperlichen und emotionalen Anforderungen „in geringem Maße“ Probleme auf, was aber ebenfalls „gar nicht belastet“.

Ist dies eine „Mittelmäßige Arbeit“?

### 3.2 Wissenschaftliche Gütekriterien

Um in den Status eines Messinstrumentes zu kommen, muss dieses allgemein anerkannte wissenschaftliche Gütekriterien erfüllen. Zu nennen sind hier insbesondere die Objektivität, Reliabilität und Validität (vgl. Lienert 1969), aber auch weitere Nebengütekriterien, wie sie in der DIN EN ISO 10075-3 (2004) beschrieben werden. Den Nachweis, die Gütekriterien zu erfüllen, bleibt der Index schlichtweg schuldig: Es findet sich lediglich ein allgemeiner Hinweis, dass der umfangreiche Fragebogen der Inqa-Studie „Was ist gute Arbeit“ (Fuchs 2006) „durch statistische Verfahren zur Faktoren-Reduktion“ zum Index-Fragebogen „verdichtet, in einer Pilotphase im Jahre 2006 in 10 Betrieben getestet und für eine regelmäßige Befragung fruchtbar gemacht“ worden sei (Fuchs 2008, S. 3). Wie dies im Einzelnen geschah und vor allem, ob mit dem „verdichteten“ Fragebogen die zentralen Gütekriterien erfüllt werden, bleibt offen.

### 3.3 Betriebliche Anwendung

Der DGB-Index „Gute Arbeit“ soll nicht nur repräsentativ in Deutschland, sondern auch in einzelnen Unternehmen angewandt werden, um auf der Basis entsprechender Mitarbeiterbefragungen Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssituation ableiten zu können (vgl. Stuth 2008, S. 20). Dieses Vorgehen ist jedoch problematisch, weil der zugrunde liegende Fragebogen Items enthält, die Sachverhalte abfragen, die wesentlich nicht oder nicht allein im Einflussbereich des einzelnen Unternehmens liegen. Dies betrifft insbesondere die Fragen 21 („Und wie schätzen Sie Ihre Rente aus Ihrer Berufstätigkeit ein?“) und 22 („Kommt es vor, dass Sie Angst um Ihre berufliche Zukunft haben?“). Darüber hinaus werden wiederum wichtige Belastungsbereiche in den Items vernachlässigt. So findet z.B. das Arbeiten in Schmutz, Kälte, Hitze



oder mit Gefahrstoffen in keinem der Items Berücksichtigung; in gleicher Weise verhält es sich mit Schicht- oder Nacht-Arbeit.

#### 4. Schlussfolgerung

Das Ziel, regelmäßig und repräsentativ über die Arbeitsqualität in Deutschland zu berichten, ist uneingeschränkt zu begrüßen. Auch ist die Methode der Mitarbeiterbefragung hierfür nach Ansicht der Autoren die richtige Wahl. Aber: dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn eine derartige Berichterstattung öffentlich transparent und wissenschaftlich fundiert erfolgt. Deshalb ist es auch ein Gebot von Transparenz und unabdingbare wissenschaftliche Anforderung, die mit dem DGB-Index „Gute Arbeit“ angestrebte Zielrichtung klar zu kommunizieren. Dazu gehört auch, deutlich darauf hinzuweisen, dass der Schwerpunkt des Index auf den Dimensionen „Einkommen und Sicherheit“ liegt, und damit auf Aspekten, auf die das einzelne Unternehmen wesentlich weniger Einfluss hat, als auf die Aspekte Ressourcen und Belastungen. Zudem muss klar werden, dass manche Arbeitsplätze, die im Lichte des Index als „mittelmäßig“ bezeichnet werden, dies gewiss nicht sind. Und keinesfalls verhält es sich so, wie im DGB-Index Gute Arbeit Report 2007 zu lesen ist: „Mittelmäßige Arbeit“, das bedeutet wenig belastende Arbeitsbedingungen, kaum förderliche Ressourcen und unzureichendes Einkommen (vgl. Lauschke 2007, S. 10). Allein schon das Beispiel in Tabelle 1 zeigt, dass dies so nicht zutrifft.

#### 5. Literatur

1. Bruggemann, A., Groskurth, P. & Ulich, E. 1975, Arbeitszufriedenheit. Bern: Huber.
2. DGB-Index Gute Arbeit GmbH : Mein Index. In: <http://www.dgb-index-gute-arbeit.de/> (Stand: 15.12.2008).
3. DIN EN ISO 10075-3: 2004, Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung. Berlin: Beuth.
4. Fuchs, T. 2006, Was ist gute Arbeit?. Berlin: INQA.
5. Fuchs, T. 2008, Der DGB-Index Gute Arbeit. Stadtbergen: Inifex gGmbH, 2008. In: <http://www.dgb-index-gute-arbeit.de/downloads/publikationen/data/methodenpapier.pdf> (Stand: 15.12.2008).
6. Lauschke, C. 2007, DGB-Index Gute Arbeit – Der Report. Berlin: Servicestelle DGB-Index Gute Arbeit.
7. Lienert, G. 1969, Testaufbau und Testanalyse. Weinheim: Beltz.
8. Prümper, J. & Richenhagen, G. (in Vorb.). Arbeitswissenschaftliche Bewertung des DGB-Index „Gute Arbeit“, Unveröffentlichtes Manuskript.
9. Sommer, M. 2007, Vorwort. In: C. Lauschke (V.i.S.d.P.), DGB-Index Gute Arbeit – Der Report. Berlin: Servicestelle DGB-Index Gute Arbeit, 4-5.
10. Stuth, R. 2008, DGB-Index Gute Arbeit 2008 – Der Report. Berlin: DGB-Index Gute Arbeit GmbH.

# **Zur Notwendigkeit der Integration von geringfügig Beschäftigten in die Stammbesellschaft – Auswirkungen auf die Kooperationsbereitschaft der Stamm- und geringfügig Beschäftigten im Einzelhandel**

Vicky HERMET

*Lehrstuhl für Unternehmensführung und Personalwesen,  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Lessingstr. 45, D- 09599 Freiberg*

**Kurzfassung:** Auch wenn positive Kooperationsbeziehungen zwischen den Beschäftigten im Einzelhandel für die Schaffung und Erhaltung der Kundenzufriedenheit und -bindung in besonderem Maße im Einzelhandel von Bedeutung sind, kooperieren Stammbesellschaft und geringfügig Beschäftigte in der Praxis nur in geringem Maße und sind häufig nicht bereit, sich gegenseitig zu unterstützen und Wissen auszutauschen. Mit Bezug zur revidierten Kontakttheorie, dem „Common Ingroup Identity Model“ und der Sozialen Identitätstheorie ist die mangelnde Kooperationsbereitschaft sehr wahrscheinlich auf eine wahrgenommene Ungleichbehandlung der geringfügig Beschäftigten und ihre fehlende Integration in die Stammbesellschaft zurückzuführen. Das sind die Ergebnisse einer empirischen Studie, bei der das Stamm- und geringfügig beschäftigte Personal sowie das Management in zwölf Unternehmen unterschiedlicher Branchen des Einzelhandels mündlich befragt wurden.

**Schlüsselwörter:** geringfügige Beschäftigung, Minijobs, Integration, Kooperationsbereitschaft.

## **1. Einleitung**

Zur Schaffung und Erhaltung einer hohen Kundenzufriedenheit und -bindung sowie zur Pflege von Kundenbeziehungen ist eine kooperative Zusammenarbeit unter den Beschäftigten in besonderem Maße im Einzelhandel erforderlich (z.B. Bauer et al. 2003; Lawrence & Corwin 2003). Damit Beschäftigte bereit sind, miteinander zu kooperieren und sich beispielsweise gegenseitig zu unterstützen sowie wichtige Informationen und Wissen weiterzugeben, sind stabile und dauerhafte Vertrauensbeziehungen notwendig (z.B. Seifert & Pawlowsky 1998).

Allerdings gibt es in Anbetracht der - aufgrund des immensen Konkurrenz- und Kostendrucks im Einzelhandel (Bittner et al. 2002) - wachsenden Zahl an geringfügig Beschäftigten, Hinweise darauf, dass das Vertrauen und die Kooperationsbereitschaft zwischen geringfügig Beschäftigten (auch Minijobber genannt) und Stammkräften beeinträchtigt ist.

Erstens führt die zunehmende Zahl an Minijobbern, die sich im Einzelhandel im Zeitraum von 2000 bis 2005 um 31,6% erhöhte (Warich 2006) und sowohl geringfügig entlohnte Arbeitskräfte, die kontinuierlich wenige Stunden arbeiten und bis maximal 400 Euro pro Monat sozialversicherungs- und steuerfrei hinzuverdienen, als auch Saisonkräfte umfasst, die längstens zwei Monate oder 50 Tage im Jahr angestellt sind (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2007), zu einer ökonomisch

und sozial unerwünschten Spaltung der Belegschaft in einerseits das Stammpersonal und andererseits das sogenannte „Randpersonal“ (Voss-Dahm 2004).

Zweitens belegen empirische Studien, dass unsichere Arbeitsvertragsverhältnisse - und damit sind geringfügig Beschäftigte durch einen eingeschränkten Kündigungsschutz vielfach konfrontiert (Benkhoff & Hermet 2008) - die Kooperationsbereitschaft zwischen Stamm- und Randbeschäftigten untergraben und die innerbetriebliche Wissensweitergabe blockieren (z.B. Seifert & Pawlowsky 1998; Sias et al. 1997).

Drittens lässt sich auf Basis der revidierten Kontakttheorie (Pettigrew 1998), dem „Common Ingroup Identity Model“ (Gaertner et al. 1996) sowie der Sozialen Identitätstheorie (Tajfel & Turner 1979) ableiten, dass vertrauensvolle und kooperative Beziehungen zwischen beiden Gruppen erschwert werden, wenn geringfügig Beschäftigte nicht in die Stammbesellschaft integriert sind.

Bislang wurde der Einfluss des Integrationsgrades von geringfügig Beschäftigten auf die Kooperationsbeziehungen mit dem Stammpersonal unseres Wissens noch nicht untersucht. Deshalb sind wir im Rahmen einer qualitativen Studie den Fragen nachgegangen, in welchem Ausmaß geringfügig Beschäftigte und Stammmitarbeiter miteinander kooperieren und inwieweit die Integration der Minijobber in die Stammbesellschaft die Kooperationsbereitschaft beider Gruppen fördert.

## 2. Methode

Dazu wurden in einer empirischen Studie insgesamt zwölf Unternehmen des sächsischen, niedersächsischen und bayrischen Einzelhandels untersucht. Die an der Untersuchung beteiligten Firmen gehören verschiedenen bekannten Handelsketten an, die im gesamten Bundesgebiet mit zahlreichen Filialen vertreten sind und aus unterschiedlichen Branchen des Einzelhandels stammen. Darunter befinden sich drei Unternehmen aus dem Lebensmittelsektor, zwei Baumärkte, zwei Bekleidungshäuser, ein Sportartikelanbieter, eine Drogerie, eine Firma aus der Elektronikbranche, ein Möbel- und Einrichtungs- sowie ein Schuhhaus. Discounter waren nicht darunter.

In den befragten Firmen, bei denen es sich um eine willkürliche bzw. „Empfänglichkeitsstichprobe“ handelt, führten wir insgesamt 36 leitfadengestützte, halbstrukturierte Interviews durch. Dabei sprachen wir mit elf Geschäftsführern/ Filialleitern bzw. Personalverantwortlichen, elf Stammmitarbeitern und 14 geringfügig Beschäftigten.

Zunächst befragten wir die Stamm- und geringfügig Beschäftigten zu ihren Kooperationsbeziehungen und ließen uns schildern, inwieweit beide Gruppen sich bei ihrer Arbeit gegenseitig unterstützen, bereit sind, wichtige Informationen und Wissen weiterzugeben und gemeinsame Rituale pflegen. Anschließend gaben uns das Stammpersonal, die geringfügig Beschäftigten und das Management Auskünfte über mögliche Gründe einer gegebenenfalls mangelnden Kooperationsbereitschaft.

Das Datenmaterial wurde auf Basis der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2000) systematisch ausgewertet.

## 3. Ergebnisse

Unsere Befragungen ergaben, dass geringfügig Beschäftigte und Stammmitarbeiter nicht bzw. nur in geringem Maße bereit sind, miteinander zu kooperieren. Während die Stammmitarbeiter sich in der Regel unaufgefordert gegenseitig behilflich sind und sich untereinander zuarbeiten, erfahren geringfügig Beschäftigte kaum Un-

terstützung von Seiten des Stammpersonals. Die Stammmitarbeiter stehen ihnen vielfach nur dann unterstützend zur Seite, wenn sie von ihren geringfügig beschäftigten Kollegen gezielt um Hilfe gebeten werden oder wenn ihre Tipps die eigene Nacharbeit, die im Falle der unsachgemäßen Aufgabenerledigung durch die Minijobber anfallen würde, erspart. Es kommt aber auch vor, dass die Stammkräfte ihre Unterstützung verweigern, insbesondere dann, wenn sie sich nicht für die Minijobber zuständig fühlen, wie folgendes Zitat einer Stammmitarbeiterin aus einem Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels belegt: „Also wenn die jetzt zu mir kommen würden und hätten eine Frage, würde ich sagen ‚nein, du gehörst nicht zu mir. Ich beantworte dir die Frage nicht.“

Ein geringes Maß an kooperativen Beziehungen zwischen Stamm- und geringfügig Beschäftigten lässt sich auch an einer mangelnden Bereitschaft der Stammkräfte, ihr Wissen den Minijobbern weiterzugeben, feststellen. So waren die Mehrzahl der befragten Stammmitarbeiter der Ansicht, ihr Wissen gegenüber geringfügig Beschäftigten zurückzuhalten, vier davon, weil sie befürchten, durch die Minijobber ersetzt zu werden. Keine größeren Bedenken von Seiten der Stammkräfte waren unter anderem dann zu beobachten, wenn es sich bei den eingesetzten geringfügig Beschäftigten um Studenten handelt, die aufgrund anderer Beweggründe als der gezielten Suche nach einer unbefristeten Festanstellung einem Minijob nachgehen und daher für das Stammpersonal keine Bedrohung ihres Arbeitsplatzes darstellen.

Weiterhin war festzustellen, dass beide Gruppen in allen untersuchten Unternehmen keine gemeinsamen Rituale pflegen. So wird keiner der befragten Minijobber in gemeinsame Pausen eingebunden und nur in seltenen Fällen tauschen sich die Minijobber mit den Stammmitarbeitern über private Angelegenheiten aus oder sind an gemeinsamen Aktivitäten außerhalb der Arbeitszeit beteiligt.

Die Gründe für die mangelnde Kooperationsbereitschaft zwischen beiden Gruppen sind entsprechend unseren theoretischen Annahmen sehr wahrscheinlich auf eine wahrgenommene Ungleichbehandlung und fehlende Integration der Minijobber in die Stammbeslegschaft zurückzuführen. Geringfügig Beschäftigte werden häufig bei der Bezahlung und arbeitsrechtlich gegenüber der Stammbeslegschaft benachteiligt, obwohl ihnen eine Gleichbehandlung nach dem Teilzeit- und Befristungsgesetz zusteht (z.B. Benkhoff & Hermet 2008; Kalina & Weinkopf 2008).

Dass Minijobber ausnahmslos einen geringeren Status im Vergleich zu ihren Stammkollegen im Unternehmen einnehmen, wird auch darin ersichtlich, dass das Management nicht bereit ist, in die Arbeitskleidung des geringfügig beschäftigten Personals, die sie als Firmenangehörige erkennen lassen würden, zu investieren. Hinzu kommt, dass die Minijobber häufig nicht bei Besprechungen und Betriebsfesten eingebunden werden.

Darüber hinaus ergaben unsere Interviews, dass die Minijobber von ihrem Vorgesetzten meist weniger fair und weniger respektvoll behandelt werden. Beispielsweise erhalten geringfügig Beschäftigte in der Mehrzahl der Fälle keine regelmäßige Leistungsrückmeldung.

Weiterhin sind die Gründe für die mangelnde Kooperationsbereitschaft beider Gruppen in einem häufig fehlendem und zum Teil von Seiten des Stammpersonals unerwünschten Kontaktes zu sehen. Minijobber werden in einigen der untersuchten Unternehmen vor den Ladenöffnungszeiten eingesetzt und haben auf diese Weise keinen Kontakt zu Stammbeslegschaft oder arbeiten relativ isoliert von den Stammkräften in einem abgegrenzten Bereich, wie z.B. im Lager.

Eine kooperative Zusammenarbeit wird aber auch dadurch beeinträchtigt, dass die Aufgaben der Minijobber im Gegensatz zu denen der Stammbeslegschaft weniger an-

spruchvoll sind, vielfach tayloristisch organisiert sind und eine hohe Arbeitsintensität mit sich bringen (z.B. Carls 2008). Dies ermöglicht den geringfügig Beschäftigten im Regelfall keine Freiräume für zwischenmenschliche Beziehungen innerhalb des Unternehmens.

#### 4. Fazit

Die Benachteiligung und Ausgrenzung des geringfügig beschäftigten Personals führt entsprechend unserer theoretischen Annahmen dazu, dass sich die Stammmitarbeiter und geringfügig Beschäftigten als zwei voneinander abgegrenzte Gruppen wahrnehmen und hat mangelnde Kooperationsbeziehungen zwischen den Gruppen zur Folge. Sofern Minijobber nur für kurze Zeiträume, beispielsweise zur Überbrückung von Spitzenzeiten, eingesetzt werden, ist kaum mit nachteiligen Effekten auf die Kooperationsbeziehungen zu rechnen. Für einen dauerhaften Einsatz der Minijobber ist es in Anbetracht der Gefährdung einer kooperativen Zusammenarbeit zwischen Stamm- und geringfügig Beschäftigten jedoch notwendig, diese in die Stammbesetzung zu integrieren.

#### 5. Literatur

1. Bauer, F., Groß, H., Lehmann, K. & Munz, E. 2003, Arbeitszeit 2003: Arbeitszeitgestaltung, Arbeitsorganisation und Tätigkeitsprofile – Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse. Köln: Institut zur Erforschung sozialer Chancen (ISO).
2. Benkhoff, B. & Hermet, V. 2008, Zur Verbreitung und Ausgestaltung geringfügiger Beschäftigung im Einzelhandel – Eine explorative Studie aus Sicht des Managements und der Beschäftigten, Industrielle Beziehungen, 15, 5-31.
3. Bittner, S., Schietinger, M., Weinkopf, C., Eberle, C. & Schroth, J. 2002, Zwischen Serviceorientierung und Kosteneffizienz: Personalmanagement in Call Centern und im Handel, Arbeit und Technik, Band 22. München: Hampp.
4. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2007, Geringfügige Beschäftigung und Beschäftigung in der Gleitzzone. Bonn: BMAS.
5. Carls, K. 2008, Employees' responses to flexibility and normative control. The case of large scale retailing, Paper presented on 26th International Labour Process Conference, University College Dublin, 18-20th March 2008.
6. Gaertner, S.L., Dovidio, J.F. & Bachman, B.A. 1996, Revisiting the contact hypothesis: The induction of a common ingroup identity, International Journal of Intercultural Relations, 20, 271-290.
7. Kalina, T. & Weinkopf, C. 2008, Weitere Zunahme der Niedriglohnbeschäftigung: 2006 bereits rund 6,5 Millionen Beschäftigte betroffen, IAQ-Report, 2008-01.
8. Lawrence, T.B. & Corwin, V. 2003, Being there: The acceptance and marginalization of part-time professional employees, Journal of Organizational Behavior, 24, 923-943.
9. Mayring, P. 2000, Qualitative Inhaltsanalyse, Forum Qualitative Sozialforschung, 1 (2), 1-10.
10. Pettigrew, T.F. 1998, Intergroup contact theory, Annual Review of Psychology, 49, 65-85.
11. Seifert, M. & Pawlowsky, P. 1998, Innerbetriebliches Vertrauen als Verbreitungsgrenze atypischer Beschäftigungsformen, Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Heft 3, 599-612.
12. Sias, P.M. Kramer, M.W. & Jenkins, E. 1997, A comparison of the communication behaviours of temporary employees and new hires, Communication Research, 24, 731-754.
13. Tajfel, H. & Turner, J. 1979, An integrative theory of intergroup conflict. In: W.G. Austin & S. Worchel (Eds.), The social psychology of intergroup relations. Monterey-California: Brooks/ Cole.
14. Voss-Dahm, D. (2004), Geringfügige Beschäftigung und Segmentation auf innerbetrieblichen Arbeitsmärkten des Einzelhandels, Arbeit, 13, 4, 354-367.

## **Arbeits- und Organisationsgestaltung**





## **Gesundheit und Arbeitsbedingungen von Führungskräften auf der unteren und mittleren Hierarchieebene – Konsequenzen neuer Steuerungsformen**

Barbara WILDE, Carolina BAHAMONDES-PAVEZ, Stephan HINRICHS  
und Heinz SCHÜPBACH

*Arbeitsgruppe Arbeits- und Organisationspsychologie, Institut für Psychologie,  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Engelbergerstr. 41, D-79106 Freiburg*

**Kurzfassung:** Im folgenden Beitrag werden Ergebnisse aus einer Fragebogenstudie bei 221 Führungskräften der unteren und mittleren Hierarchieebene berichtet. In den Ergebnissen finden sich Hinweise auf Gesundheitsbeeinträchtigungen bei Führungskräften. Bei der Betrachtung der Arbeitsbedingungen stellen sich insbesondere Zeitdruck und Arbeitsunterbrechungen als Stressoren dar, gleichzeitig werden die Ressourcen Tätigkeitsspielräume und soziale Unterstützung wahrgenommen. Das Gesamtbild wird vor dem Hintergrund der Realisierung neuer Steuerungsformen wie „Management by Objectives“, die häufig bei Führungskräften angewendet werden, interpretiert. Dabei finden sich insbesondere Hinweise auf einen eingeschränkten Spielraum in Bezug auf die Anpassbarkeit von Zielen oder Ressourcen zur Zielerreichung bei sich verändernden Rahmenbedingungen.

**Schlüsselwörter:** Führungskräfte, Arbeitsbedingungen, Gesundheit, neue Steuerungsformen.

### **1. Die Rolle von Führungskräften in der betrieblichen Gesundheitsförderung**

Der folgende Beitrag ist im Rahmen des interdisziplinären Verbundprojekts PARGEMA (Partizipatives Gesundheitsmanagement, Projektförderer: BMBF, Projektträger: DLR) entstanden. Das Projekt verfolgt das Ziel, ein nachhaltiges betriebliches Gesundheitsmanagement in verschiedenen Kooperationsunternehmen zu verankern und dabei die Besonderheiten neuer Steuerungsformen (wie z. B. Management by Objectives), die sich durch eine hohe Ergebnisverantwortung für die Beschäftigten auszeichnen, zu berücksichtigen. Es wird davon ausgegangen, dass Führungskräften in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle zukommt. Sie gelten als (Pro-)motoren der betrieblichen Gesundheitsförderung, weil sie Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung unterstützen, dulden oder torpedieren können (Bamberg 2002). Um Gesundheitsförderungsmaßnahmen in Betrieben erfolgreich umzusetzen, gilt es also, sich die Unterstützung der Führungskräfte zu sichern. Im Projekt PARGEMA werden zu diesem Zweck Führungskräfte selbst zur Zielgruppe betrieblicher Gesundheitsförderung gemacht. Auch ihre Tätigkeit ist mit bestimmten Belastungen verbunden und führt zu einer entsprechenden Beanspruchung. Es geht darum, diese näher zu analysieren und zu optimieren. Im Folgenden sollen die bisher gewonnenen Erkenntnisse zur Gesundheit sowie den Arbeitsbedingungen von Führungskräften dargestellt werden.

## 2. Gesundheit von Führungskräften

Bestehende Ergebnisse zum Gesundheitszustand von Führungskräften lassen auf den ersten Blick unterschiedliche Ableitungen zu, die insbesondere von den gewählten Indikatoren abzuhängen scheinen. Das häufig verwendete Kriterium Krankenstand deutet auf einen vergleichsweise guten Gesundheitszustand von Führungskräften hin, da dieser bei Führungskräften sehr gering ist (z. B. Büssing & Glaser 1998). Eine Studie des Instituts für Arbeits- und Sozialhygiene bei Führungskräften hingegen zeigt, dass 85% an vegetativen Beschwerden oder Befindensstörungen an Herz, Kreislauf und Magen-Darm leiden (Klemusch 1998).

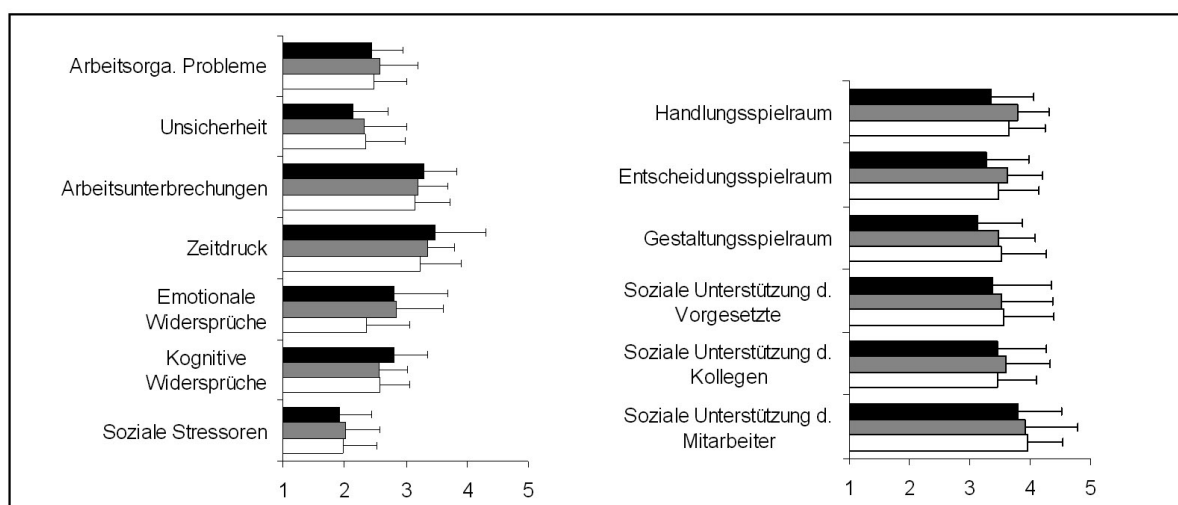
In der im Rahmen des Projekts PARGEMA durchgeführten Fragebogenstudie bei 221 Führungskräften der unteren und mittleren Hierarchieebene in drei Unternehmen des Industrie- und Dienstleistungsbereichs zeichnet sich folgendes Bild zur Gesundheit von Führungskräften ab: Die Führungskräfte geben wie in der Studie von Büssing & Glaser (1998) einen sehr geringen Krankenstand an. Entsprechend ihrer Angaben waren sie in den vergangenen 12 Monaten an durchschnittlich 4,8 Tagen ( $SD=9,4$ ) wegen Krankheit abwesend. Des Weiteren wurde nach Präsentismus gefragt, also danach, an wie vielen Tagen die Führungskräfte in den vergangenen 12 Monaten trotz Krankheit anwesend waren. Durchschnittlich wurden auf diese Frage 8,3 Tage ( $SD=24,2$ ) angegeben, ein Ergebnis, das das vorherige in anderem Licht erscheinen lässt. Es scheint nicht der Fall zu sein, dass Führungskräfte besonders selten krank sind, sondern dass sie häufig trotz Krankheit zur Arbeit zu kommen. Als weiterer Indikator für die Gesundheit von Führungskräften wurde Irritation (Mohr et al. 2004) erfasst. Irritation ist ein psychischer Erschöpfungszustand, der so weit fortgeschritten ist, dass er in alltäglichen Belastungspausen nicht abgebaut werden kann. Der Mittelwert der befragten Führungskräfte Stichprobe ( $M=3,5$ ;  $SD=1,2$ ) ist gegenüber dem der von Mohr et al. (2004) für die Normstichprobe angegebenen ( $M=3,1$ ;  $SD=1,2$ ;  $N=4030$ ) signifikant erhöht ( $p<.05$ ). Alles in allem weisen die berichteten Befragungsergebnisse damit auf Beeinträchtigungen der Gesundheit von Führungskräften hin.

## 3. Arbeitsbedingungen von Führungskräften

Ebenso wie zum Gesundheitszustand von Führungskräften gibt es auch zu den Arbeitsbedingungen von Führungskräften vergleichsweise wenige Studien. Die vorhandenen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Führungstätigkeit insbesondere durch hohe Spielräume und hohe Verantwortung geprägt ist, bei gleichzeitig hoher Arbeitsmenge und Zeitdruck (Steinmetz 2006). Unklar erscheint bislang, inwiefern Führungskräften in ihrem Arbeitsumfeld sozial unterstützt werden.

Im Rahmen der bereits beschriebenen Fragebogenstudie sollten nähere Informationen über die Stressoren und Ressourcen in der Führungstätigkeit gesammelt werden. Als Stressoren wurden Zeitdruck, Unsicherheit, Arbeitsorganisatorische Probleme, Arbeitsunterbrechungen (jeweils aus ISTA, Semmer et al. 1999), Emotionale Dissonanz (aus FEWS, Zapf et al. 2000), Soziale Stressoren (aus TAA-KH-S, Büssing & Glaser 2002) und Kognitive Widersprüche in der Tätigkeit (zehn selbst entwickelte Items, Beispielfrage: „Wie häufig kommt es vor, dass Sie an Ihrem Arbeitsplatz Ihren Mitarbeitern gegenüber Dinge vertreten müssen, weil sie von einer höheren Führungsebene angeordnet wurden, obwohl diese gegen Ihre Meinung sprechen?“) erhoben. Als Ressourcen wurden Handlungs-, Entscheidungs- und Gestal-

tungsspielräume (jeweils aus TAA-KH-S, Büssing & Glaser 2002) sowie soziale Unterstützung durch Vorgesetzte und Kollegen (aus SALSA, Udris & Rimann 1999) erhoben. Des Weiteren wurde soziale Unterstützung durch die Mitarbeiter mit einer angepassten Version der Skala von Udris und Rimann (1999) erfragt. Die zugehörigen Items wurden alle auf fünfstufigen Ratingskalen beantwortet. Die Skalierung ist so gestaltet, dass hohe Werte einer hohen Ausprägung der Stressoren bzw. Ressourcen entsprechen. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse im Vergleich für die drei Unternehmen. Dabei wird zum einen deutlich, dass sich über die verschiedenen Unternehmen ein ziemlich ähnliches Stressoren- und Ressourcenmuster findet, die Führungstätigkeit ist also in unterschiedlichen Unternehmen mit den gleichen Stressoren und Ressourcen verbunden. Bei den Stressoren stechen insbesondere Zeitdruck und Arbeitsunterbrechungen hervor. Bei den Ressourcen zeigt sich insgesamt eine positive Bewertung von Tätigkeitsspielräume und sozialer Unterstützung. Die soziale Unterstützung durch die Mitarbeiter wird dabei besonders ausgeprägt wahrgenommen.



**Abbildung 1:** Mittelwerte und Standardabweichungen der Stressoren (links) und Ressourcen (rechts) in den drei Unternehmen (Markierung Unternehmen A: schwarz, Unternehmen B: grau, Unternehmen C: weiß)

#### 4. Erklärungsansätze und Handlungsempfehlungen

Wenn alle berichteten Ergebnisse im Zusammenhang betrachtet werden, lässt sich zur Erklärung die Vermutung anstellen, dass die hohen Ressourcen der Führungskräfte scheinbar nicht hoch genug sind, um der Entstehung von Stressoren ausreichend entgegenzuwirken, deren Abbau zu unterstützen oder deren Wirkung abzupuffern, so dass in der Folge Gesundheitsbeeinträchtigungen zu finden sind. Ein Blick auf die Steuerung von Führungskräften scheint hilfreich zu sein, um dies besser zu verstehen. Die befragten Führungskräfte werden, wie viele Führungskräfte, anhand von Zielen geführt. Aus diesem Grund wurden einige Fragen in Bezug auf diese Ziele gestellt. Dabei zeigen sich folgende Ergebnisse: Ca. 40% der Führungskräfte geben an, dass oft oder immer von Beginn an nicht ausreichend Ressourcen (personell oder materiell) zur Verfügung stehen, um die Ziele zu erreichen. Ca. zwei Drittel der Führungskräfte geben an, dass oft oder immer etwas nicht Eingeplantes dazwischen kommt, was das Erreichen der Ziele erschwert. In diesen Fällen ist es entsprechend je ca. zwei Drittel der Befragten nie oder selten möglich, die Ziele zu ver-

ändern oder zusätzliche Ressourcen zu erhalten, um die Ziele dennoch zu erreichen. Diese Befunde deuten darauf hin, dass häufig bereits von Beginn an unrealistische Ziele vereinbart oder vorgegeben werden. Es ist dann eher die Regel als die Ausnahme, dass das Erreichen der Ziele durch nicht Eingeplantes erschwert wird. Dies wäre nicht weiter problematisch, wenn sich Ziele oder Ressourcen anpassen lassen würden, was aber eher die Ausnahme als die Regel darstellt. Unter diesem Blickwinkel lassen sich die Gesamtergebnisse folgendermaßen verstehen: Die Steuerung von Führungskräften scheint durch relativ unveränderbare Ziele gekennzeichnet zu sein, auch wenn deren Erreichen erschwert wird. Innerhalb dieser Grenze nehmen die Führungskräfte relativ umfangreiche Spielräume wahr, wie sie diese Ziele erreichen (vgl. Ergebnis zu den Tätigkeitsspielräumen). Diese beinhalten aber nicht, dass sich die Ziele selbst ändern lassen, was das Auftreten von Stressoren wie Zeitdruck und Gesundheitsbeeinträchtigungen trotz Tätigkeitsspielräumen und Sozialer Unterstützung möglicherweise erklären kann. In der Konsequenz ist zu empfehlen, auch den Spielraum zur Anpassung von Zielen bzw. Ressourcen zu gewährleisten, wenn Ziele unter den gegebenen Bedingungen nicht mehr realistisch zu erreichen sind. Alternativ ist zu befürchten, dass Führungskräfte sich selbst und ihre Mitarbeiter als unbegrenzte Ressourcen einsetzen, um diese Ziele zu erreichen und damit ihre eigene und die Gesundheit ihrer Mitarbeiter gefährden (ein Indiz für dieses Verhalten bei Führungskräften stellen z. B. die zahlreichen angegebenen Präsentismus-Tage dar). Um dies zu vermeiden, erscheint es sinnvoll, ein Gleichgewicht zwischen ökonomischen und Gesundheitszielen herzustellen. Wenn es nicht nur Ziel ist, ein bestimmtes ökonomisches Ziel zu erreichen, sondern gleichzeitig Ziel ist, dabei sich selbst und die eigenen Mitarbeiter gesund zu erhalten, sollte im Betrieb eine Gesundheitskultur entstehen, die es ermöglicht, Gesundheit als Argument für nötige Ziel- oder Ressourcenanpassungen zu verwenden, um auf realistische ökonomische Ziele hinzuarbeiten. Auf diesem Weg erscheint es möglich, nachhaltig Ökonomie und Gesundheit in Einklang zu bringen.

## 5. Literatur

1. Bamberg, E. 2002, Editorial, Gruppendynamik und Organisationsberatung, 33, 367-368.
2. Büssing, A. & Glaser, J. 1998, Managerial Stress and Burnout: A collaborative International Study (CISMS). Die deutsche Untersuchung (Bericht Nr. 44). München: Berichte aus dem Lehrstuhl für Psychologie der TU.
3. Büssing, A. & Glaser, J. 2002, Das Tätigkeits- und Arbeitsanalyseverfahren für das Krankenhaus – Selbstbeobachtungsversion (TAA-KH-S). Göttingen: Hogrefe.
4. Klemusch, M. 1998, Gesundheit und Fitneß als Leistungsfaktoren, Personalführung, 7, 22-24.
5. Mohr, G., Rigotti, T. & Müller, A. 2004, Irritation - ein Instrument zur Erfassung psychischer Beanspruchung im Arbeitskontext. Skalen- und Itemparameter aus 15 Studien, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 49, 44-48.
6. Semmer, N., Zapf, D. & Dunckel, H. 1999, Instrument zur Stressbezogenen Tätigkeitsanalyse (ISTA). In: H. Dunckel (Hrsg.), Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Zürich: vdf, 179 – 204.
7. Steinmetz, B. 2006, Stressmanagement für Führungskräfte. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
8. Udris, I. & Rimann, M. 1999, SAA und SALSA: Zwei Fragebögen zur subjektiven Arbeitsanalyse. In: H. Dunckel (Hrsg.), Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Zürich: vdf, 397-419.
9. Zapf, D., Mertini, H., Seifert, C., Vogt, C., Isic, A. & Fischbach, A. 2000, FEWS (Frankfurt Emotion Work Scales), Version 4.0. Frankfurt am Main: Johann Wolfgang Goethe-Universität.

# Nachhaltige Personal- und Organisationsentwicklung zur Vermeidung des Fachkräftemangels auf der „shop-floor“ Ebene

Judith SCHULZ und Lars WINDELBAND

*Institut Technik und Bildung, Universität Bremen,  
Am Fallturm 1, D-28359 Bremen*

**Kurzfassung:** Der Fachkräftemangel hat im Bereich des produzierenden Gewerbes die Ebene der Facharbeiter erreicht. Vor allem KMU sind immer mehr von der Problematik betroffen. Mittel- bis langfristig wird laut Experten auch die Wettbewerbsfähigkeit negativ beeinflusst, sofern keine effektiven Maßnahmen und Strategien ergriffen werden. Innerhalb des Leonardo Projekts „Shortage of Skilled Workers“ werden vor diesem Hintergrund in den am Projekt beteiligten europäischen Ländern Qualifizierungs- und Personalentwicklungskonzepte zur Vermeidung des Fachkräftemangels entwickelt und umgesetzt.

**Schlüsselwörter:** Fachkräftemangel, Qualifikationsbedarf, Personalentwicklung, Früherkennung.

## 1. Ausgangssituation und Hintergrund

Schon seit längerer Zeit ist in Bezug auf den Techniker- und Ingenieurbereich ein erheblicher Fachkräftemangel wahrzunehmen. Unternehmen beklagen, trotz anhaltender Arbeitslosigkeit, auch auf der Ebene der Facharbeiter im produzierenden Sektor (Metall- und Elektroindustrie) einen ernstzunehmenden Mangel. Für einzelne Regionen in Europa existieren bereits heute erhebliche Fachkräftelücken, die nach Expertenmeinungen weiter zunehmen werden. Diese Lücken werden bedingt durch veränderte Anforderungen an die Beschäftigung, eine zunehmende Wettbewerbssituation, den demographischen Wandel und den Wandel der Arbeitsaufgaben. Maßgeblich betroffen sind kleinere und mittlere Unternehmen (KMU), denen es häufig an geeigneten betrieblichen und personalwirtschaftlichen Instrumenten und Ressourcen fehlt, um den aktuellen sowie den zukünftigen Bedarf zu ermitteln und dem Mangel an Fachkräften zu begegnen.

Die jährlich entstehenden Verluste lassen sich nur bedingt in Zahlen bemessen. Haben jedoch deutsche Unternehmen im Jahr 2006 aufgrund des Fachkräftemangels mindestens 3,5 Milliarden Euro eingebüßt (iwd 2007, S. 6), so gab es im Zeitraum von Juli 2007 bis Juni 2008 allein auf der Meister- und Technikerebene einen Wertschöpfungsverlust von 6,6 Milliarden Euro. Auf der Ingenieurebene kommen nochmals 17,4 Milliarden Euro (iwd 2008, S. 4) hinzu.

Derzeit ist zwar auf der Facharbeiterebene noch nicht von einem flächendeckenden Fachkräftemangel zu sprechen, punktuell und vor allem regional ist die wirtschaftliche Entwicklung jedoch schon heute bedroht. Das Leonardo Projekt „Shortage of Skilled Workers“ setzt bei den Schwierigkeiten vieler Unternehmen (insbesondere KMU) an, eigene Qualifizierungs- sowie Personalentwicklungskonzepte auf der Facharbeiterebene zur Vermeidung eines Fachkräftemangels zu entwickeln und umzusetzen. In dem Projekt kooperieren Partner aus sechs europäischen Ländern (Slowenien, Niederlande, Vereinigtes Königreich, Italien, Österreich, Deutschland).



Ziel ist dabei, den notwendigen Qualifikationsbedarf frühzeitig zu identifizieren und darüber hinaus die Entwicklung und den Einsatz langfristiger, nachhaltiger und kontinuierlicher personalwirtschaftlicher Instrumente voranzutreiben.

## 2. Methode und Vorgehensweise

Zur Erreichung dieses Ziels und um Anhaltspunkte für die Gestaltung von Maßnahmen hinsichtlich Personalentwicklungs- und Qualifizierungsprozessen abzuleiten, wurden in den sechs europäischen Ländern berufswissenschaftliche Studien (vgl. Becker & Spöttl 2008; Windelband 2006) mittels Sektoranalysen und Fallstudien durchgeführt. Anhand dieser Untersuchung wurde die Fachkräftesituation im produzierenden Sektor (Metall- und Elektroindustrie) analysiert.

Mittels der Sektoranalyse wurden der produzierende Sektor und seine Struktur genau erschlossen. Ziel war die „Sicherung von Informationen über die Organisationsstruktur, wirtschaftliche Bedeutung, Beschäftigung, Abgrenzung des Sektors, Fachkräftestruktur, Situation von Erwerbsberufen bzw. Domänen“ (Schnitger & Windelband 2008b, S. 4). Daneben sind erste Initiativen gegen den Fachkräftemangel im Sektor zusammengetragen worden.

In betrieblichen Fallstudien wurden im Sektor KMU hinsichtlich der betrieblichen Arbeitsplätze, Arbeitsprozesse, Arbeits- und Betriebsorganisationsformen, der Facharbeitersituation, des Qualifikationsbedarfs sowie der Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduzierung des Fachkräftemangels untersucht.

Im zweiten Teil des Projektes wurden zusammen mit Unternehmen verschiedene Instrumente zur Personalentwicklung weiterentwickelt und in ausgewählten Unternehmen erprobt.

## 3. Ergebnisse

Die empirischen Ergebnisse machen deutlich, dass der Fachkräftemangel durch verschiedene Problemfelder (z.B. demographischer Wandel, Mangel an technischen Ausbildungsmöglichkeiten, Rekrutierungsprobleme sowohl bei Auszubildenden als auch bei Fachkräften, Rückgang der Ausbildungszahlen, Image der Region und des Unternehmens und Qualifikationsdefizite auf Facharbeitsebene) bedingt ist (vgl. Schnitger & Windelband 2008a, S. 18f.). Diese lassen sich anhand von Indikatoren ablesen. So ist z.B. eine Zunahme offen gemeldeter Stellen zu verzeichnen, ebenso wie Anzeichen von Produktionshindernissen und -einbußen. „Laut IAB konnten in Deutschland allein im ersten Halbjahr 2007 über 280.000 Stellen für qualifizierte Fachkräfte nicht besetzt werden“ (iwd 2008, S. 4). Dabei sind die Ursachen für die einzelnen Problemfelder in Hinblick auf die jeweiligen Hintergründe zu differenzieren: Ursachen wie demographischer Wandel, Konkurrenz zu Großunternehmen oder regionale Lage sind sehr schwer veränderbar. Ursachen wie eine systematische Bedarfsermittlung oder das Image eines Unternehmens sind jedoch mit passenden Konzepten und Ansätzen reduzierbar.

Die empirischen Erkenntnisse zeigen recht deutlich, dass innovative und vorausschauende Unternehmen, mit eigenen Konzepten zur Reduzierung des Fachkräftemangels, bereits an diesen letztgenannten Stellen aktiv werden. Die Analyse solcher Unternehmen zeigte, dass sich nur durch eine Kombination von verschiedenen Strategien der Fachkräftemangel reduzieren lässt. So sind neben internen und externen

Personalbeschaffungsstrategien, die betriebsinterne Weitergabe von Erfahrungswissen sowie die Aus- und Weiterbildung in Unternehmen wichtige Ansatzpunkte zur Reduzierung des Fachkräftemangels.

Hinsichtlich einer langfristigen Personalbedarfsplanung konnten Initiativen in den Unternehmen identifiziert werden, die darauf abzielen, Kinder und Jugendliche ab dem Kindergartenalter und Mädchen im Allgemeinen für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern. Anhand von Kooperationen zwischen Schulen und Unternehmen werden diese Initiativen verstärkt. Zudem werden Überlegungen laut, wonach die Einführung oder Intensivierung von Technikunterricht an Schulen gefordert wird.

Zusätzlich zu den Bemühungen in Kindergärten und Schulen ist der Fokus auf die zukunftsorientierte Ausbildung und Weiterqualifizierung bestehender Facharbeiter von Seiten der Unternehmen zu legen. Einige Unternehmen haben sich bereits der Zielgruppe der An- und Ungelernten angenommen, diese auf Facharbeiterniveau, allerdings ohne anerkannten Abschluss, „hoch zu qualifizieren“. Diese Ergebnisse über umgesetzte Initiativen zur Reduzierung des Fachkräftemangels zeigen recht deutlich, dass vor allem die vorausschauenden Unternehmen schon heute eine Vielzahl von Strategien entwickeln und umsetzen.

Diese Erfahrungen und Erkenntnisse wurden genutzt, um zusammen mit Experten des Sektors und Unternehmen weitere Instrumente zur langfristigen Vermeidung des Fachkräftemangels zu entwickeln, so

- Instrumente zur Früherkennung des Qualifikationsbedarfs auf betrieblicher Ebene und
- eine Unternehmens-Wiki zur Erfassung und Weitergabe von Erfahrungswissen.

Vorraussetzung für eine bedarfsorientierte und zukunftsorientierte Qualifizierung ist die konkrete Analyse des Qualifizierungsbedarfs. Im Projekt werden zusammen mit Unternehmen Instrumente entwickelt, so dass diese zukünftig eigenständig ihre Fachkräfteentwicklung und ihren zukünftigen Bedarf ermitteln können. Für die Umsetzung können verschiedene Instrumente herangezogen werden. Neben der Bewertung/Auswertung des individuellen, aktuellen und zukünftigen Qualifizierungsbedarfs erfolgt eine detaillierte Analyse des generellen betrieblichen Fachkräftebedarfs. Des Weiteren wird in diesem Zusammenhang die Relevanz verschiedener Problemfelder, die zur Entstehung des Fachkräftemangels und ihren möglichen Ursachen führen, untersucht.

Unternehmen sehen sich zunehmend mit einer „Abwanderung“ bzw. dem Verlust von sogenanntem Expertenwissen konfrontiert. Dieser Verlust des erfahrungsbasierten, arbeitsprozessbezogenen Wissens zeigt sich beim Ausscheiden erfahrener und älterer Mitarbeiter. So ist es notwendig, Wissensmanagementstrategien heranzuziehen, indem das vorhandene Wissen der Mitarbeiter rechtzeitig identifiziert und dokumentiert wird, um es an jüngere Mitarbeiter weitergeben zu können. Dazu werden im Projekt gängige Instrumente zur Wissensdokumentation und zum Wissenstransfer herangezogen und auf die Problemstellung hin weiterentwickelt. Dieser Prozess wird derzeit im Projekt anhand einer Unternehmens-Wiki umgesetzt. Die Unternehmens-Wiki ist eine Variante der elektronischen Informations- und Kommunikationsplattform mit der Möglichkeit des Aufbaus, der Sicherung und der Weitergabe von fachspezifischem und erfahrungsbasiertem Wissen. Mit der Unternehmens-Wiki kann ein Beitrag hinsichtlich der Beschreibung von Abläufen einzelner Tätigkeiten, der Beschreibung von Fehler- und Problemlösungsvorschlägen und der Weitergabe von spezifischem (Erfahrungs)Wissen, z.B. spezifische Kundeninformationen, geleistet werden.

#### 4. Ausblick

Die Ergebnisse der berufswissenschaftlichen Studien machen deutlich, dass die Problematik des Fachkräftemangels verschiedene Aspekte birgt. So ist der Fachkräftemangel zum einen ein europäisches und kein rein deutsches Phänomen. Zum anderen sind die Lösungsansätze, Strategien und Initiativen ebenso vielfältig wie die Ursachen der Fachkräftesituation. Zur Lösung der Fachkräfteproblematik kann langfristig und nachhaltig nur der Einsatz verschiedener Strategien erfolgreich sein.

Einige Unternehmen beginnen bereits heute mit der Umsetzung einiger Maßnahmen, um zumindest kurzfristige Lösungen zu schaffen. Ansatzpunkte sind dabei, wie eingangs beschrieben, ein zukunftsorientiertes Personalmarketing an Schulen und Kindergärten sowie die Investition in die Fort- und Weiterbildung der eigenen Mitarbeiter. Versuche, gezielt ältere Fachkräfte zu rekrutieren, aber auch der Aufbau von Wissensmanagementsystemen und regionalen Netzwerken sowie Verbünden werden angestrebt.

Die Entwicklung wird jedoch nicht allein von den Initiativen der Unternehmen abhängen, auch wirtschaftliche Aspekte werden in die Entwicklung mit einfließen. Dennoch ist deutlich geworden, dass sowohl Unternehmen wie auch Politik einen Beitrag zur Reduzierung des Fachkräftemangels leisten müssen. Die entwickelten Produkte innerhalb des Projektes "Shortages of Skilled Workers" können dazu einen Beitrag liefern.

#### 5. Literatur

1. Becker, M. & Spöttl, G. 2008, Berufswissenschaftliche Forschung. Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis. Frankfurt am Main: Lang.
2. iwd – Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln 2007, Ingenieure: Deutsche Mangelercheinung. iwd – 2007, Nr. 20. Verfügbar unter: <http://www.iwkoeln.de/tabID/2012/ItemID/20722/language/de-DE/Default.aspx> (Stand: 05.12.2008).
3. iwd– Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln 2008, Fachkräftemangel: Reformen zahlen sich aus. iwd – 2008, Nr. 43. Verfügbar unter: <http://www.iwkoeln.de/tabID/2326/ItemID/22606/language/de-DE/Default.aspx> (Stand: 04.12.2008).
4. Schnitger, M. & Windelband, L. 2008a, Fachkräftemangel auf Facharbeitsebene – eine Statusanalyse aus Sicht der Metall- und Elektroindustrie, lernen & lehren, 89, 14 – 21.
5. Schnitger, M. & Windelband, L. 2008b, Fachkräftemangel auf Facharbeiterebene im produzierenden Sektor in Deutschland: Ergebnisse der Sektoranalyse aus dem Projekt „Shortage of Skilled Workers“ (SOS), Forschungsbericht Nr. 30. Bremen: Institut Technik und Bildung.
6. Windelband, L. 2006, Früherkennung des Qualifikationsbedarfs in der Berufsbildung. Bielefeld: Bertelsmann.

Das Projekt wird aus Mitteln der europäischen Kommission und Eigenmittel der Projektbeteiligten gefördert. Die Projektleitung liegt beim Institut Technik und Bildung der Universität Bremen.

# **Altersheterogenität in Arbeitsgruppen: Chance oder Risiko?**

## **Die Rolle von Salienz und Konflikten in der Beziehung zwischen Altersheterogenität und Gruppeneffektivität**

Birgit Claudia BLACHNIK<sup>1</sup>, Stefan DIESTEL<sup>1</sup>, Jürgen WEGGE<sup>2</sup>  
und Klaus-Helmut SCHMIDT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

<sup>2</sup> *Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie, TU Dresden,  
Zellescher Weg 17, D-01062 Dresden*

**Kurzfassung:** Die Altersheterogenität in Arbeitsgruppen wird als Folge des demografischen Wandels zunehmen. Welche Auswirkungen auf die Gruppeneffektivität hiermit verbunden sind wurde bisher nur in wenigen Feldstudien untersucht, deren Ergebnisse zudem recht heterogen ausfallen. Sozialpsychologische Theorievorstellungen legen die Annahme nahe, dass die Beziehung zwischen Altersheterogenität und Gruppeneffektivität durch die Salienz (d. h. Auffälligkeit) der Altersheterogenität und emotionale bzw. kognitive Konflikte vermittelt wird. Zur Prüfung dieser Annahme wurde eine Untersuchung bei 157 Arbeitsgruppen einer großen Landesverwaltung durchgeführt. Ergebnisse von Strukturgleichungsmodellen bestätigen die Erwartungen. Mit zunehmender Altersheterogenität geht ein Anstieg der Salienz dieses Gruppenmerkmals einher. Als Folge hiervon treten verstärkt emotionale und kognitive Konflikte innerhalb der Gruppen auf, die die Gruppeneffektivität beeinträchtigen. Die Ergebnisse legen Maßnahmen zur Reduzierung der Salienz bzw. Maßnahmen zum Konfliktmanagement nahe, welche die negativen Effekte der Altersheterogenität vermindern können.

**Schlüsselwörter:** Altersheterogenität, Gruppeneffektivität, Salienz, Konflikte.

### **1. Einleitung**

Die Wirkungen zunehmender Altersheterogenität in Arbeitsgruppen auf die Gruppeneffektivität sind bislang kaum untersucht. Die wenigen hierzu vorliegenden Befunde lassen neben negativen Effekten vereinzelt auch positive Effekte erkennen. Zur Erklärung dieser inkonsistenten Befunde wird häufig auf zwei theoretische Ansätze zurückgegriffen: die Theorie der sozialen Kategorisierung einerseits (siehe Tajfel & Turner 1986), die effektivitätsmindernde Wirkungen der Altersheterogenität erwarten lässt, und Modelle der Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung in Gruppen andererseits (siehe Van Knippenberg et al. 2004), die effektivitätsförderliche Einflüsse vorhersagen. Beide Theorieansätze teilen die Annahme, dass Altersheterogenität als Gruppenmerkmal nur dann Einflüsse auf die Gruppeneffektivität ausübt, wenn dieses Merkmal aufgrund seiner Ausprägung in den Aufmerksamkeits-

fokus der Gruppenmitglieder rückt, d. h. salient bzw. auffällig ist. Mit zunehmender Altersheterogenität sollte ein Anstieg ihrer Salienz einhergehen.

Die Theorie der emotionalen Kategorisierung geht darüber hinaus davon aus, dass die Salienz der Altersheterogenität die Bildung von altersbezogenen Subgruppen begünstigt, die in emotionalen Konflikten zwischen den Subgruppen resultieren. Da emotionale Konflikte die Interaktionen in der Gruppe stören, sollten sie einen negativen Einfluss auf die Gruppeneffektivität ausüben. Modelle der Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung in Gruppen nehmen dagegen an, dass mit dem verstärkten Erleben von Altersheterogenität gleichzeitig auch altersabhängige Unterschiede in den aufgabenbezogenen Erfahrungs- und Wissensbeständen der Gruppenmitglieder in den Fokus der Aufmerksamkeit gelangen. Die Auseinandersetzung mit diesen Erfahrungs- und Wissensunterschieden sollte sich in kognitiven Konflikten niederschlagen, d. h. zu intensiven Austausch- und Elaborationsprozessen darüber führen, unter Einsatz welcher Strategien die Gruppenaufgaben am wirksamsten bewältigt werden können, mit entsprechend positiven Folgen für die Gruppeneffektivität.

Ungeachtet dieser Unterschiede in den Annahmen über die Wirkungsrichtung emotionaler und kognitiver Konflikte lassen beide Theorieansätze erwarten, dass die Salienz der Altersheterogenität und emotionale bzw. kognitive Konflikte bedeutsame Vermittlungsmechanismen in der Beziehung zwischen Altersheterogenität und Gruppeneffektivität darstellen.

## 2. Methode

Bei der Prüfung dieser Vermittlungsannahme gelangten die aus der einschlägigen Literatur bekannten Skalen zur Erfassung der Salienz der Altersheterogenität und beider Konfliktformen zum Einsatz (siehe Jehn 1995; Randel 2002). Als Indikatoren der Gruppeneffektivität wurden neben den in früheren Studien gewöhnlich berücksichtigten Maßen der Identifikation mit der Gruppe (Mael & Ashforth 1992), der Arbeitszufriedenheit (Neuberger & Allerbeck 1978) und Innovationsleistungen (Janssen 2001) mit der emotionalen Erschöpfung als einer Kernfacette des Burnout auch eine arbeitsbezogene Beanspruchungsform als Kriterium herangezogen (Büssing & Per-rar 1992). Die Messung der Altersheterogenität erfolgte auf der Grundlage der Standardabweichung des Alters. Alle Untersuchungsvariablen wurden auf Individualebene erhoben und anschließend auf Gruppenebene aggregiert.

Untersuchungsteilnehmer waren 722 Beschäftigte einer großen Landesverwaltung, welche sich auf 157 Arbeitsgruppen verteilten. Die Gruppengröße variierte zwischen 3 und 20 Mitgliedern (Mittelwert = 4.60; Standardabweichung = 1.83).

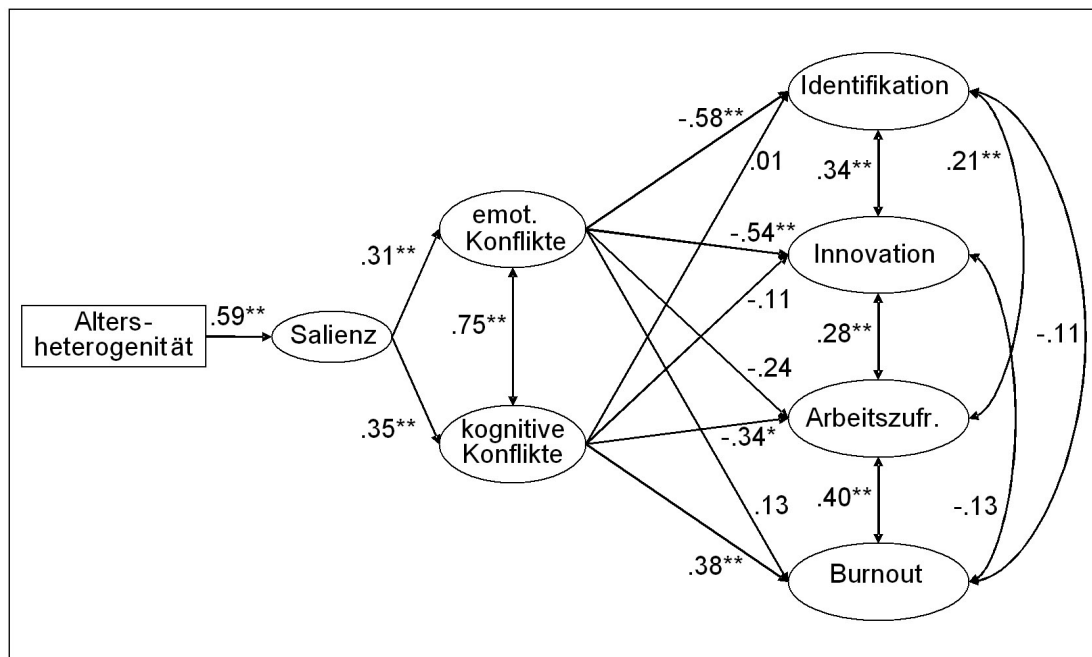
Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels Strukturgleichungsmodellen. In einem ersten Modell (M1) wurde davon ausgegangen, dass die Beziehung zwischen Altersheterogenität und Gruppeneffektivität vollständig durch die Salienz und beide Konfliktformen vermittelt wird. Diesem Modell wurden zwei Alternativmodelle gegenübergestellt. Das erste Alternativmodell (M2) sah zusätzlich direkte Pfade der Altersheterogenität zu beiden Konfliktformen sowie den Indikatoren der Gruppeneffektivität vor. Im zweiten Alternativmodell (M3) wurden zusätzlich direkte Pfade der Salienz zu den Indikatoren der Gruppeneffektivität spezifiziert. Beide Alternativmodelle sollten keine bessere Anpassung an die Daten aufweisen als das vollständige Vermittlungsmodell.



### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Vollständiges Vermittlungsmodell (M1)

Die Fit-Indizes dieses Modells fallen zufriedenstellend aus und weisen auf eine gute Anpassung an die Daten hin ( $\chi^2_{df=101} = 126.38$ ,  $p < .01$ ; RMSEA = .040; SRMR = .064; CFI = .99; Gamma-Hat = .98). Die Pfadkoeffizienten dieses Modells sind in Abbildung 1 dargestellt.



**Abbildung 1:** Standardisierte Lösung des vollständigen Vermittlungsmodells (M1)

Abbildung 1 lässt erkennen, dass mit zunehmender Altersheterogenität ein Anstieg der Salienz einhergeht. Das verstärkte Erleben der Altersheterogenität löst anschließend sowohl emotionale als auch kognitive Konflikte zwischen den Gruppenmitgliedern aus. Erwartungsgemäß schlagen sich emotionale Konflikte in Beeinträchtigungen der Indikatoren der Gruppeneffektivität nieder, die zumindest in der Identifikation mit der Gruppe und den Innovationsleistungen signifikant ausfallen. Die Vorzeichen der nicht signifikanten Beziehungen mit der Arbeitszufriedenheit und dem Burnouterleben entsprechen ebenfalls den Erwartungen. Abweichend von den Annahmen der Modelle der Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung in Gruppen gehen auch von den kognitiven Konflikten effektivitätsmindernde Einflüsse aus, die im Burnout und der Arbeitszufriedenheit bedeutsam ausfallen.

Das Modell klärt 35% der Varianz der Salienz der Altersheterogenität sowie 9% der Varianz der emotionalen Konflikte und 12% der Varianz der kognitiven Konflikte auf. Das Modell kann schließlich auch signifikante Varianzanteile der Identifikation mit der Gruppe (33%), der Innovationsleistungen (40%), der Arbeitszufriedenheit (31%) und des Burnout (25%) vorhersagen.

#### 3.2 Partielle Vermittlungsmodelle (M2 und M3)

Die zusätzlich spezifizierten direkten Pfade der Altersheterogenität auf die Konflikte und die Indikatoren der Gruppeneffektivität (M2) fallen ebenso wenig signifikant



aus wie die direkten Pfade der Salienz auf die Indikatoren der Gruppeneffektivität. Der  $\chi^2$ -Differenztest belegt, dass weder das Modell M2 ( $\Delta\text{SB}\chi^2 = 5.54$  (df = 6), n. s.) noch das Modell M3 ( $\Delta\text{SB}\chi^2 = 3.07$  (df = 4), n. s.) eine bessere Anpassung an die Daten aufweist als das vollständige Vermittlungsmodell M1.

#### 4. Diskussion

Die Befunde stützen die Annahme, dass der Salienz der Altersheterogenität und beiden Konfliktformen eine bedeutsame Vermittlungsfunktion in der Beziehung zwischen Altersheterogenität und der Gruppeneffektivität zukommt. Sowohl emotionale als auch kognitive Konflikte schlagen sich in Beeinträchtigungen der Gruppeneffektivität nieder. Die effektivitätsmindernden Auswirkungen der kognitiven Konflikte stimmen zwar nicht mit den theoretischen Annahmen überein, entsprechen aber früheren Beobachtungen. Die Ursache für diese theorieabweichenden Beobachtungen ist vermutlich in dem Messinstrument zur Erfassung der kognitiven Konflikte zu suchen. Während auf der Theorieebene kognitive Konflikte aufgabenbezogene Austausch- und Elaborationsprozesse über wirksame Strategien der Aufgabenbearbeitung beinhalten, fokussieren die Items der Skala von Jehn (1995) eher auf divergierende Vorstellungen der Gruppenmitglieder über Ziele und Inhalte der Arbeitsaufgabe sowie den zu ihrer Bearbeitung einzusetzenden Methoden. Zukünftige Studien zu kognitiven Konflikten sollten eine bessere Anpassung des Messinstruments an die Theorievorstellungen anstreben.

Aus den vorliegenden Befunden lassen sich Ansatzpunkte zur Verminderung der effektivitätsmindernden Auswirkungen der Altersheterogenität ableiten. So könnte der Entstehung von Konflikten vorgebeugt werden, indem man den Altersunterschieden keine besondere Beachtung als Gruppenmerkmal schenkt und vielmehr die aufgabenbezogene Fähigkeitsvielfalt der Gruppenmitglieder betont. Andererseits könnten Elaborationsstrategien zur Lösung kognitiver Konflikte gezielt trainiert und zur Verminderung der negativen Auswirkungen auf die Gruppeneffektivität genutzt werden.

#### 5. Literatur

1. Büssing, A. & Perrar, K.-M. 1992, Die Messung von Burnout. Untersuchung einer deutschen Fassung des Maslach Burnout Inventory (MBI-D), *Diagnostica*, 38, 328-353.
2. Janssen, O. 2001, Fairness perceptions as a moderator in the curvilinear relationships between job demands, and job performance and job satisfaction, *Academy of Management Journal*, 44, 1039-1050.
3. Jehn, K.A. 1995, A multimethod examination of the benefits and detriments of intragroup conflict, *Administrative Science Quarterly*, 40, 256-282.
4. Mael, F. & Ashforth, B.E. 1992, Alumni and their alma mater: A partial test of the reformulated model of organizational identification, *Journal of Organizational Behavior*, 13, 103-123.
5. Neuberger, O. & Allerbeck, M. 1978, Messung und Analyse von Arbeitszufriedenheit – Erfahrungen mit dem Arbeitsbeschreibungsbogen (ABB). Bern: Huber.
6. Randel, A.E. 2002, Identity salience: A moderator of the relationship between group gender composition and work group conflict, *Journal of Occupational Behavior*, 23, 749-766.
7. Tajfel, H. & Turner, J.C. 1986, The social identity theory of intergroup behaviour. In: S. Austin & W.G. Austin (Eds.), *Psychology of Intergroup Relations*. Chicago: Nelson Hall, 7-24.
8. Van Knippenberg, D., De Dreu, C.K.W. & Homan, A.C. 2004, Work group diversity and group performance: An integrative model and research agenda, *Journal of Applied Psychology*, 89, 1008-1022.

# Beanspruchungswirkungen von Selbstkontrollanforderungen und Kontrolldefiziten bei der Arbeit

Klaus-Helmut SCHMIDT und Stefan DIESTEL

*IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** An zunehmend mehr Arbeitsplätzen (insbesondere im Dienstleistungsbereich) werden die Beschäftigten mit der Anforderung konfrontiert, einen beherrschten und kontrollierten Verhaltenseindruck zu vermitteln. Dies setzt das Unterdrücken spontaner, impulsiver Reaktionstendenzen und der hiermit assoziierten Emotionen voraus. Beobachtungen der Grundlagenforschung weisen darauf hin, dass das Bewältigen derartiger Selbstkontrollanforderungen mit erheblichen Kosten verbunden ist, die sich sowohl auf der Verhaltens- und Erlebensebene als auch auf physiologischer Ebene manifestieren. Die Ergebnisse der vorliegenden Feldstudie belegen die Bedeutsamkeit dieser Zusammenhänge auch in realen Arbeitskontexten. Zunehmende Selbstkontrollanforderungen spiegeln sich insbesondere in einem Anstieg des Burnout-Erlebens wider. Die adversen Beanspruchungswirkungen von Selbstkontrollanforderungen werden darüber hinaus von der kognitiven Fehlerneigung von Personen verstärkt, die als Indikator für allgemeine kognitive Kontrolldefizite angesehen wird. Die zur diskriminanten Validierung dieser erwarteten Zusammenhänge zusätzlich erhobenen muskuloskelettalen Beschwerden lassen als Kriteriumsmaß physischer Beanspruchung dagegen keine bedeutsamen Einflüsse der Selbstkontrollanforderungen und der kognitiven Kontrolldefizite erkennen.

**Schlüsselwörter:** Selbstkontrollanforderungen, psychische und physische Beanspruchung, Moderatoreffekt.

## 1. Einleitung

Mit dem häufig beschriebenen Wandel der Arbeitswelt gehen gravierende Verschiebungen der Arbeitsanforderungen einher, die sich z. B. in erhöhter Flexibilität in der Anpassung an technologische Innovationen und rasch sich ändernde Kundenbedürfnisse manifestieren. Derartige Anforderungen können nicht durch den Einsatz von starren und automatisierten Verhaltensroutinen bewältigt werden. Ihre Bewältigung setzt vielmehr eine flexible Selbstkontrolle des Verhaltens voraus. Selbstkontrolle ist z. B. dann notwendig, wenn gewohnheitsmäßige oder impulsive Verhaltenstendenzen zu Gunsten zielorientierten Verhaltens unterdrückt sowie spontan auftretende Emotionen zu Gunsten kundenorientierter Emotionen gehemmt werden müssen.

Neuere Beobachtungen aus der Grundlagenforschung belegen, dass das Bewältigen von Selbstkontrollanforderungen mit erheblichen psychischen und physiologischen Kosten einhergeht. Personen, die z. B. instruiert wurden, ihr Verhalten und ihre Emotionen entsprechend vorgegebener Standards zu kontrollieren, zeigten bei

nachfolgenden Aufgaben, die ebenfalls Selbstkontrollanforderungen stellten, geringere Leistungen sowie höhere Ermüdungs- und Arousalzustände als Personen, die zuvor keine Selbstkontrollanforderungen zu bewältigen hatten. Aus diesen Beobachtungen wurde die theoretische Vorstellung abgeleitet, dass unterschiedliche Formen der Selbstkontrolle ein und dieselbe (Willens-)Ressource beanspruchen, deren Kapazität begrenzt ist und die bei ihrer Inanspruchnahme (ähnlich wie ein Muskel) erschöpft (siehe z. B. Muraven & Baumeister 2000).

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob die psychischen Kosten der Bewältigung von Selbstkontrollanforderungen auch in realen Arbeitskontexten nachweisbar sind. Darüber hinaus wurde in Anlehnung an theoretische Überlegungen und Befunde von van der Linden et al. (2005) erwartet, dass die psychischen Beanspruchungswirkungen von Selbstkontrollanforderungen durch die kognitive Fehlerneigung von Personen moderiert, d. h. verstärkt wird, die als Indikator allgemeiner kognitiver Kontrolldefizite gilt. Personen mit großen Kontrolldefiziten sollten mit zunehmenden Selbstkontrollanforderungen einen stärkeren Anstieg der psychischen Beanspruchung zeigen als Personen mit geringeren Kontrolldefiziten.

Zur diskriminanten Validierung dieser erwarteten Zusammenhänge wurde schließlich neben psychischen Beanspruchungsmaßen mit muskuloskelettalen Beschwerden auch ein Maß der physischen Arbeitsbeanspruchung berücksichtigt, das die angenommenen Einflüsse der Selbstkontrollanforderungen und Kontrolldefizite nicht bzw. in geringerem Ausmaß widerspiegeln sollte.

## 2. Methode

An der Untersuchung nahmen 630 Beschäftigte einer großen Kommunalverwaltung teil, die in Tätigkeitsbereichen mit unterschiedlich häufigen Kundeninteraktionen eingesetzt waren. Alle Untersuchungsvariablen wurden mittels Fragebogen während der regulären Arbeitszeit in Gruppen von maximal 20 Personen erhoben. Die Bearbeitung des Fragebogens erfolgte freiwillig und anonym. Das durchschnittliche Lebensalter der Teilnehmer betrug 43.3 Jahre; die durchschnittliche Tätigkeitsdauer lag bei 16.9 Jahren. 56% der Stichprobe waren Frauen. Der Anteil der Vollzeitbeschäftigten betrug 66%.

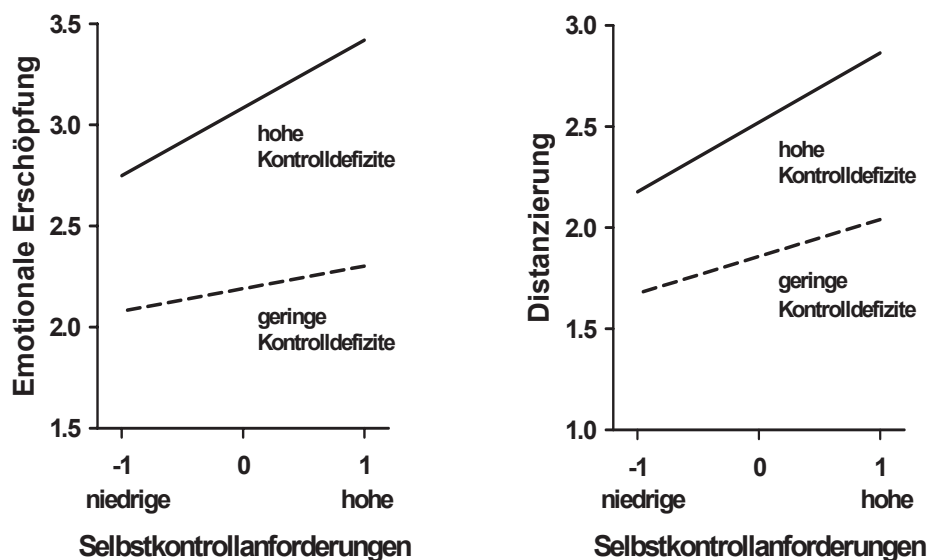
Die Messung der Selbstkontrollanforderungen erfolgte mit einer von Neubach & Schmidt (2007) entwickelten Skala, die mit sechs Items das Ausmaß erfasst, in dem Personen bei der Arbeit spontane, impulsive Reaktionstendenzen und die hiermit assoziierten Emotionen unterdrücken müssen, um im Umgang mit anderen Personen einen beherrschten Verhaltenseindruck zu vermitteln. Die kognitive Fehlerneigung als Indikator allgemeiner kognitiver Kontrolldefizite wurde mit der deutschsprachigen Version eines von Broadbent et al. (1982) entwickelten Fragebogenverfahrens ermittelt, das mit 25 Items die Häufigkeit abbildet, mit der Personen bestimmte Alltagsfehler begehen, die aus Defiziten der willentlichen Kontrolle von Wahrnehmungs- und Gedächtnisprozessen sowie Prozessen der Handlungsausführung resultieren.

Als Kriteriumsmaße der psychischen Beanspruchung wurden die Burnout-Dimensionen der emotionalen Erschöpfung und der emotionalen Distanzierung berücksichtigt. Deren Messung erfolgte mit der von Büssing & Perrar (1982) vorgelegten deutschen Fassung des „Maslach Burnout Inventory“ (Maslach & Jackson 1986). Die als Maß der physischen Arbeitsbeanspruchung berücksichtigten muskuloskelettalen Beschwerden wurden mit ausgewählten Items der Beschwerden-Liste von von Zerssen (1976) erfasst.

### 3. Ergebnisse

Die Hypothesenprüfung erfolgte mit hierarchischen moderierten Regressionsanalysen, die getrennt für jede Kriteriumsvariable der Arbeitsbeanspruchung durchgeführt wurden. In einem ersten Schritt wurden einige biografische Hintergrundvariablen zur Kontrolle möglicher Konfundierungseinflüsse in den Gleichungsansatz einbezogen. Im zweiten Schritt wurden die Selbstkontrollanforderungen und die kognitiven Kontrolldefizite zur Prüfung ihrer Haupteffekte hinzugefügt. Der dritte Schritt beinhaltete schließlich den Einbezug der Wechselwirkung (d. h. des Kreuz-Produkts) der beiden zentralen Prädiktorvariablen.

Während erwartungsgemäß die muskuloskelettalen Beschwerden keine bedeutsamen Einflüsse der beiden Prädiktorvariablen erkennen lassen, tragen die Selbstkontrollanforderungen und die Kontrolldefizite zu einem hoch bedeutsamen Anstieg der aufgeklärten Varianz in beiden Burnout-Dimensionen bei (28% für die Erschöpfung sowie 24% für die Distanzierung). Auch die Vorzeichen der Haupteffekte entsprechen den Erwartungen: Mit zunehmenden Selbstkontrollanforderungen und Kontrolldefiziten geht ein Anstieg der emotionalen Erschöpfung und der emotionalen Distanzierung einher. In beiden Burnout-Dimensionen spiegelt sich darüber hinaus auch eine signifikante Wechselwirkung beider Prädiktorvariablen wider, deren Form in Abbildung 1 abgetragen ist.



**Abbildung 1:** Wechselwirkung zwischen Selbstkontrollanforderungen und kognitiven Kontrolldefiziten auf die emotionale Erschöpfung und Distanzierung

In Übereinstimmung mit den Erwartungen zeigt sich, dass die adversen Beanspruchungswirkungen zunehmender Selbstkontrollanforderungen durch die kognitiven Kontrolldefizite verstärkt werden. Bei Personen mit hoch ausgeprägten Kontrolldefiziten gehen mit zunehmenden Selbstkontrollanforderungen stärkere Wirkungen auf die Erschöpfung und Distanzierung einher als bei Personen mit geringeren Kontrolldefiziten.

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse belegen, dass das Bewältigen von Selbstkontrollanforderungen auch in realen Arbeitskontexten mit psychischen Kosten verbunden ist, die sich in einem Anstieg des Burnout-Erlebens manifestieren (siehe auch Schmidt & Neubach 2007). In beiden Burnout-Dimensionen spiegeln sich darüber hinaus ein bedeutsamer Haupteffekt der Kontrolldefizite und eine signifikante Wechselwirkung beider Prädiktorvariablen wider. Zunehmende Kontrolldefizite gehen (unabhängig von den Selbstkontrollanforderungen) mit einem Anstieg im Burnout-Erleben einher. Der in der Wechselwirkung erkennbare Verstärkungseffekt der kognitiven Kontrolldefizite kann mehrere Ursachen haben. Zum einen kann dieser Verstärkungseffekt Ausdruck begrenzter Kontrollressourcen sein, die im Falle hoher Kontrolldefizite eine zusätzliche Limitierung erfahren. In dem Verstärkungseffekt können sich zum anderen auch bestimmte Bewertungsprozesse niederschlagen, die das Beanspruchungserleben anforderungsabhängig intensivieren. Die Operationalisierung der kognitiven Kontrolldefizite über erlebte Alltagsfehler legt die Annahme nahe, dass Personen mit stark ausgeprägter Fehlerneigung Selbstkontrollanforderungen bedrohlicher bewerten, mit entsprechenden Konsequenzen für ihr Beanspruchungserleben.

#### 5. Literatur

1. Broadbent, D.E., Cooper, P.F., FitzGerald, P. & Parkes, K.R. 1982, The Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) and its correlates, *British Journal of Clinical Psychology*, 21, 1-16.
2. Büssing, A. & Perrar, K.-M. 1992, Die Messung von Burnout. Untersuchung einer deutschen Fassung des Maslach Burnout Inventory (MBI-D), *Diagnostica*, 38, 328-353.
3. Maslach C. & Jackson, S.E. 1986, *Maslach Burnout Inventory Manual*, 2nd edition. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
4. Muraven, M. & Baumeister, R.F. 2000, Self-regulation and depletion of limited resources: Does self-control resemble a muscle? *Psychological Bulletin*, 126, 247-259.
5. Neubach, B. & Schmidt, K.-H. 2007, Entwicklung und Validierung von Skalen zur Erfassung verschiedener Selbstkontrollanforderungen bei der Arbeit, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 61, 35-45.
6. Schmidt, K.-H. & Neubach, B. 2007, Self-control demands: A source of stress at work, *International Journal of Stress Management*, 14, 398-416.
7. van der Linden, D., Keijsers, G.P.J., Eling, P. & van Schaijk, R. 2005, Work stress and attentional difficulties: An initial study on burnout and cognitive failures, *Work and Stress*, 19, 23-36.
8. von Zerssen, D. 1976, *Die Beschwerden-Liste, Manual*. Weinheim: Beltz.



# Haupt- und Interaktionseffekte der Rollenambiguität und Selbstkontrollanforderungen

Stefan DIESTEL und Klaus-Helmut SCHMIDT

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die vorliegende Untersuchung prüft, ob und inwiefern Rollenambiguität die statistische Beziehung zwischen unterschiedlichen Formen arbeitsbezogener Selbstkontrollanforderungen und Burnout verstärkt. Dabei wird erwartet, dass Aufgabenambiguität als Moderatorvariable fungiert, allerdings die Leistungskriterienambiguität keine Wechselwirkungseffekte mit den Selbstkontrollanforderungen zeigt. Diese Annahmen wurden mittels nicht-linearer Strukturgleichungsmodelle an einer Stichprobe mit 327 Verwaltungsangestellten geprüft. Die Auswertungen zeigen verstärkende Moderatoreffekte der Aufgabenambiguität auf den Zusammenhang zwischen Selbstkontrollanforderungen und den beiden Burnout-Dimensionen emotionale Erschöpfung sowie Depersonalisation. Für Leistungskriterienambiguität konnten keine entsprechenden Effekte nachgewiesen werden.

**Schlüsselwörter:** Burnout, Selbstkontrollanforderungen, Rollenambiguität, Latente Moderatoranalysen.

## 1. Einleitung

Seit der viel beachteten Arbeit von Kahn et al. (1964) stellt Rollenambiguität eine unbestrittene arbeitsbezogene Belastungsquelle dar, die mit einer Zunahme des Burnouterlebens eng assoziiert ist (Lee & Ashforth 1996). Das Konzept der Rollenambiguität bezeichnet das Ausmaß der erlebten Unsicherheit, die in Folge fehlender oder mehrdeutiger Informationen über verschiedene Aspekte der Arbeitsrolle auftritt (Breugh & Colihan 1994). Empirische Arbeiten zur Konstruktvalidierung der Rollenambiguität deuten auf ein zweidimensionales Konstrukt hin (siehe Sodenkamp & Schmidt 2000): Die erste Facette betrifft die Unklarheit über die zur Aufgabenerledigung angemessenen Methoden sowie die zeitliche Abfolge der zu erledigenden Aufgabe (Aufgabenambiguität). Die zweite Facette hingegen beschreibt die Ungewissheit über die Kriterien und Standards der Leistungsbewertung (Leistungskriterienambiguität). Bislang liegen kaum empirische Studien vor, die auf eine Prüfung theoretischer Annahmen über intrapsychische Mechanismen abzielen, mittels derer Rollenambiguität beanspruchungswirksam wird. In der Literatur werden derzeit zwei Annahmen über solche Prozesse diskutiert. Auf der einen Seite wird Rollenambiguität als ein inhärenter aversiver, „schädlicher“ Erlebenszustand konzeptualisiert, der zu psychischen Erschöpfungszuständen führt (Kahn et al. 1964). Andererseits wird von einer durch Rollenambiguität ausgelösten Interferenz mit Prozessen der Zielerreichung gesprochen, die den effizienten Einsatz von persönlichen Ressourcen im Arbeitsprozess erschwert. Aufgrund des Informationsmangels können Mitarbeiter ihr arbeitsbezogenes Verhalten nicht effektiv regulieren und binden zur Aufgabenerledigung verstärkt begrenzte regulatorische Ressourcen, was eine Erhöhung des Beanspruchungserlebens zur Folge hat (Breugh & Colihan 1994). Beide theoretische



Annahmen schließen sich nicht aus, sondern beziehen sich auf unterschiedliche Phasen des Arbeitsprozesses. So liegt die Schlussfolgerung nah, dass die Unklarheit über die Leistungsbewertung über den aversiv erlebten Frustrationszustand ihre Beanspruchungseffekte entfaltet, wohingegen die psychisch beeinträchtigende Wirkung der Aufgabenambiguität durch die Interferenz mit zielbezogenem Arbeitsverhalten bedingt ist.

Daraus lässt sich die Implikation ableiten, dass Aufgabenambiguität mit Defiziten in der Ausübung von geplanten, zielgerichteten Verhaltensabläufen im Arbeitskontext einhergeht und demzufolge mit anderen arbeitsbedingten Anforderungen an die flexible Verhaltenssteuerung interferieren sollte. Diese Implikation gilt allerdings nicht für die Leistungskriterienambiguität, da sie sich nicht auf die Steuerung des Arbeitsprozesses selbst bezieht, sondern auf die Bewertung der daraus resultierenden Ergebnisse.

Arbeitsbedingte Anforderungen an die flexible Verhaltenssteuerung haben unter dem Begriff Selbstkontrolle in jüngster Zeit zunehmend Beachtung in der arbeitspsychologischen Forschung gefunden (Schmidt & Neubach 2007). Selbstkontrolle beinhaltet das Bestreben, spontane und habituelle Gedanken, Emotionen und Verhaltensmuster zu hemmen oder zu modifizieren um geplante und zielgerichtete Handlungsabläufe zu ermöglichen. Neuere empirische Befunde belegen den engen, positiven Zusammenhang zwischen Selbstkontrollanforderungen und Beanspruchungserleben (Schmidt & Neubach 2007). Wenn Aufgabenambiguität das Ausüben von geplanten Verhaltenssequenzen zur Erreichung von Arbeitszielen einschränkt, so sollte diese die Beanspruchungswirkung von arbeitsbedingten Selbstkontrollanforderungen überproportional verstärken, also mit ihnen statistisch interagieren (Hypothese 1). Diese Wechselwirkung ist allerdings nicht für die Leistungskriterienambiguität zu erwarten, da von ihr keine Interferenzen mit der Handlungsregulation angenommen werden (Hypothese 2).

## 2. Methode

Untersuchungsteilnehmer waren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einer großen staatlichen Verwaltungsinstitution (N=327). Alle Untersuchungsvariablen wurden mittels Fragebogen erhoben. Die Befragung fand in Gruppen „vor Ort“ in den Verwaltungseinheiten während der regulären Arbeitszeit statt. Das Durchschnittsalter betrug 41.9 Jahre (SD = 9.34) und der Frauenanteil lag bei 55.7 %.

Die Erfassung der Selbstkontrollanforderungen erfolgte mit einem von Neubach und Schmidt (2007) entwickelten Verfahren, das zwischen drei Facetten von arbeitsbedingten Selbstkontrollanforderungen differenziert. Die erste Skala „Impulskontrolle“ (6 Items) bildet die Kontrolle spontaner, habitueller Reaktionstendenzen und der hiermit assoziierten Emotionen ab. Die zweite Skala „Ablenkungen widerstehen“ (4 Items) bezieht sich auf das Ausmaß, indem die erfolgreiche Aufgabenbearbeitung das Ignorieren aufgabenirrelevanter Stimuli erfordert. Schließlich spiegelt die dritte Skala „Überwinden innerer Widerstände“ (5 Items) die Anforderung an das Überwinden von Unlustzuständen oder inneren Hemmungen wider, die die Aufgabenbearbeitung erschweren. Mittels eines ins Deutsche übertragenen Verfahrens von Breugh & Colihan (1994; Sodenkamp & Schmidt 2000) wurden die beiden oben genannten Facetten der Rollenambiguität erfasst (Aufgabenambiguität mit 6 Items; Leistungskriterienambiguität mit 3 Items). Kriteriumsmaße der Arbeitsbeanspruchung waren die beiden Burnout-Dimensionen Emotionale Erschöpfung (9 Items) und Depersonalisa-

tion (4 Items) (Büssing & Perrar 1992).

### 3. Ergebnisse

Die statistische Testung der Interaktionseffekte zwischen den drei Selbstkontrollanforderungen und der Rollenambiguität wurde mittels nicht-linearer Strukturgleichungsmodellierungen (Latent Moderated Structural Equation Modeling; LMS; Klein & Moosbrugger 2000) durchgeführt, die eine Messfehlerkorrektur der Untersuchungsvariablen und somit eine im Vergleich zu Regressionsanalysen validere sowie reliablere Parameterbestimmung erlauben. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Vorhersage der beiden Burnout-Dimensionen durch die Aufgabenambiguität sowie durch die Selbstkontrollanforderungen und schließlich durch die Interaktion der beiden Prädiktoren.

**Tabelle 1:** LMS-Schätzungen der Haupt- und Interaktionseffekte von Aufgabenambiguität und Selbstkontrollanforderungen auf emotionale Erschöpfung und Depersonalisation (\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ )

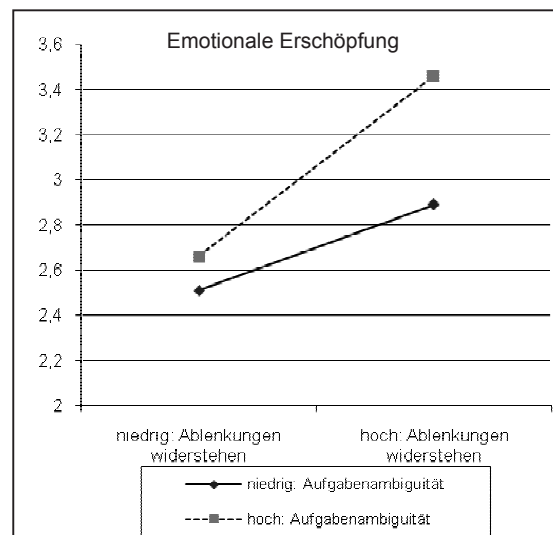
	Emotionale Erschöpfung		Depersonalisation
$\gamma$ : Impulskontrolle	.35**		.35**
$\gamma$ : Aufgabenambiguität	.31**		.29**
$\omega$ : Interaktion	.11*		.16*
$\Delta R^2$	.02		.02
$\Delta-2LL$ (df <sub>diff</sub> )	16.19** (2)		
$\gamma$ : Ablenkungen widerstehen	.38**		.28**
$\gamma$ : Aufgabenambiguität	.24**		.25**
$\omega$ : Interaktion	.18**		.16*
$\Delta R^2$	.05		.03
$\Delta-2LL$ (df <sub>diff</sub> )	15.41** (2)		
$\gamma$ : Überwinden innerer Widerstände	.47**		.27**
$\gamma$ : Aufgabenambiguität	.08		.15**
$\omega$ : Interaktion	.03		.11**
$\Delta R^2$	.00		.02
$\Delta-2LL$ (df <sub>diff</sub> )	6.47* (2)		

Die LMS-Schätzungen liefern empirische Unterstützung für Hypothese 1: Fast alle Wechselwirkungen ( $\omega$ ) zwischen Aufgabenambiguität und den drei

Selbstkontrollanforderungen erreichen in der Vorhersage der beiden Burnoutvariablen statistische Signifikanz. Nur die Interaktion zwischen Überwinden innerer Widerstände und Aufgabenambiguität in der Vorhersage der emotionalen Erschöpfung ist nicht signifikant. Die auf die signifikanten Wechselwirkungen zurückzuführenden inkrementellen Varianzaufklärungen ( $\Delta R^2$ ) in den Kriteriumsmaßen variieren zwischen 2 und 5 %. Die Signifikanz der Log-Likelihood-Differenzwerte ( $\Delta-2LL$ ) gibt an, inwiefern die Berücksichtigung von latenten Interaktionstermen zu einer Verbesse-

rung der Modelanpassung im Vergleich zu einem rein linearen Modell (ohne Wechselwirkung) führt. In allen Fällen weisen die Log-Likelihood-Differenzwerte auf einen Interaktionseffekt in der zu Grunde liegenden Population hin.

Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Wechselwirkung von Aufgabenambiguität und Ablenkungen widerstehen in der Vorhersage der emotionalen Erschöpfung. Wie die Abbildung erkennen lässt, fällt die statistische Beziehung erheblich stärker aus, wenn im Vergleich zu niedriger Aufgabenambiguität (- 1SD) hohe Ungewissheit über den zeitlichen Ablauf sowie die Arbeitsmethoden besteht (+ 1SD).



**Abbildung 1:** Interaktion zwischen Aufgabenambiguität und Ablenkungen widerstehen in der Vorhersage der emotionalen Erschöpfung

Weitere Moderatoranalysen mittels LMS ergaben, dass die Leistungskriterienambiguität nicht mit den Selbstkontrollanforderungen in der Vorhersage der beiden Burnoutdimensionen statistisch interagiert. Demzufolge fand Hypothese 2 ebenfalls durch die vorliegende Datenauswertung empirische Bestätigung.

#### 4. Diskussion

Die vorliegende Studie ist eine der ersten Untersuchungen, die die differentielle Beanspruchungswirkung von unterschiedlichen Formen der Rollenambiguität überprüft. Den Ergebnissen zufolge kann davon ausgegangen werden, dass Ungewiss-

heit im Bezug auf die zeitliche Abfolge sowie auf die Methoden der Aufgabenerledigung die zielgerichtete Verhaltensregulation beeinträchtigt und die aus arbeitsbedingten Selbstkontrollanforderungen resultierenden Beanspruchungseffekte zusätzlich überproportional verstärkt. Ein solcher Moderatoreffekt konnte erwartungsgemäß für die Leistungskriterienambiguität nicht gezeigt werden. Hier scheint die Zunahme der Beanspruchung aufgrund dieser Ambiguitätsform durch allgemeines Frustrationserleben (Kahn et al. 1964) bedingt zu sein.

## 5. Literatur

1. Breugh, J.A. & Colihan, J.P. 1994, Measuring facets of job ambiguity: Construct validity evidence, *Journal of Applied Psychology*, 79, 191–202.
2. Büssing, A. & Perrar, K.M. 1992, Die Messung von Burnout. Untersuchung einer Deutschen Fassung des Maslach Burnout Inventory (MBI-D), *Diagnostica*, 38, 328-353.
3. Kahn, R., Wolfe, D., Quinn, R., Snoek, J. & Rosenthal, R. 1964, *Organizational stress: Studies in role conflict and ambiguity*. New York: Wiley.
4. Klein, A. & Moosbrugger, H. 2000, Maximum likelihood estimation of latent interaction effects with the LMS method, *Psychometrika*, 65, 457-474.
5. Lee, R.T. & Ashforth, B.E. 1996, A metaanalytic examination of the correlates of three dimensions of job burnout, *Journal of Applied Psychology*, 81, 123-133.
6. Neubach, B. & Schmidt, K.-H. 2007, Entwicklung und Validierung von Skalen zur Erfassung verschiedener Selbstkontrollanforderungen bei der Arbeit, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 61, 35–45.
7. Schmidt, K.-H. & Neubach, B. 2007, Self-control demands: A source of stress at work, *International Journal of Stress Management*, 14, 398-416.
8. Sodenkamp, D. & Schmidt K.-H. 2000, Weiterentwicklung und Konstruktvalidierung eines Verfahrens zur Messung erlebter Rollenambiguität bei der Arbeit, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 54, 37-43.



# **Einfluß von Arbeitsplatzanforderungen auf kognitive Kontrollfunktionen bei älteren Beschäftigten**

## **Eine psychophysiologische Studie**

Patrick GAJEWSKI, Nele WILD-WALL und Michael FALKENSTEIN

*Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystr 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die Studie untersuchte den Einfluß vom Alter und Arbeitsplatz auf die Kontrollfunktionen beim Aufgabenwechsel. An der Studie nahmen 46 ältere (M = 51 Jahre) und 45 junge (M = 22 Jahre) Arbeitnehmer aus den Bereichen Produktion und Qualitätssicherung eines Automobilherstellers teil. Während einer zweistündigen EEG-Sitzung wurde eine Serie von PC-gestützten Tests zum Wechsel zwischen kognitiven Aufgaben durchgeführt. Die Probanden sollten Zahlen danach kategorisieren, ob sie größer oder kleiner als 5, gerade oder ungerade, oder in kleiner oder großer Schrift erscheinen. Die drei Aufgaben wurden sowohl in einfachen als auch gemischten Blöcken bearbeitet. In den Mischblöcken wurde der Wechsel entweder durch die serielle Position innerhalb der Abfolge oder durch einen externen Hinweisreiz indiziert. Die Ergebnisse zeigen, daß die Fähigkeit zum schnellen Wechsel zwischen Aufgaben (lokale Kosten) weder durch das Alter noch durch die Arbeitsplatzanforderungen moduliert wird. Allerdings treten bei älteren Beschäftigten insbesondere aus dem Produktionsbereich Leistungseinbußen ein, wenn Aufgaben im Arbeitsgedächtnis aufrechterhalten und selektiv aktiviert werden müssen (Mischkosten). Während die älteren Beschäftigten aus dem Qualitätssicherungssektor die niedrigste Fehlerrate von allen Probandengruppen aufwiesen, nahm die Fehlerrate bei den älteren Produktionsarbeitern überproportional zu. Diese Beobachtung geht mit einer Reihe von elektrophysiologischen Befunden einher, in denen die Zuteilung von kognitiven Ressourcen bei der Reiz-Reaktionsanalyse als auch die Fehlerwahrnehmung bei den älteren Montagearbeitern beeinträchtigt zu sein scheinen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Kontrollfunktionen bei den Beschäftigten der Linienproduktion stärker nachlassen, als bei den älteren Beschäftigten des Qualitätssicherungssektors trotz des gleichen Bildungsniveaus und sogar geringfügig höheren Alters. Es scheint deshalb, daß die Letzteren vermutlich dank flexibler Arbeitsanforderungen über gute Kompensationsfähigkeiten der altersbedingten Einbußen der kognitiven Funktionen verfügen.

**Schlüsselwörter:** Alter, Arbeitsplatz, EKP, Kontrollfunktionen.

### **1. Einleitung**

Die vorliegende Untersuchung verfolgte die Frage, inwieweit sich die sogenannte Basis- und Kontrollfunktionen zwischen älteren und jüngeren Arbeitnehmern unterscheiden und wie langfristige Arbeitsbedingungen diese Funktionen im Alter beein-



flussen. Insbesondere wurden Funktionen, wie kognitive Flexibilität und Arbeitsgedächtnis in den Blick genommen. Als Probanden wurden ältere und jüngere Arbeitnehmer aus der Linienfertigung (Produktion und Montage) und aus der Instandhaltung und Qualitätssicherung eines Automobilherstellers rekrutiert.

Das Aufgabenwechselparadigma wird als Modell für den Einfluss eines ständigen Wechsels der Anforderungen auf das kognitive System angesehen (Monsell 2003). Dabei kann der Wechsel zwischen den Aufgabenanforderungen entweder external (reizbasiert) oder internal (gedächtnisbasiert) angestoßen werden. Die Effizienz des zielgerichteten Verhaltens hängt vorwiegend davon ab, ob eine Person die Abfolge von relevanten Informationen über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten und irrelevante Information erfolgreich unterdrücken kann. Am Wechsel zwischen mehreren Aufgaben sind also zwei kognitive Kernfunktionen beteiligt. So ermöglicht das Arbeitsgedächtnis die Aufrechterhaltung von Zielen und entsprechenden Verhaltensregeln um diese Ziele zu erreichen. Die Verhaltensüberwachung aktiviert dagegen relevante Aufgabenregeln und unterdrückt dominante aber im aktuellen Kontext irrelevante Aufgabenregeln (Interferenz). Bisherige Forschungsergebnisse deuten darauf hin, daß im Alter besonders die Fähigkeit zum Halten und Anwenden von mehreren Aufgabenregeln beeinträchtigt ist. Dagegen sind Leistungsdefizite im Alter in Folge von Interferenz weniger konsistent berichtet worden. Beide Funktionen werden durch Hirnprozesse realisiert, deren Korrelate mit Hilfe des EEG untersucht werden können.

## **2. Methode**

### *2.1 Probanden*

An der Untersuchung nahmen vier Probandengruppen teil: 23 ältere aus der Linienproduktion (AL, Mittelwert = 50 Jahre), 23 junge aus der Linienproduktion (JL, Mittelwert = 25 Jahre), 23 ältere aus dem Qualitätssicherungssektor (AQ, Mittelwert = 53 Jahre) und 23 junge aus dem Qualitätssicherungssektor (JQ, Mittelwert = 21 Jahre). Alle Probanden hatten ein vergleichbares Bildungsniveau.

### *2.2 Aufgaben und Experimentelles Design*

Je nach Aufgabenart sollten Probanden die Zahlen 1 bis 9 (ohne 5) danach kategorisieren, ob die Zahl: (a) kleiner oder größer als 5 war, (b) gerade oder ungerade war und (c) ob sie in kleiner oder großer Schrift erschien. Die Antwort sollte mit einer von zwei Tasten (links oder rechts) so schnell wie möglich erfolgen.

Zunächst wurden die drei Aufgabenregeln in separaten Blöcken einzeln bearbeitet. In den nachfolgenden Blöcken wurden die Aufgaben (a) in einer zufälligen Reihenfolge bearbeitet (der Aufgabentyp wurde per Hinweisreiz angezeigt; exogener Wechsel), (b) in einer festen Reihenfolge bearbeitet (der Aufgabentyp wechselte alle drei Durchgänge; endogener Wechsel).

### *2.3 Datenauswertung*

Die „spezifischen Wechselkosten“, die als Maß für Interferenz zwischen Aufgabenregeln interpretiert werden (z.B. Allport et al. 2004), wurden in den gemischten Blöcken ermittelt. Dazu wurden die Reaktionszeiten und Fehler in einem Wechseldurch-

gang mit Aufgabenwiederholungen in dem gleichen Block verglichen.

Die „Mischkosten“ (z.B. Kray 2006), die sich als Maß für die Arbeitsgedächtnisbelastung interpretieren lassen, werden berechnet, in dem die Leistung in einfachen Blöcken mit den Aufgabenwiederholungen in den gemischten Blöcken verglichen wird.

### 3. Ergebnisse

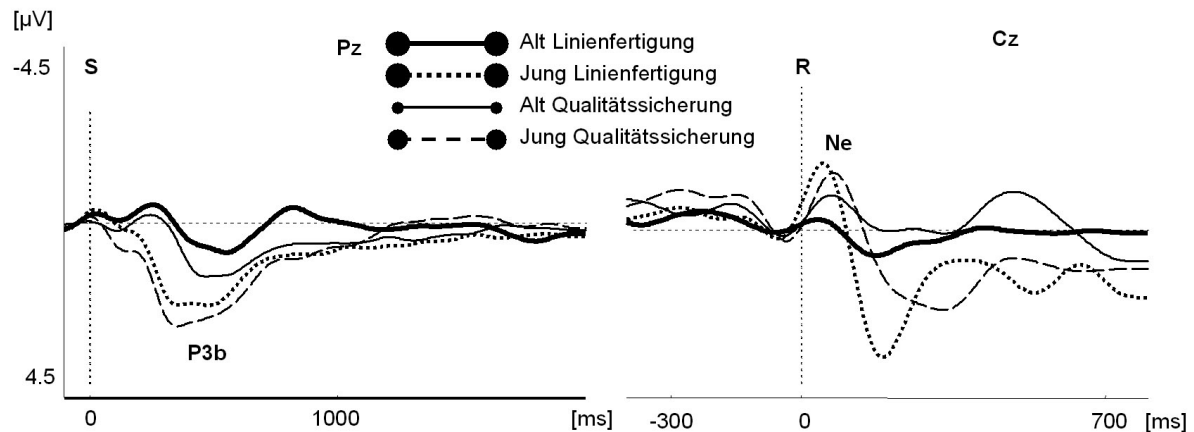
Tabelle 2 zeigt die Mittelwerte der Reaktionszeiten (RZ in ms) und Fehlerraten (ER in %) in den einfachen (kein Aufgabenwechsel) und gemischten Blöcken mit randomisierter und fester Abfolge der Aufgaben für alle Gruppen pro Block und Abfolge. Die ANOVA ergab keine Unterschiede zwischen den Gruppen in der Höhe der lokalen Wechselkosten. Das Ausmaß der Mischkosten (MK) unterschied sich nicht zwischen den Gruppen, wenn Aufgaben durch externe Hinweisreize vorgegeben waren. Im Gegensatz dazu zeigten ältere Probanden signifikant höhere Mischkosten als junge Probanden, wenn die Aufgabenabfolge aus dem Gedächtnis abgerufen werden sollte (MK x Gruppe:  $F(3,87) = 4.3$ ,  $P < .01$ ). Auch in den Fehlerraten unterschieden sich die Mischkosten signifikant zwischen den Gruppen (MK x Gruppe:  $F(3,87) = 3.1$ ,  $P < .05$ ). Dabei lag die Fehlerrate der älteren Produktionsbeschäftigten (AL) signifikant höher als die der älteren Qualitätssicherungskräften (AQ;  $t(44) = 2.42$ ,  $P < .05$ ).

**Tabelle 2:** Deskriptive Statistiken. Reaktionszeiten (RZ in ms) und Fehlerraten (ER in %) in den einfachen (kein Aufgabenwechsel) und gemischten Blöcken mit randomisierter und fester Abfolge der Aufgaben für alle 4 Probandengruppen: ältere Linienproduktion (AL), junge Linienproduktion (JL), ältere Qualitätssicherung (AQ) und junge Qualitätssicherung

Gruppe	einfach		randomisierte Abfolge				feste Abfolge			
			Wiederholung		Wechsel		Wiederholung		Wechsel	
	RZ	ER	RZ	ER	RZ	ER	RZ	ER	RZ	ER
AL	572	3,2	1000	11,8	1166	13,0	799	17,2	890	14,2
JL	492	3,5	898	10,0	1006	9,2	614	9,2	694	8,2
AQ	539	1,9	987	5,7	1157	6,1	730	7,9	831	9,1
JQ	477	4,6	860	13,4	1001	12,9	594	12,1	673	12,0

Die elektrophysiologischen Ergebnisse (vgl. Abbildung 1) für den gedächtnisbasierten Wechsel zeigen, daß die frontozentrale N2, die mit Interferenz zwischen zwei Aufgabenregeln bei der Reaktionsauswahl einhergeht (Gajewski et al. 2008), beim Wechsel konsistent größer ist ( $F(1,87) = 16.0$ ,  $P < 0.0001$ ) und später auftritt ( $F(1,87) = 4.2$ ,  $p < .05$ ), als bei einer Aufgabenwiederholung. Dieser Effekt war nicht vom Gruppenfaktor moduliert. Die P3b, die mit der Allokation von kognitiven Ressourcen in Verbindung gebracht wird (Kok 2001), war kleiner beim Aufgabenwechsel als bei Aufgabenwiederholung ( $F(1,87) = 4.5$ ,  $P < 0.05$ ). Dieser Effekt blieb zwar vom Gruppenfaktor unbeeinflusst, jedoch war die P3 – im Vergleich zu allen anderen Gruppen – bei älteren Produktionsbeschäftigten (AL) signifikant reduziert ( $F(3,87) = 7.2$ ,  $P < 0.0001$ ). Ein ähnliches Muster ist auch bei der Fehlernegativität (Ne, Falkenstein et

al. 1991) zu beobachten, die mit der Fehlerwahrnehmung in Verbindung steht.



**Abbildung 1:** Ereigniskorrelierte Potentiale im gedächtnisbasiertem Mischblock als Funktion der Probandengruppe. Links: die stimuluskorrelierten (S) Potentiale an der parieto-zentralen Elektrode (Pz). Rechts: Reaktionskorrelierte (R) Potentiale an der Elektrodenposition Cz

#### 4. Fazit

Die Ergebnisse der Studie zeigen, daß die Fähigkeit zum flexiblen Wechsel zwischen kognitiven Aufgaben bei älteren Probanden grundsätzlich nicht beeinträchtigt ist. Dieser Befund deutet darauf hin, daß sowohl die Wechselkosten als auch die frontozentrale N2 mit dem Mechanismus der Interferenz zwischen Aufgabenregeln einhergehen und weder vom Alter noch von Anforderungen des Arbeitsplatzes beeinträchtigt werden. In Übereinstimmung mit früheren Befunden fanden wir auch, daß ältere Personen Schwierigkeiten haben mehrere Aufgaben gleichzeitig zu behalten und bedarfsorientiert abzurufen. Diese Funktion war insbesondere bei den älteren Produktionsbeschäftigten beeinträchtigt, was auch die elektrophysiologischen Parameter bestätigt haben.

Zusammenfassend kann gesagt, daß ältere Beschäftigte Einbußen in kognitiven Funktionen in Folge stereotyper Arbeit erleiden, während ältere Beschäftigte mit flexiblen Arbeitsanforderungen altersbedingte Defizite besser kompensieren können.

#### 5. Literatur

1. Allport, D.A., Styles, E.A. & Hsieh, S. 1994, Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. In: C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and Performance XV*. 421-452. Cambridge: MIT Press.
2. Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J. & Blanke, L. 1991, Effects of crossmodal divided attention on late ERP components. II. Error processing in choice reaction tasks, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 78, 447-455.
3. Gajewski, P.D., Stoerig, P. & Falkenstein, M. 2008, ERP-correlates of response selection in a response conflict paradigm, *Brain Research*, 1189, 127-134.
4. Kok, A. 2001, On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity, *Psychophysiology*, 38, 557 - 577.
5. Kray, J. 2006, Task-set switching under cue-based and memory-based switching conditions in younger and older adults, *Brain Research*, 1105, 83-92.
6. Monsell, S. 2003, Task switching, *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 134-140.

## Leitfaden zur Nacht- und Schichtarbeit 'Shiftwork and Health Impacts'

Barbara GRIEFAHN<sup>1</sup> und Beate BEERMANN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

<sup>2</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Im Rahmen des Globalen Aktionsplans (Global Plan of Action 2009-2012) der Weltgesundheitsorganisation wird derzeit eine Broschüre zur Problematik der Nacht- und Schichtarbeit erstellt. Diese richtet sich an Arbeitsmediziner und Arbeitswissenschaftler aber auch an Unternehmer und an die einzelnen Beschäftigten bzw. deren Vertreter.

**Schlüsselwörter:** Nacht- und Schichtarbeit, Broschüre, Globaler Aktionsplan der WHO (GPA).

### 1. Einleitung

Weltweit hat die Weltgesundheitsorganisation der WHO derzeit ca. 200 arbeitsmedizinisch orientierte Collaborating Centres. Dies sind die teilweise eher wissenschaftlich, administrativ und/oder praktisch orientierten Einrichtungen, die im Rahmen globaler Aktionspläne (GPA: Global Plan of Action) bestimmte Problembereiche bearbeiten, die von überregionaler Bedeutung sind.

Ein Problembereich ist die Nacht- und Schichtarbeit, die in vielen Bereichen des Dienstleistungssektors und der Industrie unumgänglich ist und in allen Ländern unabhängig von deren gesellschaftlicher Struktur realisiert wird. Nacht- und Schichtarbeit stellt jedoch eine erhebliche psychosoziale und gesundheitlich relevante Belastung dar. Daher sind alle Maßnahmen zur Vermeidung bzw. zur Minderung dieser Auswirkungen zu ergreifen. Angesichts der sehr unterschiedlichen Entwicklungen und technisch-organisatorischen Möglichkeiten in den einzelnen Regionen sind allgemeingültige Empfehlungen in nur begrenztem Umfang möglich.

Im Rahmen des GPA 2009-2012 wird derzeit eine Broschüre zur Nacht- und Schichtarbeit erstellt. Da die Umsetzung präventiver Maßnahmen im Verantwortungsbereich von Unternehmern und Werksärzten aber auch der Arbeitnehmervertreter sowie der einzelnen Beschäftigten selbst liegt, richtet sich die Broschüre nicht nur an Experten, also Arbeitsmediziner und Arbeitswissenschaftler sondern auch an Unternehmer sowie an die Beschäftigten bzw. deren Vertretungen. Federführend sind hier die WHO-Collaborating Centres, das Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Angesichts des sehr heterogenen Adressatenkreises und der bereits angesprochenen Problematik hinsichtlich der gesellschaftlichen Struktur des aktuellen Entwicklungsstandes sind Berater weiterer Collaborating Centres involviert. Dies sind das regionale WHO-Zentrum in Afrika (WHO/AFRO, Thebe Pule), die La Trobe University, Melbourne, Australia (Wendy Macdonald), the Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Canada (P.K. Abeytunga), the Medical College & Research Institute, Porur, India (Kalpana Balakrishnan), the National Institute of Occupational Safety and Health, Japan (Masaya Takahashi) und das Institute of Maritime

and Tropical Medicine, Gdynia, Poland (Bogdan Jaremin) sowie als weitere Berater das Zeitbüro 'Moderne Arbeitszeiten' in Dortmund (Ulrike Hellert) und die Jagiellonian University, Krakow, Poland (Janusz Pokorski).

## **2. 'Shiftwork and health impacts. A guidance for occupational health experts, employers and employees'**

Die Broschüre 'Shiftwork and health impacts. A guidance for occupational health experts, employers and employees' wurde mittlerweile allen Collaborating Centres for Occupational Health der WHO, der ICOH und an dieser Problematik interessierten Institutionen zur Begutachtung vorgelegt und wird derzeit entsprechend überarbeitet. Sie ist in 8 Kapitel unterteilt.

In Kapitel 1, der Einleitung, werden die wesentlichen Gründe für die Notwendigkeit von Nacht- und Schichtarbeit aufgelistet ebenso wie in allgemeiner Form die damit verbundenen Nachteile (psychosoziale und familiäre Probleme sowie gesundheitliche Gefährdungen).

Das nachfolgende Kapitel 2 'Statistik' erwies sich als problematisch. Das Studium einzelner Statistiken ergab sehr bald, dass in den einzelnen Regionen, teilweise sogar in einzelnen Arbeitsbereichen, unterschiedliche Kenngrößen verwendet werden, die sich kaum ineinander umrechnen lassen und eine Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Regionen nicht zulassen. Die Broschüre verzichtet daher auf die Angaben konkreter Daten, nennt aber diejenigen Faktoren, die das Ausmaß der Schichtarbeit in den meisten Ländern determinieren (Sektoren, Berufsgruppen, demografische Faktoren wie Alter und Geschlecht etc.).

Ähnlich problematisch erwies sich das Kapitel 3, in dem die unterschiedlichen Schichtsysteme grob klassifiziert werden. Innerhalb dieses Rahmens sind zahllose Varianten möglich, wie etwa der Ersatz des 3-Schichtsystems von 2-Schichtsystemen durch 2-Schichtsysteme mit entsprechend verlängerten Schichtzeiten, die an Arbeitsanfall und Arbeitsschwere orientierten unterschiedlichen Schichtdauern am Tage und in der Nacht. Die Anzahl der möglichen Varianten macht es unmöglich auf diese einzugehen. Stattdessen bemüht sich die Broschüre Grundlagen zu vermitteln, die dem Anwender eine grobe Abschätzung der Folgen nicht aufgeführter Schichtsysteme erlauben.

Kapitel 4 vermittelt die Grundlagen der zirkadianen Rhythmik, insbesondere die Rolle externer physikalischer Zeitgeber sowie sozialer Zeitgeber, die eine Synchronisation der endogenen zirkadianen Rhythmik auf den dienen 24-Stunden-Rhythmus bewirken. Dabei wird auch die Rolle des Hormons Melatonin als Mediator dieser Synchronisation erläutert. Anschließend werden die Rückwirkungen der zeitlichen Variation der Zeitgeber (bei Nachtarbeit und bei Transmeridianflügen) auf das zirkadiane System dargestellt.

Kapitel 5 setzt sich mit der akuten gesundheitlichen Problematik der Schichtarbeit auseinander. Akute Symptome sind im Wesentlichen Müdigkeit und Schläfrigkeit, allgemeine Abgeschlagenheit und gastrointestinale Symptome. Art und Umfang der Schlafstörungen werden in Beziehung zu den einzelnen Schichtformen dargestellt. Es werden die Ursachen und möglichen Konsequenzen der Schläfrigkeit während der Arbeitsschicht bezogen auf die Leistung sowie auf Unfallgeschehen und Verletzungsgefahr dargestellt. Darüber hinaus werden die Auswirkungen auf das soziale Leben, insbesondere auch auf die Familie des Schichtarbeiters erläutert.

Die langfristigen gesundheitlichen Konsequenzen der Schichtarbeit sind Gegen-

stand des Kapitels 6. Im Wesentlichen sind dies kardiovaskuläre und gastrointestinale Erkrankungen und negative Wirkungen auf die Schwangerschaft. In den letzten Jahren wird auch ein vermehrtes Auftreten von bösartigen Erkrankungen vermutet. Diese Zusammenhänge sind das Ergebnis groß angelegter epidemiologischer Untersuchungen, teilweise auch das Ergebnis einer Metaanalyse mehrerer Untersuchungen. Der Zusammenhang mit der Schichtarbeit ist zwar plausibel, bisher jedoch nicht bewiesen. Insgesamt ist aber davon auszugehen, dass Schichtarbeit als unspezifischer Stress zur Entwicklung multifaktorieller Erkrankungen beiträgt.

Im Kapitel 7 wird kurz auf mögliche individuelle Intoleranzen eingegangen, die in der Literatur teilweise kontrovers diskutiert werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die individuelle Vulnerabilität bei Personen mit früher Phasenlage, d.h. bei morgenorientierten Personen und bei älteren Menschen erhöht ist. Von erhöhter Unverträglichkeit ist auch bei Personen mit angeschlagener Gesundheit auszugehen.

Das abschließende Kapitel 8 ist das umfangreichste. Es konzentriert sich auf Maßnahmen zur Vermeidung schichtarbeitsbedingter Gesundheitsstörungen. Es stellt dar, welche Maßnahmen vom Unternehmer zu treffen sind, welche Aufgaben dem Werksarzt zukommen und wie der einzelne Beschäftigte durch persönliches Verhalten den gesundheitlichen Auswirkungen der Schichtarbeit begegnen kann.





## Gefährdungsbeurteilung von Arbeitszeit in Krankenhäusern: Ein excel-tool

Kerstin HÄNECKE und Hiltraud GRZECH-SUKALO

*AWiS-consult,  
Erlenweg 6, D-27798 Hude/ Oldenburg*

**Kurzfassung:** Krankenhäusern soll insbesondere für die Zielgruppe der Ärzte ermöglicht werden, eine Einschätzung vorzunehmen, inwieweit z.B. eine Ausweitung von Dienstzeiten auf 24 Stunden ohne eine gesundheitliche Gefährdung möglich ist und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine Gesundheitsgefährdung zu minimieren. Im Jahr 2008 wurde ein praxisorientiertes Instrument zur Gefährdungsbeurteilung zum Thema Arbeitszeit vorgestellt. Diese Checkliste zu Aspekten der Dienstzeiten und der Dienstplangestaltung sowie zu Hinweisen, Empfehlungen und Maßnahmen, die im Falle einer Nichterfüllung der Kriterien beachtet werden sollten bzw. durchgeführt werden müssen, wurde nun in ein rechnergestütztes Instrument übertragen. Damit kann eine Gefährdungsbeurteilung nicht nur in der Papierform, sondern auch über ein excel-Formular durchgeführt werden. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ermöglicht einen praktikablen Überblick über die kritischen Punkte.

**Schlüsselwörter:** Belastungsanalyse, Dienstplangestaltung, Gefährdungsanalyse, Tätigkeitsanalyse, Bereitschaftsdienste.

### 1. Einleitung

Die 2007 entwickelte praxisorientierte Checkliste zur Gefährdungsbeurteilung zum Thema Arbeitszeit soll den Krankenhäusern ermöglichen, eine Einschätzung vorzunehmen, inwieweit eine Arbeitszeitgestaltung, z.B. für Ärzte, den Vorgaben des Arbeitszeitgesetzes unter Einbeziehung von Bereitschaftsdiensten und/ oder Schichtarbeit – bis hin zu 24 Stunden-Diensten – ohne eine gesundheitliche Gefährdung möglich ist und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine Gesundheitsgefährdung zu minimieren.

Erfragt werden unter anderem die Ausdehnung der täglichen Arbeitszeit, die Einhaltung der täglichen als auch wöchentlichen Ruhezeiten, Gewährung und Einhaltung von Pausen, Ausgleichszeiträume und Flexibilität sowie Zeiten von Bereitschaftsdiensten und Schichtarbeit. Durch die vom Gesetz erlaubten Öffnungsklauseln können sich in den Tarifverträgen Auswirkungen in den Arbeitszeiten bzw. der Dienstplangestaltung, wie z.B. die Verkürzung der täglichen Ruhezeit, ergeben, die im Hinblick auf den Arbeitsschutz der Beschäftigten kritisch betrachtet und erfasst werden müssen. Die Antwortmöglichkeiten in der Checkliste „Arbeitszeit“ werden nach den Ampelfarben beurteilt: „grün“ ist als nicht gefährdend einzustufen; „gelb“ weist auf ein Gefährdungspotential hin und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Vermeidung, und „rot“ bedeutet eine vorhandene Gefährdung, die durch entsprechende Maßnahmen beseitigt werden muss. Diese Maßnahmen können beispielsweise eine Dienstplangestaltung, die Durchführung von Belastungs- oder Tätigkeitsanalysen aber auch verhaltensorientierte Maßnahmen, wie Mitarbeiterinformation

und –schulung, sein.

Dieses Instrument wurde in ein excel-tool übertragen, um einen kompakten Überblick über kritische Aspekte in der Arbeitszeitgestaltung zu ermöglichen und notwendige Maßnahmen zur Verringerung von Gefährdungen aufzuzeigen. Zum excel-tool gehören sowohl eine Ausarbeitung zu Grundlagen und Hintergründen der Arbeitszeitgestaltung als auch Details zu den empfohlenen Maßnahmen.

## 2. Checkliste „Arbeitszeit“ als excel-tool

Gemäß den Vorgaben des Arbeitszeitgesetzes (ArbZG, 2003) und weiterer Vorgaben beinhaltet die Checkliste insgesamt 55 Fragen zu folgenden Punkten:

- Wöchentliche / tägliche Arbeitszeit
- Ruhepausen und Ruhezeiten
- Arbeit an Sonn- und Feiertagen
- Bereitschaftsdienste
- Schichtarbeit
- Freizeit, Wochenenden und Urlaub
- Flexibilität und weitere Aspekte.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel von 4 Fragen zu Arbeitszeiten den Aufbau des tools. Je nach angeklickter Antwort stehen in dieser Abbildung ein „OK“ für den grünen Bereich, ein einzelnes Ausrufezeichen „!“ für den gelben Bereich und drei Ausrufezeichen „!!!“ für den roten Bereich (im excel-tool selbst sind diese Bereiche jeweils farbig gekennzeichnet).

3	Liegt eine opt-out Regelung vor?	<input checked="" type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja	OK	
4	Gibt es Regeldienste, die <b>nach dem Dienstplan</b> länger als 8 Std. sind?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja, bis 10 Std. <input checked="" type="radio"/> ja, über 10 Std.	!!!	Ausgleich gewährleisten, Betriebsinterne Analysen, Belastungsanalyse, Genehmigung einholen
5	Kam es <b>in der Praxis</b> vor, dass die geplanten Dienstzeiten überschritten wurden?	<input type="radio"/> nein <input checked="" type="radio"/> ja	!	Ausgleich gewährleisten, Tätigkeitsanalyse, Verhaltensorientierte Maßnahmen
6	Sieht der Dienstplan Arbeitszeiten zwischen 23 und 6 Uhr vor?	<input type="radio"/> nein <input checked="" type="radio"/> ja	!	Arbeitswissenschaftliche Empfehlungen beachten

**Abbildung 1:** Aufbau des excel-tools mit Antwortmöglichkeiten, Empfehlungen und Maßnahmen

Auf insgesamt 12 Seiten führt das tool mit Hilfe von Schaltflächen durch die

Checkliste; die Antwortmöglichkeiten sind einzeln anwählbar und wieder komplett zurückzusetzen. Jeder thematisch abgeschlossene Unterpunkt ist mit seiner Auswertung ausdrückbar. Zudem bietet das tool eine übersichtliche Zusammenfassung aller Ergebnisse. Bei der Beantwortung geht es nicht darum, Einzelfälle oder Ausnahmen durch Notfälle aufzunehmen, sondern darum, den Normalbetrieb mit durchschnittlicher Auslastung darzustellen. Lediglich, wenn Notfälle den Regelfall darstellen, ist dieser Zustand zu beschreiben.

### 3. Empfehlungen und Maßnahmen

Je nach Antwort ergeben sich für den „gelben“ Bereich (ein Ausrufezeichen in Abbildung 1) Hinweise und Empfehlungen, um einem möglichen Gefährdungspotential zu begegnen. Für den „roten“ Bereich (drei Ausrufezeichen in Abbildung 1) werden Maßnahmen gegen ein vorliegendes Gefährdungspotential aufgezeigt. Eine ausführliche Beschreibung dieser Maßnahmen (Gesamtüberblick siehe Tabelle 1) ist dem Text zu entnehmen, der dem excel-tool beiliegt.

**Tabelle 1:** Gesamtüberblick über Maßnahmen

Ausgleich gewährleisten	Tätigkeitsanalyse
Dienstplangestaltung	Belastungsanalyse
Arbeitswissenschaftliche Empfehlungen	Betriebs-/ Dienstvereinbarung
Betriebsinterne Analysen	Verhaltensorientierte Maßnahmen
Personalbedarfsanalyse	Genehmigung einholen

Abbildung 1 zeigt für die Frage 3 „Liegt eine opt-out Regelung vor?“ mit der Antwort „nein“ ein „OK“ und damit liegt die Antwort auf diese Frage im „grünen Bereich“. Maßnahmen sind damit nicht erforderlich.

Auf Frage 4 „Gibt es Regeldienste, die nach dem Dienstplan länger als 8 Std. sind?“ wurde im Beispiel mit „ja, über 10 Std.“ geantwortet. Mit der Antwort wird der „rote Bereich“ erreicht und es ist notwendig, entsprechende Ausgleichszeiten nach dem Arbeitszeitgesetz zu gewähren sowie betriebsinterne Analysen, wie z.B. eine Belastungsanalyse durchzuführen, um festzustellen, ob die Arbeitsbelastung in diesen Diensten angemessen ist. Die Erfassung von Belastung am Arbeitsplatz bedeutet die Erfassung körperlicher (wie z.B. langes Stehen am OP-Tisch oder Wegezeiten zwischen Stationen und Funktionsbereichen) und psychischer Belastung (wie z.B. Arbeitsanforderungen, zeitliche Bindung, Handlungs- und Entscheidungsspielräume, Verantwortung und Anforderungen an die Informationsverarbeitung). Für den Bereich der ärztlichen Tätigkeiten im Krankenhaus sind zurzeit keine eigenen Methoden bekannt, daher sollte in Abhängigkeit von der Fragestellung entweder auf ein universelles oder ein spezielles Verfahren zurückgegriffen werden. Letztendlich muss für solch lange Dienste eine behördliche Genehmigung eingeholt werden.

Frage 5 „Kam es in der Praxis vor, dass die geplanten Dienstzeiten überschritten wurden?“ wird in diesem Beispiel mit „ja“ beantwortet. Diese tatsächliche Abweichung von geplanten Dienstzeiten bedeutet eine potentielle Gefährdung und liegt damit im „gelben Bereich“. Auch hier sollte auf entsprechende Ausgleichszeiten geachtet werden. Zudem kann durch eine Tätigkeitsanalyse festgestellt werden, wodurch diese Überschreitungen zustande kommen (Grzech-Sukalo & Hänecke 2004). Vor allem über die Analyse von Lage und Dauer einzelner Tätigkeiten können detaillierte Möglichkeiten für Veränderungen im organisatorischen, personellen und arbeitszeitlichen Bereich abgeleitet werden. Das Verfahren liegt in einer Basisvariante

mit Anleitung und Beispielen dem excel-tool bei. Verhaltensorientierte Maßnahmen (wie Information zu Arbeits- und Gesundheitsschutz, Seminare zu Kommunikationsstrukturen oder Teamarbeit) sind dann angebracht, wenn es gilt, ein mögliches Fehlverhalten von Seiten der Mitarbeiter zu vermeiden.

Frage 6 „Sieht der Dienstplan Arbeitszeiten zwischen 23 und 6 Uhr vor?“ wird hier mit „ja“ beantwortet. Diese Frage zielt auf mögliche Nachtarbeit und erfordert damit die Berücksichtigung der arbeitswissenschaftlichen Empfehlungen zur Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit (Beermann 2005; Knauth & Hornberger 1997).

#### 4. Fazit

Das Arbeitszeitgesetz und die darin enthaltenden Öffnungsklauseln für Tarifverträge beinhalten viele Möglichkeiten, Dienstpläne zu gestalten. Gerade die Öffnungsklauseln entsprechen jedoch häufig nicht in vollem Maße einem präventiven Gesundheitsschutz der Beschäftigten. Darum muss bewertet werden, ob durch die vorliegenden Belastungen, die in jedem Krankenhaus und in jeder Abteilung unterschiedlich sein können, Gefährdungen für die Beschäftigten zu erwarten sind.

Das hier vorgestellte excel-tool einer Checkliste „Arbeitszeit“ ermöglicht einen praktikablen Einsatz dieser Gefährdungsbeurteilung, um speziell für den Krankenhausbereich mit seinen arbeitszeitlichen Besonderheiten die Vorgaben und Prinzipien einer menschengerechten Gestaltung der Arbeitszeit zu erfassen sowie Mängel in Gestaltung, Organisation, aber auch Verhalten zu identifizieren und detaillierte Hinweise auf entsprechende Maßnahmen zur Beseitigung der Mängel zu geben.

#### 5. Literatur

1. Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 227 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407).
2. Arbeitszeitgesetz vom 6. Juni 1994 (BGBl. I S. 1170), zuletzt geändert durch Gesetz vom 24. Dezember 2003 (BGBl. I S. 3002).
3. Beermann, B. 2005, Leitfaden für Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
4. Europäische Arbeitszeitregelung, 1. Richtlinie 2003/88/EG vom 4. November 2003.
5. Grzech-Sukalo, H. & Hänecke, K. 2004, Arbeitszeitgestaltung und Organisationsentwicklung im Krankenhaus - Prozess, Möglichkeiten und Grenzen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Arbeit + Gesundheit in effizienten Arbeitssystemen. Dortmund: GfA-Press, 565-568.
6. Hänecke, K. & Grzech-Sukalo, H. 2008, Entwicklung einer Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Arbeitszeit. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA-Press, 367-370.
7. Knauth, P. & Hornberger, S. 1997, Schichtarbeit und Nachtarbeit. Probleme – Formen – Empfehlungen, 4. Auflage. München: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Gesundheit.

Gefördert aus Mitteln der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

## Beeinträchtigungen der sozialen Teilhabe bei langen Arbeitszeiten

Anna WIRTZ<sup>1,2</sup>, Beate BEERMANN<sup>1</sup> und Friedhelm NACHREINER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BAuA Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund

<sup>2</sup> GAWO e.V., Achterdiek 50, D-26131 Oldenburg

**Kurzfassung:** Anhand von verschiedenen Datensätzen wurden sekundäranalytisch Zusammenhänge von langen Arbeitszeiten und sozialen Beeinträchtigungen untersucht. Die Ergebnisse zeigen übereinstimmend, dass die Vereinbarkeit von Arbeit und privaten Interessen mit zunehmender Dauer der Arbeitszeit sinkt.

**Schlüsselwörter:** lange Arbeitszeiten, soziale Beeinträchtigungen, Vereinbarkeit.

### 1. Einleitung

In einer Reihe bisheriger Untersuchungen (vgl. Rüters et al. 2008; Wirtz et al. 2008; Rädiker et al. 2006; Caruso et al. 2004) konnte konsistent eine Beeinträchtigung des gesundheitlichen Wohlbefindens der Beschäftigten durch lange Arbeitszeiten gezeigt werden. Neben der Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigungen stellt die Gewährung hinreichender Möglichkeiten zur sozialen Teilhabe einen weiteren wichtigen Gesichtspunkt bei der Arbeits(zeit)gestaltung dar. Daher sollte nun vergleichend über mehrere unabhängige Stichproben untersucht werden, ob, wie theoretisch zu erwarten und in einzelnen Studien belegt, mit Zunahme der wöchentlichen Arbeitszeit die soziale Teilhabe sowie die Vereinbarkeit von Arbeit und Freizeit bzw. Familie eingeschränkt werden.

### 2. Methode

Zur Untersuchung dieser Fragestellungen standen vier Datensätze aus Deutschland und Europa zur Sekundärdatenanalyse zur Verfügung (siehe Tabelle 1), in denen mittels Interviews bzw. Fragebogen Angaben zu den Arbeitsbedingungen, wie etwa zum Arbeitszeitsystem und zur Belastung am Arbeitsplatz, sowie zu gesundheitlichen und sozialen Beschwerden von Erwerbstätigen erhoben wurden. In die Analysen wurden nur abhängig Beschäftigte – die in vollem Umfang dem Arbeitsschutz unterliegen und ihre Arbeitszeiten nur begrenzt autonom festlegen können – einbezogen. Ferner wurden alle Personen mit Nebentätigkeiten entfernt, um mögliche Konfundierungen der Effekte von Haupt- und Nebentätigkeiten zu vermeiden. Aus den europäischen Befragungen wurden die in beiden Untersuchungswellen enthaltenen 15 ursprünglichen Mitgliedsländer untersucht (EU 15).

Als unabhängige Variable wurde die berichtete durchschnittliche (tatsächliche) Wochenarbeitszeit verwendet. Die Befragten wurden anhand ihrer angegebenen wöchentlichen Arbeitszeit in zwölf Gruppen mit einer Auflösung von fünf Stunden aufgeteilt. Als abhängige Variablen standen die Antworten auf die Fragen nach der Vereinbarkeit von Arbeit und privaten Interessen sowie zur Häufigkeit sozialer Aktivitäten



in den europäischen Umfragen zur Verfügung. In den deutschen Umfragen GA 2004 und BB 2006 wurden die Angaben zur Berücksichtigung privater Interessen bei der Arbeitszeitgestaltung als abhängige Variable verwendet. Zur Zusammenfassung der sozialen Aktivitäten in EU 2000 und EU 2005 wurden Faktorenanalysen (Hauptkomponentenanalyse mit anschließender Varimax-Rotation) durchgeführt, bei denen folgende Komponenten extrahiert werden konnten: „Häusliche Aktivitäten“ (z.B. Kochen, Haushalt, Kinderbetreuung), „Außerhäusliche/Freizeit-Aktivitäten“ (z.B. Sport, kulturelle Aktivitäten, Weiterbildung) sowie „Ehrenamtliche/politische Aktivitäten“. Diese Faktoren klären 49% der Gesamtvarianz in EU 2000 und 54% der Gesamtvarianz in EU 2005 auf.

**Tabelle 1:** Beschreibung der verwendeten Stichproben für die Sekundäranalyse

Befragung	Länder	N	Notation	Quelle
„Was ist Gute Arbeit?“, 2004	DE	3.240	GA 2004	Fuchs (2006)
BIBB/BAuA Erwerbstätigenbefragung 2006	DE	16.941	BB 2006	BIBB/BAuA (2006)
3. Europäische Umfrage über die Arbeitsbedingungen, 2000	EU 15	16.541	EU 2000 (EU 15)	Merllié & Paoli (2002)
4. Europäische Umfrage über die Arbeitsbedingungen, 2005	EU 15	11.213	EU 2005 (EU 15)	Parent-Thirion et al. (2008)

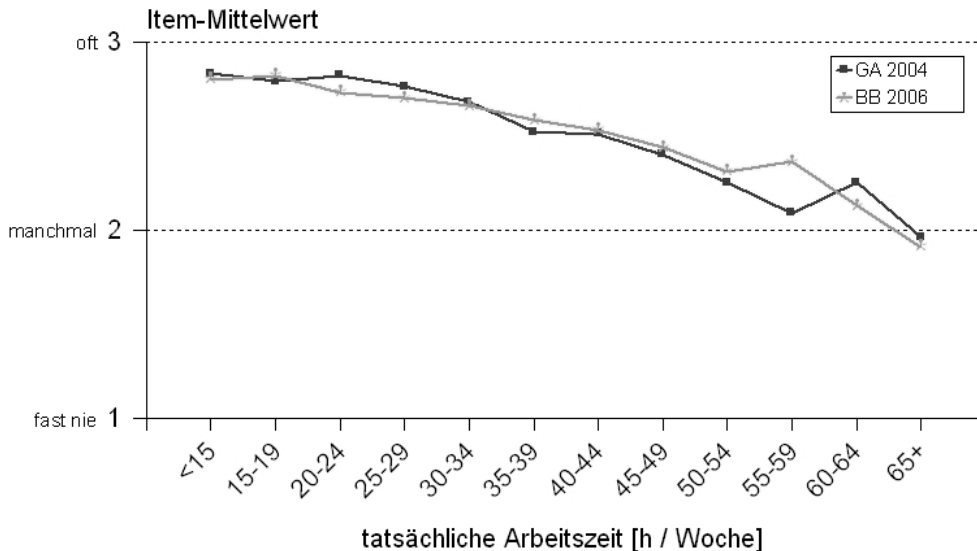
Weiterhin wurde der Einfluss potenziell moderierender Variablen – u.a. Alter, Geschlecht, Kinder im Haushalt, weitere Arbeitszeitmerkmale (z.B. Lage und Variabilität), Einflussmöglichkeit auf die Arbeitszeitgestaltung sowie die Vorhersehbarkeit der Arbeitszeit – untersucht. Die Analyse der Fragestellungen erfolgte uni- und multivariat varianz- und regressionsanalytisch.

### 3. Ergebnisse

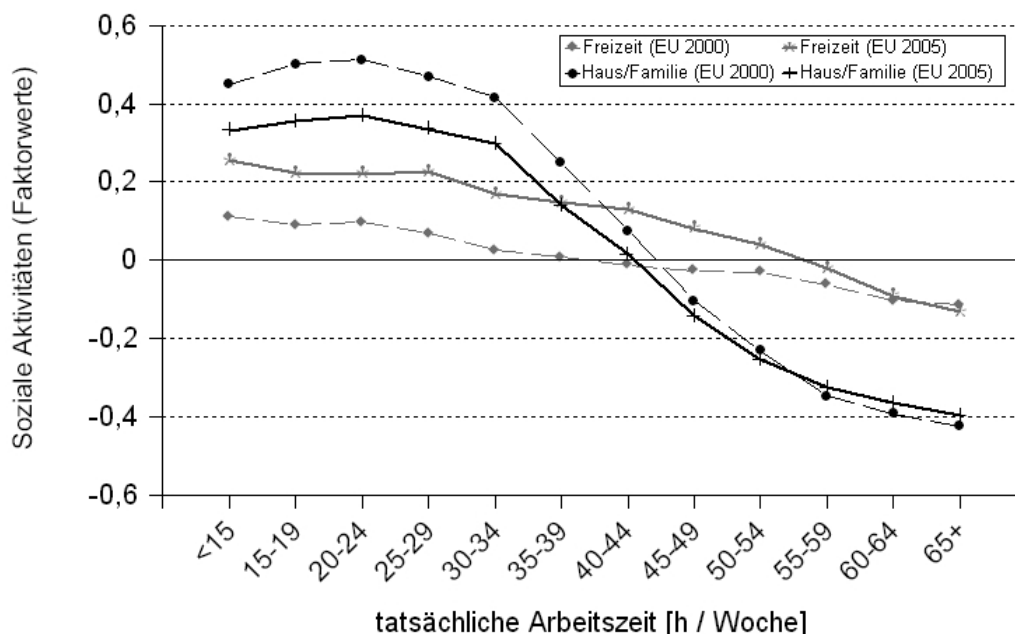
Mit zunehmender Wochenarbeitszeit finden nach Angaben der Befragten die privaten Belange der Beschäftigten seltener bei der Arbeitszeitgestaltung Berücksichtigung (siehe Abbildung 1). Obwohl in den hier dargestellten deutschen Befragungen nicht direkt nach der Vereinbarkeit von Arbeit und privaten Interessen gefragt wurde, kann dieses – über beide Untersuchungen konsistente – Ergebnis als Verschlechterung der Vereinbarkeit beruflicher und privater Anforderungen mit zunehmenden wöchentlichen Arbeitsstunden hindeuten. In den europäischen Umfragen wurde die Vereinbarkeit von Arbeitszeit und privaten Belangen direkt abgefragt und auch hier sind fast exakt übereinstimmende Ergebnisse zu verzeichnen: Mit zunehmender wöchentlicher Arbeitszeit verschlechtert sich die berichtete Vereinbarkeit von Beruf und privaten Interessen deutlich (hier aus Platzgründen nicht dargestellt).

Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, nimmt in den europäischen Umfragen die Häufigkeit der privaten Aktivitäten (hier dargestellt am Beispiel von Faktorwerten aus der Faktorenanalyse) mit zunehmender Anzahl Arbeitsstunden ab. Dabei werden die häuslichen Aktivitäten wie Kinderbetreuung oder Kochen am stärksten eingeschränkt, wenn die Arbeitszeit nicht mehr genug freie Zeit lässt. Außerhäusliche und

Freizeitaktivitäten wie Sport oder Weiterbildungen können mit längeren Arbeitszeiten ebenfalls seltener ausgeübt werden, wenn auch die Einschränkung hier weniger deutlich ist. Ausschließlich ehrenamtliche / politische Tätigkeiten, wie etwa gewerkschaftliche Aktivitäten, werden dagegen relativ unabhängig von der Dauer der Arbeitszeit ausgeübt (hier nicht dargestellt).



**Abbildung 1:** Berücksichtigung privater/familiärer Interessen bei der Arbeitszeitplanung in Abhängigkeit von der wöchentlichen Arbeitszeit in den deutschen Umfragen



**Abbildung 2:** Häufigkeit sozialer Aktivitäten (Darstellung als gleitende Mittelwerte) in Abhängigkeit von der wöchentlichen Arbeitszeit in den europäischen Umfragen (EU 15 Länder)

Die hier dargestellten Zusammenhänge zwischen der Vereinbarkeit der Arbeit mit privaten Belangen und der wöchentlichen Arbeitszeit werden moderiert durch weitere Arbeitszeitmerkmale. So verschlechtert z.B. Arbeit an Abenden und am Wochenende die angegebene Vereinbarkeit weiter. Positiv hingegen hängt erwartungsgemäß die berichtete Möglichkeit der Einflussnahme auf die Arbeitszeitgestaltung mit der Vereinbarkeit zusammen. Zwischen Männern und Frauen mit und ohne Betreuungs-

pflichten bestehen nur geringe Unterschiede bezüglich der angegebenen Vereinbarkeit. Die Ausübung sozialer Aktivitäten hingegen variiert stärker in Abhängigkeit von den untersuchten Personenmerkmalen, so dass etwa Frauen mit Betreuungspflichten die außerhäuslichen Aktivitäten bei langen Arbeitszeiten stärker einschränken als Männer. Die Häufigkeit sozialer Aktivitäten wird erwartungsgemäß weiterhin durch Arbeit an Abenden und in der Nacht eingeschränkt. Die Möglichkeit der Einflussnahme auf die Arbeitszeit sowie damit einhergehende variable Arbeitszeiten erlauben hingegen eine etwas intensivere soziale Betätigung.

#### 4. Schlussfolgerungen

Die Forderung nach hinreichenden Möglichkeiten zur sozialen Teilhabe kann ebenso wie die Erhaltung des gesundheitlichen Wohlbefindens bei langen und/oder in der Lage versetzten Arbeitszeiten größtenteils nicht mehr erfüllt werden. Diese Ergebnisse konnten über vier unabhängige und zeitlich versetzte Stichproben hinweg konsistent abgesichert werden und können damit, auch im Vergleich mit anderen vorliegenden Ergebnissen, als arbeitswissenschaftlich gesichert betrachtet werden. Sie sollten daher bei der Gestaltung der Arbeitszeit berücksichtigt werden.

Die wahrgenommene Vereinbarkeit von Beruf und Freizeit scheint allerdings kein guter Indikator für die Beeinträchtigung des sozialen Lebens darzustellen, da hier große Abweichungen zu den Angaben über konkrete soziale Aktivitäten bestehen.

#### 5. Literatur

1. BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006. Verfügbar unter: <http://www.baua.de/arbeitsbedingungen>
2. Caruso, C.C., Hitchcock, E.M., Dick, R.B., Russo, J.M. & Schmidt, J.M. 2004, Overtime and Extended Work Shifts: Recent Findings on Illnesses, Injuries, and Health Behaviors. Publication no. 2004-143. Cincinnati: US Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.
3. Fuchs, T. 2006, Was ist Gute Arbeit? Anforderungen aus der Sicht von Erwerbstätigen. Dortmund/Berlin: BAuA.
4. Merllié, D. & Paoli, P. 2002, Dritte europäische Umfrage über die Arbeitsbedingungen 2000. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaft.
5. Parent-Thirion, A., Fernández Macías, E., Hurley, J. & Vermeylen, G. 2008, Vierte Europäische Erhebung über die Arbeitsbedingungen. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften.
6. Rädiker, B., Janßen, D., Schomann, C. & Nachreiner, F. 2006, Extended working hours and health, *Chronobiology International*, 23, 1305-1316.
7. Rütters, I., Nachreiner, F., Horn, D., Giebel, O., Schomann, C. & Wirtz, A. 2008, Die Effekte langer Arbeitszeiten auf Gesundheit und Wohlbefinden - Ergebnisse einer Kreuzvalidierungsstudie. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 387-390.
8. Wirtz, A., Beermann, B. & Nachreiner, F. 2008, Die Effekte längerer Arbeitszeiten auf das gesundheitliche Wohlbefinden – Ergebnisse einer Kreuzvalidierung. In: C. Schwennen, G. Elke, B. Ludborzs, H. Nold, S. Rohn, S. Schreiber-Costa & B. Zimolong (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit*, 15. Workshop 2008. Kröning: Asanger, 153-156.

# Validierung des Fatigue und des Risk Index zur Prognose gesundheitlicher Beeinträchtigungen

Jana GREUBEL, Ole GIEBEL und Friedhelm NACHREINER

*GAWO e.V., Achterdiek 50, D-26131 Oldenburg*

**Kurzfassung:** Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist gesetzlich eine Abschätzung der mit bestimmten Arbeitszeitsystemen verbundenen Risiken gefordert. In der vorliegenden Pilotstudie wurde daher untersucht, in wieweit der Fatigue und der Risk Index des HSE eine Prognose möglicher Beeinträchtigungen anhand von Daten des Arbeitszeitsystems erlaubt. Es zeigte sich, dass der Risk Index keine und der Fatigue Index nur sehr begrenzte Prognosen von Arbeitsunfällen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen zulassen.

**Schlüsselwörter:** Gefährdungsbeurteilung, Arbeitszeit, Risiko.

## 1. Einleitung

Im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilung (ArbSchG § 5) ist eine Abschätzung von mit einem bestimmten Arbeitszeitsystem verbundenen Risiken erforderlich. Diese gestaltet sich jedoch in der Praxis bisher eher schwierig, da es kaum Verfahren gibt, welche in der Praxis einfach handhabbar, aber dennoch hinreichend valide sind. Im Rahmen der vorliegenden Pilotstudie wurde aus diesem Grund die Validität des Risk Index und des Fatigue Index (Spencer et al. 2006; Folkard et al. 2007) zur Prognose des Auftretens von Arbeitsunfällen sowie von gesundheitlichen Beeinträchtigungen untersucht. Die Indices wurden mit dem Ziel entwickelt, die Ermüdung und das Risiko bestimmen zu können, welche sich aus einem bestimmten Schichtplan ergeben. Beide Indices wurden bezüglich eines Standardschichtplans mit 12h Schichten und den Schichtfolgen zweimal Tagschicht, zweimal Nachtschicht und vier Tage frei normalisiert (Folkard et al., 2007). Der Standardschichtplan wiederholt über 21 Schichtzyklen führt zu einem Risk Index von 1,0 und einen Fatigue Index von 20,7. Dabei gibt die Höhe des Risk Index stets das relative Risiko eines Schichtplans im Vergleich zum Standardschichtplan an, wohingegen der Fatigue Index den Prozentsatz der Personen angibt, welche auf der Karolinska Sleepiness Scale (KSS) einen Wert gleich oder größer 7 erhalten würden und somit ein erhöhtes Risiko für Sekundenschlaf aufweisen.

## 2. Methode

Die Daten zur Validierung der Indices entstammen der zurzeit laufenden Befragung „Arbeitszeit und Gesundheit“ der GAWO. Im Rahmen dieser Befragung wird den Zusammenhängen zwischen verschiedenen Merkmalen eines Arbeitszeitsystems und gesundheitlichen sowie sozialen Beeinträchtigungen nachgegangen. Die daraus entstammenden Arbeitszeitdaten von 246 Personen über einen Zeitraum von jeweils 4 Wochen wurden in den auf der Health and Safety Executive Homepage verfügbaren Calculator (unter <http://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr446.htm>) übertragen und auf diese Weise die Indices berechnet. Dabei wurden die Standardverein-

stellungen zu Pausen, Art der Arbeit und Arbeitsbelastung beibehalten. Für jede Person ergaben sich als Parameter des Risk und des Fatigue Indexes jeweils deren Mittelwert, Maximum, Varianz und der 10er Logarithmus der Varianz. Anschließend wurden diese Parameter mit den berichteten gesundheitlichen Beeinträchtigungen verbunden. Über parametrische wie nicht-parametrische Korrelationsmaße wurde zunächst untersucht wie stark die einzelnen Kennwerte mit dem Vorkommen von Arbeitsunfällen und dem Ausmaß gesundheitlicher Beeinträchtigungen zusammenhängen. Weiterhin wurde mittels Regressions- sowie Kanonischer Korrelationsanalysen untersucht, inwieweit sich gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die Indices prognostizieren lassen.

### 3. Ergebnisse

Univariate Korrelationen nach Kendall zwischen den Indices und dem Auftreten von Arbeitsunfällen innerhalb des letzten Jahres ergaben für den Fatigue Index lediglich Nullkorrelationen, während Kendall's Tau beim Risk Index Werte bis zu 0,123 ( $p < 0,05$ ) annahm. Die positive Korrelation ging in die erwartete Richtung: je höher der Risk Index desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass die Person im vorangegangenen Jahr einen Unfall hatte. Da für Arbeitsunfälle lediglich ein dichotomes Antwortformat (Ja/Nein) vorlag, wurden die Indices anhand der von den Autoren vorgegebenen Standardgrenzen ebenfalls dichotomisiert und so zwischen Personen mit riskanten und Personen mit unbedenklichen Arbeitszeiten bezüglich des jeweiligen Indizes unterschieden. Die anschließend gerechneten Vier-Felder-Korrelationen (vgl. Tabelle 1) ergaben nur unwesentlich höhere Korrelationen; die aufgeklärte Varianz lag für den Risk Index bei 3,3%, für den Fatigue Index zwischen 2,3% und 4%. Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Indices und den Fragen wie sich die Personen nach der Arbeit im Allgemeinen „körperlich“, „mental“ und „emotional“ fühlten, ergaben sich ausschließlich Nullkorrelationen.

**Tabelle 1:** Vier-Felder-Korrelationen zwischen dem Fatigue/Risk Index und Arbeitsunfällen ( $N=246$ ),  
(\*)  $p < 0,05$ , (\*\*)  $p < 0,01$

	$\chi^2$	$\phi$
FI <sub>max</sub>	5,678(*)	0,152(*)
FI <sub>mittel</sub>	9,993(**)	0,202(**)
RI <sub>max</sub>	8,106(**)	0,182(**)
RI <sub>mittel</sub>	8,106(**)	0,182(**)

Um die Indices mit den berichteten Beschwerden in Beziehung zu setzen, wurden die abgefragten Einzelbeschwerden faktorisiert. Mittels Hauptachsenanalyse ergaben sich 5 Faktoren, wobei Faktor 1 musculo-skeletale Beschwerden, Faktor 2 psychovegetative Beschwerden, Faktor 3 Magen-, Darm- und Verdauungsbeschwerden, Faktor 4 Luftnot, Atembeschwerden und Asthma und Faktor 5 Schlafstörungen ab-

bildete. Tabelle 2 enthält die Korrelationen zwischen den Indices und den Faktorwerten auf den Beschwerde-faktoren. Es zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge für den Risk Index, während der Fatigue Index sowohl mit musculo-skeletalen Beschwerden als auch mit Schlafstörungen signifikant positiv korrelierte, je höher der Index desto häufiger litten die Personen unter den jeweiligen Beschwerden. Auffallend ist jedoch eine negative Korrelation bei Faktor zwei mit dem Fatigue Index für die sich bisher keine Erklärung anbietet.

**Tabelle 2:** Korrelationen nach Pearson zwischen dem Fatigue Index sowie dem Risk Index und den Beschwerden (Faktorwerte, N=226), (\*)  $p < 0,05$ , (\*\*)  $p < 0,01$

Faktoren / Index	Faktor 1: musculo-skeletale Beschwerden	Faktor 2: psychovegetative Beschwerden	Faktor 3: Magen-, Darm- und Verdauungsbeschwerden	Faktor 4: Luftnot, Atembeschwerden, Asthma	Faktor 5: Schlafstörungen
FI max	<b>0,137(*)</b>	-0,130	0,032	-0,059	<b>0,265(**)</b>
FI mittel	<b>0,154(*)</b>	-0,064	0,004	-0,098	<b>0,186(**)</b>
FI varianz	<b>0,138(*)</b>	<b>-0,101(**)</b>	0,020	-0,040	<b>0,255(**)</b>
RI max	0,000	-0,065	-0,011	-0,034	-0,091
RI mittel	0,037	-0,060	-0,076	-0,079	0,036
RI varianz	0,026	-0,071	-0,043	-0,014	0,016

Mit Hilfe von Regressionsanalysen wurde untersucht, inwieweit es möglich ist, Arbeitsunfälle und Beschwerden durch Kombinationen der Indices zu prognostizieren. Eine schrittweise gerechnete logistische Regression zur Prognose von Arbeitsunfällen durch die Indices führte zu einer Aufnahme des  $F_{\text{Imax}}$  in die Regressionsgleichung ( $p < 0,05$ ,  $\text{Exp}(B) = 1,045$ ,  $R^2 = 0,022$ ); alle anderen Parametern der Indices wurden aus der Gleichung ausgeschlossen. Wurden mittels Einschlussverfahren die vier Parametern  $F_{\text{Imax}}$ ,  $F_{\text{Imittel}}$ ,  $R_{\text{Imax}}$  und  $R_{\text{Imittel}}$  in die Regressionsgleichungen zur Vorhersage der einzelnen Beschwerde-faktoren gezwungen, so ergab sich lediglich für Faktor 5 (Schlafstörungen) ein signifikantes Modell ( $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,089$ ). In der Regressionsgleichung wird lediglich der Koeffizient für  $F_{\text{Imax}}$  signifikant ( $p < 0,01$ , Beta-Koeffizient=0,500). Bei Regressionsanalysen in zwei Blöcken (Block 1:  $R_{\text{Imax}}$ ,  $R_{\text{Imittel}}$ ; Block 2:  $F_{\text{Imax}}$ ,  $F_{\text{Imittel}}$ ) mit vorwärts-Auswahl innerhalb der Blöcke, ergeben sich signifikante Modelle für Faktor 1 ( $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,024$ ) und Faktor 5 ( $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,070$ ). Dabei wird zur Erklärung der musculo-skeletalen Beschwerden (Faktor 1) lediglich der  $F_{\text{Imittel}}$  ( $p < 0,05$ , Beta-Koeffizient = 0,154) und zur Erklärung der Schlafstörungen (Faktor 5) lediglich der  $F_{\text{Imax}}$  ( $p < 0,01$ , Beta-Koeffizient = 0,265) herangezogen.

Bei der Berechnung einer kanonischen Korrelation mit den berichteten Einzelbeschwerden im Set 1 und den Maxima, Mittelwerten und logarithmierten Varianzen der Indices im Set 2 ergab sich lediglich eine signifikante kanonische Korrelation, welche auf der Seite der Beeinträchtigungen hohe kanonische Ladungen auf „Schlafstörungen“ (0,422), „Einschlafstörungen“ (0,342), „Aufwachen während der Schlafenszeit“ (0,279), „Kopfschmerzen“ (0,200), „Gliederschmerzen“ (0,360) sowie „Schmerzen in den Knien“ (0,369) aufwies und auf der Seite der Indices hohe kanonische Ladungen auf allen Variablen zu finden waren ( $F_{\text{Imax}}=0,966$ ,  $F_{\text{Imittel}}=0,925$ ,  $F_{\text{Ivar}} \lg=0,766$ ,  $R_{\text{Imax}}=(0,605)$ ,  $R_{\text{Imittel}}=0,486$ ,  $R_{\text{Ivar}} \lg=0,697$ ) aufwies. Der Anteil der Varianz der Beschwerden welcher durch die Indices aufgeklärt wurde, betrug allerdings lediglich 1%.



#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Die vorliegenden Untersuchungen deuten darauf hin, dass eine Prognose von Arbeitsunfällen bzw. gesundheitlichen Beeinträchtigungen anhand der Indices nicht, oder allenfalls nur sehr eingeschränkt möglich ist. Der Risk Index ist nicht in der Lage, das Auftreten von Arbeitsunfällen vorherzusagen. Der Fatigue Index lässt dagegen in geringem Maße eine Prognose von Arbeitsunfällen oder einzelner Beschwerden zu, die aufgeklärten Varianzen sind jedoch durchweg ausgesprochen gering. Auf Grund dieser Ergebnisse scheint der Einsatz des Risk Index und des Fatigue Index zur Beurteilung von Arbeitszeiten im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zunächst wenig sinnvoll. Allerdings war der Anteil von schichtarbeitenden Personen in der vorliegenden Stichprobe sehr gering, was über eine damit verbundene Varianzeinschränkung bei den Arbeitszeiten die Ergebnisse verzerrt haben könnte. Da beide Indices primär für Schichtarbeitssysteme vorgesehen sind ist nicht auszuschließen, dass eine deutlich höhere Validität der Indices lediglich für SchichtarbeiterInnen gegeben sein könnte. Eine Überprüfung dessen erscheint daher dringend erforderlich und ist für die nahe Zukunft vorgesehen, konnte jedoch anhand der vorliegenden Stichprobe aufgrund der geringen Zahl von SchichtarbeiterInnen nicht durchgeführt werden.

#### 5. Literatur

1. Folkard, S., Robertson, K. & Spencer, M. 2007, A Fatigue/Risk Index to assess work schedules, *Somnologie*, 11, 177-185.
2. Spencer, M., Robertson, K. & Folkard, S. 2006, The development of a fatigue / risk index for shift-workers, Health and Safety Executive Report no 446. Verfügbar unter: [www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr446.htm](http://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr446.htm) [15.8.2008].

## Zur Prognose gesundheitlicher Beeinträchtigungen anhand von Merkmalen des Arbeitszeitsystems – Kreuzvalidierung eines Risikoindexes

Ole GIEBEL, Carsten SCHOMANN und Friedhelm NACHREINER

*GAWO e.V., Achterdiek 50, D-26131 Oldenburg*

**Kurzfassung:** Vorausgehende Arbeiten haben gezeigt, dass es möglich ist, das Risiko für Beeinträchtigungen im gesundheitlichen und psychosozialen Bereich aus Merkmalen eines Arbeitszeitsystems vorherzusagen. Es wurde der Versuch unternommen, die Prognosegüte zu verbessern, indem regressionsanalytische Rechenmodelle verwendet wurden, um den Einfluss einzelner Merkmale des Arbeitszeitsystems auf spezifische Beschwerden zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, bestimmte Beschwerden auf spezifische Merkmale eines Arbeitszeitsystems zurückzuführen, die damit spezifische Prognosen erlauben.

**Schlüsselwörter:** Gefährdungsbeurteilung, Arbeitszeit, Risiko.

### 1. Einleitung

In vorausgehenden Arbeiten wurde bereits über Möglichkeiten der Prognose gesundheitlicher Beeinträchtigungen anhand eines Indexes, der aus Merkmalen der Arbeitszeitsysteme gebildet wurde (AGI), berichtet (Nachreiner 2005; Giebel et al. 2006). Bei diesem Index wurden die Ausprägungen mehrerer Merkmale der Arbeitszeitsysteme, gewichtet auf der Basis von Expertenurteilen, zu einem Gesamtwert verrechnet, so dass für jedes zu bewertende Arbeitszeitsystem ein Wert zur Vorhersage des Risikos verschiedener gesundheitlicher Beeinträchtigungen herangezogen werden konnte. Die Mehrzahl der verwendeten Merkmale stammt aus dem Computerprogramm BASS4, einer Software zur Evaluation und Gestaltung von Arbeitszeitsystemen (Nachreiner et al. 2006). Um die Güte der Zuverlässigkeit derartiger Prognosemodelle zu prüfen, wurde in einer weiteren, regressionsanalytischen Studie untersucht, ob sich die mit der ursprünglichen Form des Indexes möglichen Prognosen auch an einer größeren Stichprobe (Janßen & Nachreiner 2004) bestätigen lassen. Die Ergebnisse dieser Studie haben eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den Ergebnissen der ursprünglichen Studie erkennen lassen (Giebel et al. 2008), der Index kann daher bereits in seiner derzeitigen Form als recht valide betrachtet werden. Da aber die Vorhersagegüte eines solchen, auf der Basis von Expertenurteilen zusammengesetzten Wertes im Vergleich zu einer differenzierteren Bewertung auf der Basis statistischer Zusammenhangsmaße für einzelne Beschwerden u.U. geringer ausfällt, sollte zunächst noch einmal der Einfluss einzelner potenziell relevanter Merkmale der Arbeitszeitgestaltung für bestimmte Beeinträchtigungen überprüft werden, um darüber zu einer ggf. günstigeren Gewichtung der Einzelmerkmale zur Prognose unterschiedlicher Beeinträchtigungen kommen zu können. Erwartet wurde, dass eine differenziertere Gewichtung bestimmter Merkmale der Arbeitszeit bei deren Kombination zu einer Erhöhung der Prognosegüte des Risikos unterschiedlicher Beeinträchtigungen führt, womit sich spezifische Risikoerhöhungen für spezifische Beeinträchtigungen durch spezifische Arbeitszeitmerkmale ergeben, die ggf. zu einer

Modellkorrektur genutzt werden könnten.

## 2. Methode

In einer weiterführenden Analyse wurde daher untersucht, ob eine regressionsanalytisch andere Gewichtung bestimmter Einzelmerkmale eine noch höhere Varianzaufklärung liefern kann als eine einfache Summation über alle Merkmale. Zu diesem Zweck wurden logistische Regressionen zu einzelnen Beschwerden als abhängigen Variablen (mit den Ausprägungen beschwerdefrei / Beschwerden vorhanden) auf die Einzelmerkmale des AGI anhand derselben Stichprobe wie bei den vorausgehenden Risikoabschätzungen durchgeführt. Um die logistischen Regressionen durchführen zu können, war es notwendig, die im Originaldatensatz mehrstufig (nie bis immer) skalierten abhängigen Variablen in dichotome Variablen umzucodieren. Da die Verteilung der Antworten bei solchen Fragen in den meisten Fällen extrem schief ist, wurden die beiden untersten Kategorien (nie / selten) in „beschwerdefrei“ umcodiert, die restlichen drei Kategorien wurden ohne weitere Unterscheidung der Häufigkeit zu „Beschwerde vorhanden“ zusammengefasst. Damit lassen sich folglich Aussagen treffen, wie sich das Risiko für häufiger als selten auftretende Beschwerden in Abhängigkeit von der Ausprägung einzelner Merkmale der Arbeitszeit verändert. Tabelle 1 zeigt die Merkmale anhand derer die Arbeitszeitsysteme bewertet wurden. Dabei ist jeweils die kritische Grenze mit angegeben, ab der eine Erhöhung des Risikos vermutet und daher überprüft wurde. Dabei handelt es sich z.T. um gesetzliche Festlegungen wie um vorliegende arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse. Bei einigen Variablen wurde zudem eine gestufte Kriteriensetzung überprüft.

**Tabelle 1:** Merkmale und Grenzen (für gesundheitliche Beeinträchtigungen)

Arbeitszeit-aspekt	Merkmal	Verstoß wenn
Dauer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl kontinuierlicher Arbeitstage</li> <li>Werk tägliche Arbeitszeit</li> <li>Wöchentliche Arbeitszeit</li> </ul>	mehr als 5 Tage mehr als 8/10/12 Std. mehr als 40 Std.
Lage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Art der Schicht</li> <li>Anzahl ungünstiger Schichten</li> </ul>	Spät / Nacht /späte Tagschicht mehr als 3 in Folge, oder 4 pro Woche
Dynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotationsrichtung</li> <li>Rotationsdauer</li> <li>Ruhezeit nicht eingehalten</li> <li>Nacht – Frei – Früh</li> </ul>	rückwärts lang weniger 11 Std. nur 1 Tag frei zwischen Nacht- und Frühschicht
Sozialzeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Störung der Familien u. Sozialzeiten</li> <li>Störung der Wochenendfreizeit</li> </ul>	mehr als 3 in Folge, oder 4 pro Woche weniger als 48 Std. frei am Wochenende

## 3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der durchgeführten Regressionsanalysen (hier aus Platzgründen nicht dargestellt) belegen insgesamt sehr deutlich, dass für bestimmte Beeinträchtigungen eine unterschiedliche Zusammensetzung des AGI sinnvoll sein könnte, da jeweils unterschiedliche Merkmale bzw. Merkmalskonstellationen mit bestimmten Beschwerden stärker in Zusammenhang stehen als mit anderen. Dies würde für eine differenzierte Prognose von Beschwerden oder Beschwerdegruppen durch spezifi-

sche Merkmale eines Arbeitszeitsystems sprechen.

Betrachtet man beispielsweise die Schlafbeschwerden und die für das Risiko dieser Beschwerden verantwortlichen Merkmale, so ist zu erkennen, dass es sich im wesentlichen um bereits bekannte Merkmale wie z.B. Nachtarbeit, Rotationsrichtung und -geschwindigkeit handelt.. Kombiniert man die einzelnen Merkmale und stellt diese als Matrix da, so lassen sich anschaulich die Häufigkeiten und daraus das Risiko der entsprechenden Merkmalskombination ableiten. Abbildung 1 zeigt beispielhaft eine graphische Darstellung der entsprechenden Merkmale, die zu einer Erhöhung des Risikos von Schlafstörungen führen.

N +/- = Nachtschicht ja / nein

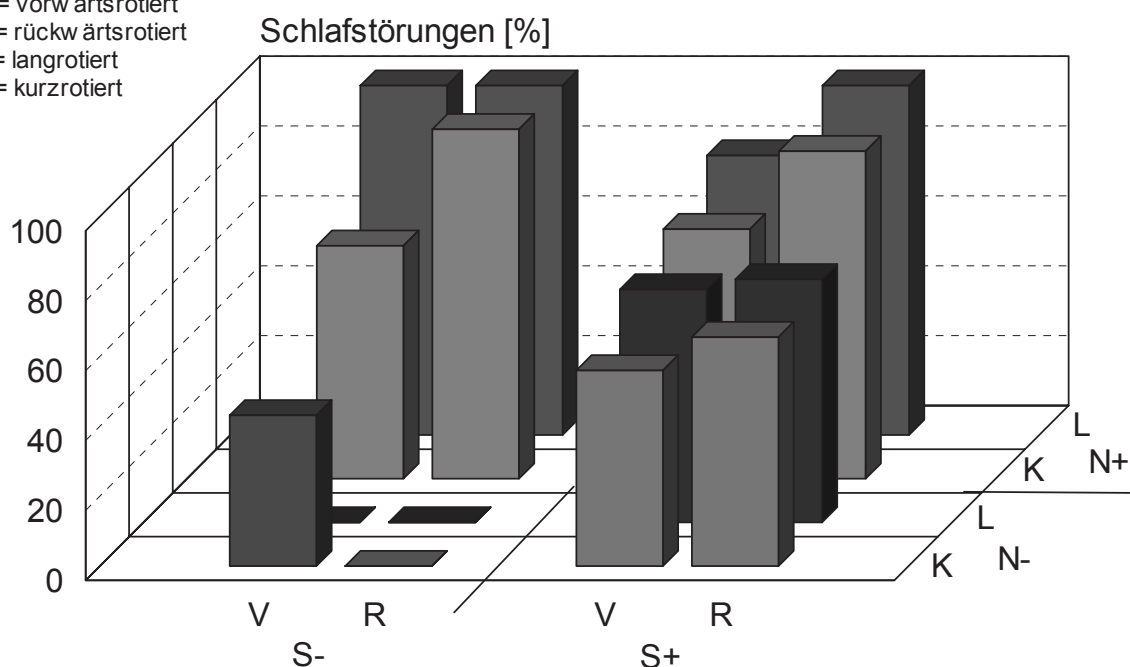
S +/- = Spätschicht ja / nein

V = vorw ärtsrotiert

R = rückw ärtsrotiert

L = langrotiert

K = kurzrotiert



**Abbildung 1:** Prozentualer Anteil von Befragten mit Schlafstörungen in Abhängigkeit von Merkmalen der Arbeitszeitsysteme

Wie Abbildung 1 zeigt, kommen auch in der Gruppe ohne Schichtarbeit (N-/S-; Rotation ist dabei nicht vorhanden, alle auf KV gesetzt) Schlafstörungen in einem bestimmten Umfang vor (43%), die ein bestimmtes, von diesen Arbeitszeitmerkmalen unabhängiges Grundrisiko darstellen, an Schlafstörungen zu leiden (nimmt man als Vergleichsstandard nur Befragte in Normalarbeitszeit, ergibt sich ein Basisrisiko von ca. 33%). Kommt nun Nachtschicht hinzu, und zwar in ihrer verträglichsten Form (KV), ergibt sich eine Steigerung des Risikos um ca. 23 Prozent auf 66%. Berücksichtigt man die Rotationsrichtung, so zeigt sich bei einem Rückwärtswechsel eine weitere Steigerung des Risikos. Die Rotationsgeschwindigkeit führt zu einer Differenz des Risikos von im Mittel ca. 10 Prozent. Kombiniert man alle Merkmale, so kann man erkennen, dass unter der Kombination Nachtschicht mit langer Rückwärtsrotation alle (100%) Befragten angaben, häufiger als selten unter Schlafstörungen zu leiden. Interessant ist auch, dass die lange Rotation im Zusammenhang mit Nachtschicht in der Regel bei fast allen Personen Schlafbeschwerden hervorruft.

Zusätzlich zu diesen Merkmalen hat auch das Merkmal „Ruhezeiten“, welches hier nur erfasst, ob die Einhaltung der gesetzlich vorgegebenen Ruhezeiten zwischen

den einzelnen Schichten gegeben ist, ebenfalls einen bedeutsamen Einfluss auf das Risiko, an Schlafbeschwerden zu leiden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde dieses Merkmal jedoch nicht mit in die Abbildung 1 aufgenommen. Zudem ist eine Berechnung des Risikos in der oben durchgeführten Weise bei einem zusätzlichen Merkmal schwer zu erreichen, da dadurch eine recht geringe Zellenbesetzung verbleibt.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Damit deutet sich an, dass eine differenziertere Betrachtungsweise der Risikobeurteilung sinnvoll und erfolgversprechend sein kann. Dies gilt nicht nur für die hier exemplarisch dargestellten Schlafstörungen, sondern auch für die meisten anderen Beeinträchtigungen, wobei die einzelnen Merkmale in jeweils unterschiedlichem Maße zur Risikoerhöhung beitragen. Dies spricht für eine differenzierte Risikobeurteilung für einzelne Beschwerden oder Beschwerdegruppen. Prinzipiell gilt dies auch für das Risiko psychosozialer Beeinträchtigungen, für die wir zurzeit ähnliche Analysen durchführen. Gleichzeitig versuchen wir, durch eine neue, internetgestützte Umfrage weitere Daten zu erheben, um die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen weiter absichern zu können.

#### 5. Literatur

1. Giebel, O., Schomann, C. & Nachreiner, F. 2006, Entwicklung eines Gefährdungsindikators zur Bewertung des Belastungsfaktors Arbeitszeit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
2. Giebel, O., Schomann, C. & Nachreiner, F. 2008, Entwicklung und Überprüfung eines Indexes zur Beurteilung des Risikos physischer und sozialer Beeinträchtigungen durch die Arbeitszeitgestaltung. In: C. Schwennen, G. Elke, B. Ludborz, H. Nold, S. Rohn, S. Schreiber-Costa, & B. Zimolong (Hrsg.), Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit. Perspektiven - Visionen (15. Workshop). Kröning: Asanger, 257-260.
3. Janssen, D. & Nachreiner, F. 2004, Flexible Arbeitszeiten. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
4. Nachreiner, F. 2005, Arbeitszeit als Risikofaktor in der Gefährdungsbeurteilung. In L. Packebusch, B. Weber & S. Laumen (Hrsg.), Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit. Prävention und Nachhaltigkeit (13. Workshop). Kröning: Asanger, 379-382.
5. Nachreiner, F., Schomann, C., Stapel, W., Nickel, P., Eden, J., Grzech-Sukalo, H., Hänecke, K. & Albrecht, N. 2006, Softwaregestützte Arbeitszeitgestaltung und -bewertung mit BASS 4. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

## **Belastung und Beanspruchung**





# Psychische Beanspruchung bei informatorischer Arbeit unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit

Stephan SANDROCK<sup>1</sup>, Martin SCHÜTTE<sup>2</sup> und Barbara GRIEFAHN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (IfaA),  
Uerdinger Straße 56, D-40474 Düsseldorf*

<sup>2</sup> *Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Universität TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die individuelle Lärmsensitivität stellt vor allem eine bewertende, die individuelle Wahrnehmung von Geräuschen beeinflussende Prädisposition dar. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen nahe, dass diese Persönlichkeitseigenschaft auch belastungs- und beanspruchungsbezogen wirksam ist.

**Schlüsselwörter:** Lärmsensitivität, mentale Beanspruchung, BMS, bipolare Schätzskalen.

## 1. Einleitung

Die Lärmsensitivität, als eine wesentliche, die Reaktivität des Menschen auf Lärm bestimmende stabile Persönlichkeitseigenschaft, stellt – wie psychoakustische Studien wahrscheinlich machen – vor allem eine bewertende, die individuelle Wahrnehmung von Geräuschen beeinflussende Prädisposition dar (z.B. Zimmer & Ellermeier 1998). Wenn auch allgemein bekannt ist, dass die subjektiv eingeschätzte Lästigkeit von Verkehrslärm mit von der Lärmempfindlichkeit abhängt, so liegen allerdings nur wenige Untersuchungen vor, die dem Einfluss der Lärmsensitivität auf die während der Tätigkeitdurchführung subjektiv wahrgenommene Beanspruchungshöhe und die Leistung nachgehen (z.B. Ljungberg & Neely 2007). Dementsprechend zielt das vorliegende Laborexperiment darauf, die beanspruchungs- und leistungsbezogene Wirkung der Lärmempfindlichkeit weiter aufzuklären.

## 2. Methode

### 2.1 Stichprobe

An der Studie nahmen insgesamt 104 Personen (55 Frauen, 49 Männer) im Alter von 18 bis 31 Jahren teil (Mittelwert: 23.6, Standardabweichung: 3.06). Die individuelle Lärmsensitivität wurde mit dem Noise Sensitivity Questionnaire (Schütte et al. 2007) erfasst. Die Klassifikation der Probanden als niedrig bzw. hoch lärmempfindlich erfolgte post hoc auf Grundlage der für die globale Lärmsensitivität (GL) vorliegenden Normwerte, also des 50. Perzentils (1.37) sowie unter Berücksichtigung des Konfidenzintervalls ( $\pm 0.26$ ,  $p=0.05$ ). Danach können 54 Teilnehmer als niedrig ( $GL < 1.11$ ) und 50 Probanden als hoch lärmsensitiv gelten ( $GL > 1.63$ ).

## 2.2. Experimentelles Vorgehen

Die Probanden hatten unter der Einwirkung von Straßenverkehrslärm den der AGARD-Stres-Batterie (AGARD 1989) entlehnten Grammatical Reasoning Test (GRT) in einer einfachen und schwierigen Variante zu bearbeiten. Dabei wird eine Symbolfolge (z.B. \* & #) zusammen mit einem die Anordnung der Zeichen beschreibenden Satz (leichte Version) oder zwei entsprechenden Aussagen (schwierige Version) auf einem Monitor präsentiert, deren Richtigkeit zu überprüfen ist.

Die Probanden hatten zunächst eine Trainingsphase zu absolvieren, die sich aus sieben jeweils drei Minuten dauernden Übungsblöcken zusammensetzte. Darauf erfolgte eine Pause nach der direkt über die 15 bipolaren Ratingskalen des BMS (Plath & Richter 1984) eine Einschätzung des Beanspruchungserlebens vorzunehmen war (Vorher-Messung). Das Verfahren bildet den subjektiv wahrgenommenen „psychophysischen Aufwand“, die „Sachzuwendung und Konzentration“ sowie die „emotionale Lage“ ab. Im darauf folgenden Hauptversuch mussten die Probanden jeweils nach Abschluss eines 14-minütigen Aufgabenblocks erneut ihre Beanspruchung beurteilen (Nachher-Messung). Als Leistungsindikator wurde der auf die individuell jeweils bearbeitete Gesamtzahl bezogene prozentuale Anteil richtig gelöster Aufgaben ermittelt.

Die realisierten Schallbedingungen bestanden jeweils aus Vorbeifahrten von 168 Fahrzeugen. Das als Kontrollbedingung eingesetzte Schallszenario ( $L_{Aeq} = 44$  dB) war so editiert worden, dass sich einzelne Vorbeifahrten nicht heraus hören ließen. 20 Versuchsteilnehmer (10 niedrig und 10 hoch Lärmsensitive) wurden während der Aufgabenbearbeitung Straßenverkehrslärm mit einem  $L_{Aeq}$  von 44 dB(A) und 84 Probanden (44 niedrig und 40 hoch Lärmsensitive) Straßenverkehrslärm mit einem  $L_{Aeq}$  von 55 dB(A) ausgesetzt.

## 3. Ergebnisse

Die Auswertung der beanspruchungsbezogenen Post-Test-Ratings erfolgte über eine 4-faktorielle Varianzanalyse (Faktor 1: Lärmempfindlichkeit, Faktor 2: Schallbedingung, Faktor 3: Aufgabenschwierigkeit, Faktor 4: Beanspruchungsdimensionen) mit Messwiederholung auf 2 Faktoren (Aufgabenschwierigkeit, Beanspruchungsdimension) und der Vorher-Messung als Kovariate, um die Beanspruchungseinschätzungen von den individuellen Ausgangswerten unabhängig zu machen. In der zunächst durchgeführten Ausreißeranalyse (1. Quartil - 1,5-fache des Interquartilabstands > Messwert > 3. Quartil + 1,5-fache des Interquartilabstands) ließen sich keine auffälligen Messwerte identifizieren. Da sich die Daten in den einzelnen Zellen des Versuchsplans allerdings nicht durchgängig normal verteilten, erfolgte eine Normalisierung der Beanspruchungsratings (Bestimmung des Erwartungswerts der Normalverteilung).

Der signifikante Effekt der Kovariate ( $p < 0.01$ ) bestätigt die vermutete Ausgangswertabhängigkeit der Beanspruchungsdaten und damit auch den gewählten methodischen Ansatz, den Einfluss der Vorher-Messung aus den Ratings heraus zu partialisieren (vgl. Tabelle 1). Weiterhin lassen sich die Haupteffekte der vier unabhängigen Variablen jeweils gegen den Zufall sichern. Danach

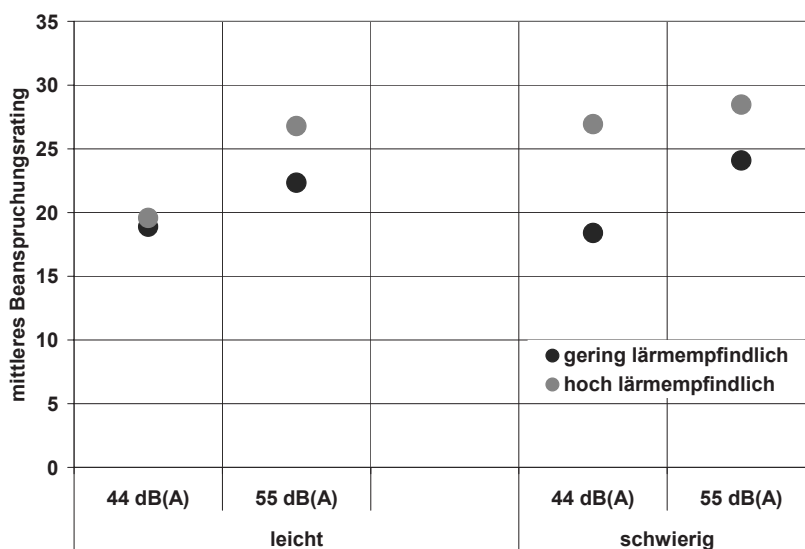
- berichten Lärmunempfindliche eine geringere Beanspruchung als hoch Lärmsensitive ( $F = 3.96$ ;  $df = 1/99$ ;  $p = 0.05$ ),
- ist das Beanspruchungsniveau unter der Schallbedingung mit 44 dB im Ver-

gleich zur Verkehrslärmsituation mit einem Pegel von 55 dB ebenfalls niedriger ( $F = 3.79$ ;  $df = 1/99$ ;  $p = 0.05$ ) und

- führen leichte GRT-Aufgaben zu einer geringeren Beanspruchung als schwere Aufgaben ( $F = 11.39$ ;  $df = 1/100$ ;  $p < 0.01$ ).

Von den drei erfassten Befindensmerkmalen erreichte die Dimension „Sachzuwendung/Konzentration“ die höchste und die Kategorie „emotionale/affektive Lage“ die niedrigste Ausprägung ( $F = 106.79$ ;  $df = 2/199$ ;  $p = 0.04$ ).

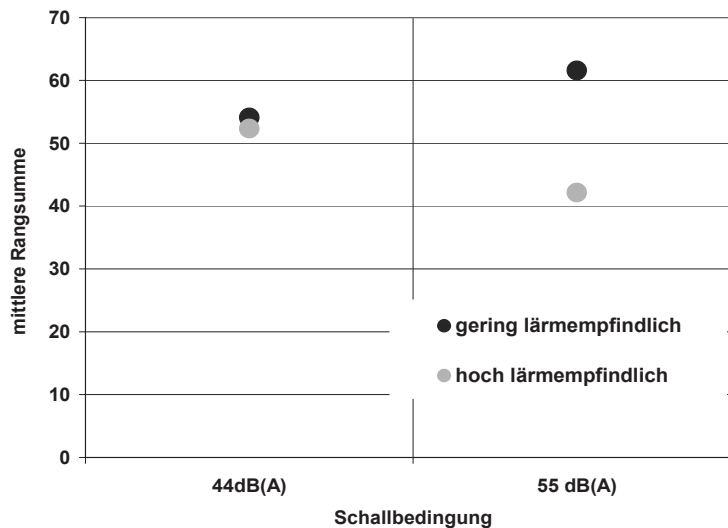
Die gegen den Zufall zu sichernde ordinale Interaktion  $D*L$  ( $F = 6.49$ ;  $df = 1/100$ ;  $p = 0.01$ ) belegt, dass die Rangfolge der Mittelwerte des Haupteffekts Lärmsensitivität auf allen Stufen des Faktors Aufgabenschwierigkeit und umgekehrt die Rangfolge der Mittelwerte für den Haupteffekt Aufgabenschwierigkeit auf allen Stufen des Faktors Lärmsensitivität gilt. Allerdings folgt aus der ebenfalls überzufälligen Tripelinteraktion  $L*D*S$  ( $F = 6.79$ ;  $df = 1/100$ ;  $p = 0.01$ ), dass die beschriebenen Haupteffekte nicht unter jeder Schallbedingung gültig sind. So zeigen die lärmempfindlichen Probanden einmal bei der Bearbeitung der schwierigen GRT-Aufgaben unter beiden Verkehrslärmszenarien durchgängig eine höhere Beanspruchung als die lärmunempfindlichen Teilnehmer. Bei der Lösung der leichteren Aufgaben besteht der zwischen den zwei Sensitivitätsgruppen vorhandene Beanspruchungsunterschied zwar noch unter der Bedingung mit einem  $L_{Aeq}$  von 55 dB, allerdings nicht mehr bei einem Pegel von 44 dB (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Dreifach-Interaktion  $L*D*S$  (eingeschätzte Beanspruchung)

Die über eine 3-faktorielle Rangvarianzanalyse (Faktor 1: Schallbedingung, Faktor 2: Lärmsensitivität, Faktor 3: Aufgabenschwierigkeit) mit Messwiederholung auf einem Faktor (Aufgabenschwierigkeit) vorgenommene Auswertung der Leistungsdaten führt zu ähnlichen Ergebnissen. Danach lässt sich für die Schallbedingungen ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt nachweisen ( $H = 116.05$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.01$ ): so wird bei Verkehrslärm mit einem  $L_{Aeq}$  von 44 dB ein höherer Anteil von Aufgaben korrekt gelöst, als unter der Bedingung mit einem  $L_{Aeq}$  von 55 dB. Weiterhin bearbeiten die lärmunempfindlichen Probanden einen statistisch bedeutsamen größeren Aufgabenanteil fehlerfrei als die lärmempfindlichen Teilnehmer ( $H = 6.63$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.01$ ). Darüber hinaus ist der Anteil korrekt gelöster Aufgaben bei den leichten im Vergleich zu den schweren GRT-Aufgaben überzufällig größer (Haupteffekt Aufgabenschwie-

rigkeit:  $X^2 = 39.09$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.01$ ). Die Haupteffekte der zwei unabhängigen Faktoren sind allerdings an der signifikanten Interaktion  $L \cdot S$  zu relativieren ( $H = 127.19$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.01$ ). Die mittleren Rangsummen zeigen, dass ein Unterschied zwischen lärmempfindlichen und unempfindlichen Personen in der Leistungsgüte nur unter dem Verkehrslärmszenarium mit einem  $L_{Aeq}$  von 55 dB auftritt (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Zweifach-Interaktion  $L \cdot S$  (relativer Anteil richtig gelöster Aufgaben)

#### 4. Diskussion

Die gewonnenen Befunde belegen einen differenzierten beanspruchungsbezogenen Effekt der Lärmsensitivität bei der unter verschiedenen Verkehrslärmpegeln vorzunehmenden Bearbeitung von Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit. Da zwischen den zwei Lärmsensitivitätsgruppen weder ein substantieller Beanspruchungs- noch Leistungsunterschied nach Durchführung leichter GRT-Aufgaben bei niedrigem Geräuschpegel nachweisbar war, jedoch bei erhöhtem Lärmpegel sowie den schweren Aufgaben der mit der Bearbeitung verbundene Aufwand für Lärmsensitive steigt, erscheint die Vermutung berechtigt, dass die Lärmsensitivität nicht nur eine ausschließlich evaluative Komponente darstellt. Die Annahme einer unspezifischen evaluativen Persönlichkeitskomponente wäre dann zu vermuten, wenn ausschließlich Haupteffekte zu beobachten gewesen wären.

#### 5. Literatur

1. AGARD 1989, Advisory Group for Aerospace Research & Development, Human Performance Assessment Methods. AGARDograph No. 308. Neuilly sur Seine: North Atlantic Treaty Organization.
2. Ljungberg, J.K. & Neely, G. 2007, Stress, subjective experience and cognitive performance during exposure to noise and vibration. *Journal of Environmental Psychology* 27, 44-54.
3. Plath, H.-E. & Richter, P. 1984, Ermüdung-Monotonie-Sättigung-Stress. Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum der Sektion Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin.
4. Schütte, M., Marks, A., Wenning, E. & Griefahn, B. 2007, The development of the noise sensitivity questionnaire. *Noise & Health* 9, 15-24.
5. Zimmer, K. & Ellermeier, W. 1998, Konstruktion und Evaluation eines Fragebogens zur Erfassung der individuellen Lärmempfindlichkeit. *Diagnostica* 44, 11-20.

## Fahrschlaf bei Reisebusfahrern

Britta GEIßLER<sup>1</sup>, Katrin MEINKEN<sup>2</sup>, Lorenz HAGENMEYER<sup>2</sup> und Axel MUTTRAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz,  
Obere Zahlbacher Strasse 67, D-55131 Mainz*

<sup>2</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement  
Universität Stuttgart, Nobelstrasse 12, D-70569 Stuttgart*

**Kurzfassung.** Fahrschlaf stellt eine besondere Gefährdung für die Verkehrssicherheit dar. In einer Feldstudie haben wir untersucht, in welchem Ausmaß Schlafmangel im Arbeitsalltag von Reisebusfahrern auftritt. 12 Fahrer (28%) schliefen während des Pupillographischen Schlafmangeltests ein, davon 2 nur in der Messung vor der Fahrt, 1 Fahrer sowohl vor als auch nach der Fahrt und 9 Fahrer nur nach der Fahrt. Auch in der subjektiven Einschätzung der Schlafmangel zeigte sich, dass die Fahrer über die Fahrt zunehmend schläfriger wurden. Nach Fahrtende betrug das 3. Quartil in der Karolinska Schlafmangelsskala 7. Diese Ergebnisse weisen auf eine erhöhte Schlafmangel und somit ein erhöhtes Unfallrisiko hin. Da es sich bei dem untersuchten Kollektiv um eine positive Selektion handelt, ist in der Grundgesamtheit der Reisebusfahrer von einer wesentlich höheren Gefährdung auszugehen.

**Schlüsselwörter:** Fahrschlaf, Pupillographischer Schlafmangeltest, Feldstudie.

### 1. Einleitung

Vigilanzdefizite und Schlafmangel beeinträchtigen das Fahrvermögen und gehen mit einem erhöhten Unfallrisiko einher. Laut einer retrospektiven Unfallanalyse des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) wird vermutlich ein Viertel aller tödlichen Autobahnunfälle durch Einschlafen des Fahrers verursacht (Hell 2004). Berufskraftfahrer sind besonders gefährdet (Knipling & Wang 1997). In einer Feldstudie wurde untersucht, in welchem Ausmaß Schlafmangel im beruflichen Alltag von Busfahrern auftritt.

### 2. Methodik

#### 2.1 Probanden

45 männliche Busfahrer zwischen 26 und 62 Jahren (MW=44 Jahre) aus verschiedenen gewerblichen Unternehmen nahmen an der Studie teil. Alle Probanden gaben ihr schriftliches Einverständnis. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz genehmigt.



## 2.2 Messung der Schläfrigkeit

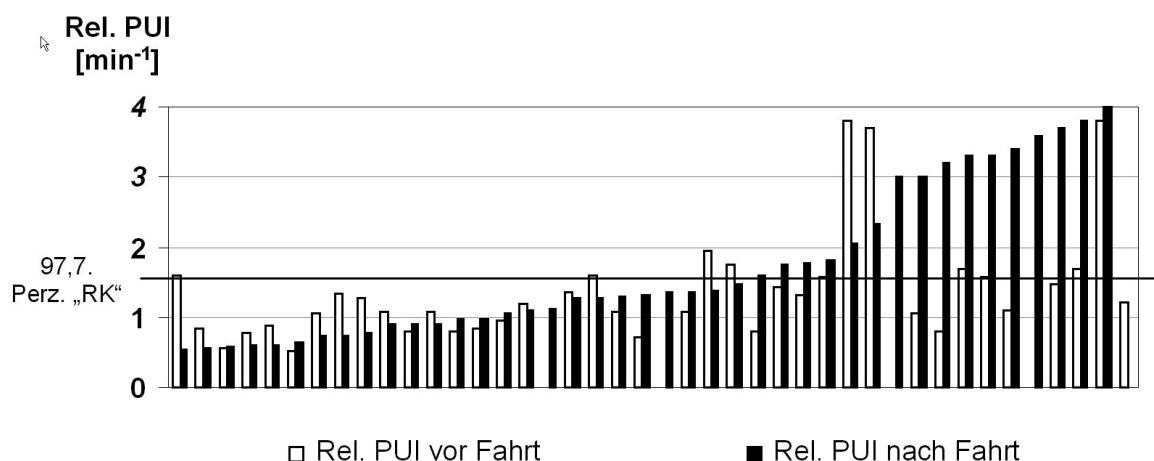
Beim Pupillographischen Schläfrigkeitstest (PST) (Wilhelm et al. 2001, Lüdtkke 2001) werden in sitzender Haltung spontane Änderungen der Pupillenweite in Dunkelheit über 11 Minuten mittels Infrarot-Video-Pupillographie aufgezeichnet. Ergebnisparameter ist der relative Pupillenunruheindex (PUI). Ein relativer PUI-Wert  $> 1,53 \text{ min}^{-1}$  zeigt ein niedriges zentralnervöses Aktivierungsniveau an und wird als Hinweis für ausgeprägte Schläfrigkeit angesehen. Wenn ein Fahrer während der Messung eingeschlafen war, wurde je nach Zeitpunkt des Einschlafens ein Score von 3 bis 4 vergeben.

Zur Erfassung der subjektiven Schläfrigkeit wurde die Karolinska Schläfrigkeitsskala (KSS) (Akerstedt & Gillberg 1990), eine 9-stufige Ordinalskala, verwendet. Die Probanden gaben ihren aktuellen Schläfrigkeitszustand auf einer Skala von 1 (sehr wach) bis 9 (sehr müde) an.

Die PST-Messungen und Fragebogenuntersuchungen erfolgten nach einer vorangehenden Ruhepause von mindestens 10 Minuten Dauer jeweils vor und nach regulären Fahrten mit Passagieren im Reisefernverkehr. Ausgangs- und Zielorte der Fahrten waren Städte innerhalb Europas.

## 3. Ergebnisse

Der mediane relative PUI vor Fahrtbeginn bzw. nach erfolgter Fahrt betrug 1,15 bzw. 1,31  $\text{min}^{-1}$ , das 3. Quartil 1,58 bzw. 2,67  $\text{min}^{-1}$ . 12 Fahrer schliefen während der PST-Messung ein: 2 nur vor der Fahrt, 1 sowohl vor als auch nach der Fahrt und 9 nur nach der Fahrt (siehe Abbildung 1). Bei 8 Fahrern lagen die relativen PUI-Werte vor Fahrt oberhalb der 97,7. Perzentile eines aus gesunden, ausgeruhten Probanden bestehenden Vergleichskollektivs, das mit einem ähnlichen Pupillographen untersucht worden war (Wilhelm et al. 2001; Lüdtkke 2001). Bei 6 Fahrern traf dies bei der Messung nach Fahrtende zu. Die Scores der KSS betrugen vor Fahrtantritt 2, 3 und 4 für das 1., 2. bzw. 3. Quartil und nach Fahrtende 3, 5 bzw. 7. Somit schätzten sich die Fahrer nach der Fahrt schläfriger ein als vor der Fahrt.



**Abbildung 1:** Relativer Pupillenunruheindex jedes Busfahrers vor Fahrtbeginn ( $n=38$ ) und nach Fahrtende ( $n=41$ ). Eingeschlafene Probanden haben je nach Zeitpunkt des Einschlafens einen fiktiven Score zwischen 3 und 4  $\text{min}^{-1}$  erhalten. Es bedeuten: Rel. PUI: relativer Pupillenunruheindex, Perz.: Perzentile, „RK“: „Referenzkollektiv“ aus gesunden, ausgeruhten Probanden

## 4. Diskussion

12 Fahrer schliefen während des Pupillographischen Schläfrigkeitstests ein. Dies entspricht einem Anteil von 28% und ist als ein deutlicher Hinweis auf vermehrte Schläfrigkeit zu werten. Für den PST gibt es im Hinblick auf das Unfallrisiko zwar noch keine externe Validierung, aber das Ergebnis der Studie lässt aufgrund der vermehrten Einschlafneigung dieser Fahrer auf ein erhöhtes Unfallrisiko schließen. Offen bleiben muss derzeit die Frage, welche Bedeutung leicht bis mäßig erhöhten PUI-Werten in diesem Zusammenhang zukommt. Österreichische Autoren (Walzl 2008; Walzl et al. 2007) gehen ab relativen PUI-Werten  $> 1,53 \text{ min}^{-1}$  von einer Fahruntauglichkeit aus. Diese Annahme ist allerdings mangels externer Validierungsstudien bisher nicht belegt.

Subjektiv schätzten sich die von uns untersuchten Fahrer nach der Fahrt zunehmend schläfrig ein. Nach Fahrtende betrug das 3. Quartil in der Karolinska Schläfrigkeitsskala 7. KSS-Werte  $\geq 7$  werden als Indikator für ein Ausmaß an Schläfrigkeit angesehen, das mit erheblichen Leistungseinschränkungen einhergeht (Ingre et al. 2006). In einer Fahrsimulatorstudie war ein Parameter hierfür die Standardabweichung der Lateralposition (Ingre et al. 2006). Dieser Parameter ist in hohen Maße praxisrelevant, konnte doch beobachtet werden, dass ungeklärtes Abkommen des Fahrzeuges von der Fahrbahn ein typisches Merkmal von Sekundenschlafunfällen ist (Geißler et al. 2007).

Da es sich bei dem untersuchten Kollektiv um eine positive Selektion handelt, ist in der Grundgesamtheit der Reisebusfahrer von einem wesentlich höheren Ausmaß an Schläfrigkeit auszugehen. Diese stellt vor dem Hintergrund der Verkehrssicherheit eine hohe Gefährdung dar.

## 5. Literatur

1. Akerstedt, T. & Gillberg, M. 1990, Subjective and objective sleepiness in the active individual, *International Journal of Neuroscience*, 52, 29-37.
2. Geißler, B., Hagenmeyer, L., Erdmann, U. & Muttray, A. 2007, Sekundenschlaf – eine unterschätzte Gefahr?, *ErgoMed*, 31, 16-21.
3. Hell, W. 2004, Unfallursache Einschlafen, Auftreten und Prävention von Müdigkeitsunfällen im Straßenverkehr, *GDV*, 1-8.
4. Ingre, M., Akerstedt, T., Peters, B., Anund, A. & Kecklund, A. 2006, Subjective sleepiness, simulated driving performance and blink duration: examining individual differences, *Journal of Sleep Research*, 15, 47-53.
5. Knippling, R.R. & Wang, J.S. 1997, Crashes and Fatalities related to driver drowsiness/fatigue, *Research Note*, US Department of Transportation.
6. Lüdtke, H. 2001, Mess- und Analyseverfahren in der Pupillographie: Pupillographischer Schläfrigkeitstest, Pupillenlichtreflex, automatisierter Swinging-Flashlight-Test und Pupillenkampimetrie. Aachen: Shaker Verlag.
7. Walzl, M. 2008, Schläfrig am Steuer? Pupillometrische Untersuchungen an PKW-Lenkern, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 58, 130-141.
8. Walzl, M., Hagen, R. & Prummer, K. 2007, Pupillometrische Untersuchungen auf Schläfrigkeit bei Berufskraftfahrern, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 57, 349-364.
9. Wilhelm, B., Körner, A., Heldmaier, K., Moll, K., Wilhelm, W. & Lüdtke, H. 2001, Normwerte des pupillographischen Schläfrigkeitstests für Frauen und Männer zwischen 20 und 60 Jahren, *Somnologie* 5, 115-120.

Die Studie wurde von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Berlin gefördert.

Die Daten stammen aus der sich in Vorbereitung befindenden medizinischen Dissertation von Britta Geißler.



## **Zusammenhänge zwischen Arbeitsbedingungen, Work-Life-Balance und psychosomatischen Beschwerden der MitarbeiterInnen im Einzelhandel**

Anna IWANOWA, Christine UNTERRAINER und Bettina LAMPERT

*Institut für Psychologie, Universität Innsbruck,  
Innrain 52, A-6020 Innsbruck*

**Kurzfassung:** Im vorliegenden Beitrag wird eine Studie zum Einfluss der wahrgenommenen Arbeitsbedingungen (Ressourcen und Stressoren) – mediiert über die Vereinbarkeit von Familie und Beruf – auf die psychosomatischen Beschwerden der Arbeitenden im Einzelhandel dargestellt. In die Fragebogenuntersuchung wurden 760 VerkäuferInnen aus unterschiedlichen Branchen des Einzelhandels in Österreich und Italien einbezogen. Die berechneten Strukturgleichungsmodelle weisen auf einen starken Einfluss der Stressoren und einen geringeren Einfluss der Ressourcen auf die wahrgenommenen Möglichkeiten der MitarbeiterInnen zur Vereinbarkeit von Arbeit und Familie hin. Eine als belastend empfundene Situation fehlender Vereinbarkeit zwischen Arbeit und Familie wirkt sich wiederum deutlich auf erhöhte psychosomatische Beschwerden der Arbeitenden im Einzelhandel

**Schlüsselwörter:** Stressoren, Ressourcen, Work-Life-Balance, Gesundheit.

### **1. Einleitung**

Der Einzelhandel als großer Arbeitgeber (ca. 8 % der unselbständig Beschäftigten in Österreich waren 2007 im Einzelhandel erwerbstätig) zeichnet sich zunehmend durch verschärfte Wettbewerbsbestimmungen, steigende Arbeitsbelastungen und erhöhtem Leistungsdruck aus. Der Umschlag an Arbeitskräften ist hoch und die Beschäftigungsstabilität gering, wobei besonders Frauen von diesen Entwicklungen betroffen sind. Zudem geht die Anpassung des Personaleinsatzes an das Kundenaufkommen mit der Frage der flexiblen Arbeitszeiten einher. Der traditionelle Halbtagsjob wird von unregelmäßig auf den Tag und die Woche verteilten Arbeitszeiten abgelöst (Stöbe-Blossey 2004), was die Vereinbarkeit von Arbeit und Familie (Work-Life-Balance) immer schwieriger werden lässt. Das Problem der Unvereinbarkeit von Arbeit und Familie wird hauptsächlich als ein individuell erzeugtes und nicht als ein gesellschaftlich vermitteltes gesehen, was dazu führt, dass die Betroffenen meist die Lösungen im familiären Bereich suchen müssen. Die Auswirkungen dieser Entwicklungen sind nachhaltig und vor allem mit psychischen und physischen Belastungen für die MitarbeiterInnen verbunden.

In zahlreichen theoretischen und empirischen Studien wurden sowohl die Antezedenzen (z. B. Arbeitsbedingungen wie Stressoren, Ressourcen) als auch mögliche Konsequenzen (wie psychische und physische Gesundheit) von Work-Life-Balance untersucht (für einen Überblick siehe Eby et al. 2005). Die Zahl der Untersuchungen hinsichtlich einer mediiierenden Funktion der Vereinbarkeit von Familie und Beruf ist allerdings noch relativ gering (Eby et al. 2005; eine Studie zur Mediatorwirkung des Work-Family-Conflict von Höge ist in Druck). In dem hier vorliegenden Beitrag wird

ein Modell vorgestellt, welches den Einfluss von arbeitsbedingten Stressoren und Ressourcen medierend über die wahrgenommene Vereinbarkeit von Familie und Beruf auf die psychosomatischen Beschwerden der MitarbeiterInnen im Einzelhandel aufzeigt. Dieses Modell stellt einen Ausschnitt aus dem Projekt RASA – Ressourcen, Anforderungen und Stressoren bei ArbeitnehmerInnen im Einzelhandel dar, das vom Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank gefördert wurde.

## 2. Methode

Insgesamt nahmen 760 VerkäuferInnen aus unterschiedlichen Branchen des Einzelhandels an der quantitativen Fragebogenerhebung in Österreich und Italien teil. Entsprechend der Geschlechterverteilung im Einzelhandel war der Anteil der befragten Frauen sehr hoch (81,1 %). Ebenso charakteristisch für diese Branche ist der hohe Prozentsatz an Teilzeitbeschäftigten, der in unserer Studie bei 38,6 % lag. Im Durchschnitt waren die untersuchten VerkäuferInnen 34,4 Jahre alt und seit 8,8 Jahren in ihrer momentanen Arbeitsstelle tätig. 65,1 % der TeilnehmerInnen waren kinderlos und 34,9 % hatten ein oder mehrere Kinder. Lediglich 4,3 % der Gesamtstichprobe nahm eine regelmäßig bezahlte Hilfe für die Betreuung von Kindern in Anspruch.

Zur Erhebung der arbeitsbedingten Stressoren und Ressourcen kam das bedingungsbezogene Fragebogenverfahren ‚Redefinition der Tätigkeit‘ (Iwanowa 2004), welches für den Einzelhandel erweitert und adaptiert wurde, zum Einsatz. Als theoretische Grundlage dieses Verfahrens diente das in der Dresdener Schule der Handlungs- und Tätigkeitsregulation und der Belastungsforschung (Hacker 1998) beheimatete RAS-Modell von Iwanowa (2004).

Die Ressourcen (29 Items) wurden operationalisiert als zeitliche und inhaltliche Freiheitsgrade, als Information/Transparenz über die Arbeit und die Organisation, als Entwicklungsmöglichkeiten hinsichtlich der kognitiven und der sozialen Kompetenz, als Möglichkeiten der sozialen Unterstützung von Seiten der KollegInnen und/oder Vorgesetzten und als Mitbestimmungsmöglichkeiten. Mit den Subskalen Unsicherheit, Zeitdruck, organisationale Erschwernisse/Probleme und emotionale Dissonanz (Zapf et al. 2000) wurden die Stressoren (21 Items) erhoben.

Zur Erfassung der Work-Life-Balance kam der von Iwanowa (2006) entwickelte und an bestehende Konzepte (z. B. Carlson et al. 2000; Büssing 2002; Kalveram 2006) angelehnte Fragebogen Vereinbarkeit von Arbeit und Familie (VAF) zum Einsatz. Der VAF besteht aus 12 Items, sechs davon werden dem Konflikt Arbeit beeinflusst Familie und sechs dem Konflikt Familie beeinflusst Arbeit zugeordnet. Innerhalb eines jeden Konflikts werden noch die zwei Ursachen ‚Zeitmangel‘ und ‚Erschöpfung‘ für die Beeinträchtigung beschrieben.

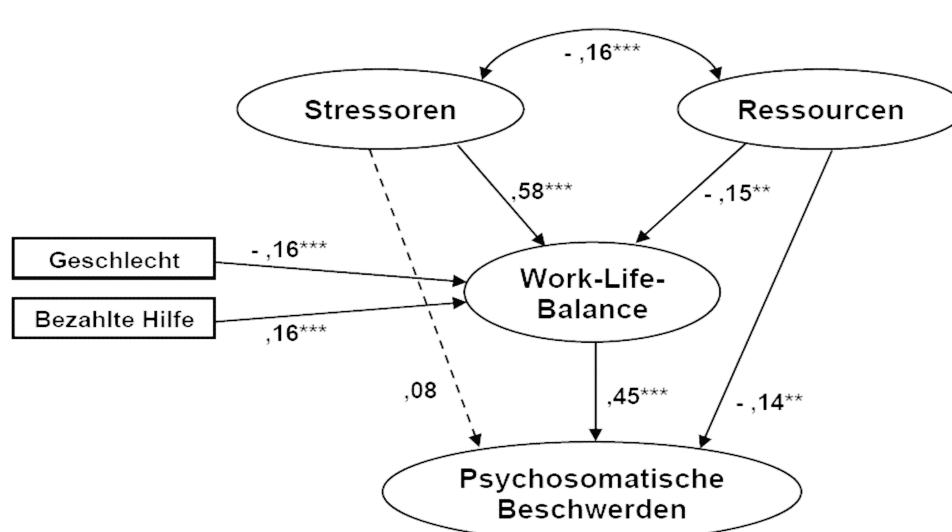
Die psychosomatischen Beschwerden wurden mit der 40 Items umfassenden Beschwerden-Erfassungsliste (BEL-PSSM – Iwanowa 2004) als Indikator für mittel- bis langfristige Störungen des gesundheitlichen Wohlbefindens erfragt. Zu den psychosomatischen Beschwerden zählen die Subskalen Vegetative Übererregbarkeit, Depressivität, Magen-Darm-Beschwerden, Herz-Kreislauf-Beschwerden, Neurotische Beschwerden und Rücken Beschwerden.

Die Stressoren, Ressourcen und die Vereinbarkeit von Arbeit und Familie wurden auf einer 6-stufigen Likertskala (1 = ‚trifft überhaupt nicht zu‘ bis 6 = ‚trifft voll und ganz zu‘) beurteilt. Bei den psychosomatischen Beschwerden wurde die Häufigkeit der im letzten Jahr aufgetretenen Beschwerden auf einer 5-stufigen Likertskala

(1 = ‚nie bis etwa 1 Mal im Jahr‘ bis 5 = ‚fast täglich‘) erfragt. Alle Skalen der untersuchten Konstrukte weisen eine gute bis sehr gute interne Konsistenz auf ( $\alpha = 0,746\text{--}0,892$ ).

### 3. Ergebnisse

Zur Überprüfung der mediiierenden Wirkung der Vereinbarkeit von Familie und Beruf von den Arbeitsbedingungen auf die Psychosomatischen Beschwerden wurden Strukturgleichungsmodelle mittels AMOS 7.0 gerechnet. Der Modellfit kann als zufrieden stellend bezeichnet werden ( $\chi^2 = 433,97$ ,  $df = 142$ ; TLI = 0,920; CFI = 0,941; RMSEA = 0,052). In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Parameterschätzungen dargestellt. Es zeigt sich ein vollständiger Mediationseffekt der Work-Life-Balance von den Stressoren zu den psychosomatischen Beschwerden. Ein signifikanter Pfad führt von den Stressoren zur Work-Life-Balance ( $\beta = 0,58$ ) und von der Work-Life-Balance zu den Psychosomatischen Beschwerden ( $\beta = 0,45$ ). Ein direkter signifikanter Pfad von den Stressoren zu den Psychosomatischen Beschwerden konnte nicht identifiziert werden ( $\beta = 0,08$ ). Bei den Ressourcen stellt sich der Zusammenhang etwas anders dar. Hier zeigt sich ein partieller Mediationseffekt der Work-Life-Balance auf die Psychosomatischen Beschwerden. Ein signifikanter, negativer Pfad führt von den Ressourcen zur Work-Life-Balance ( $\beta = -0,15$ ) und ein signifikanter, direkter negativer Pfad zu den Psychosomatischen Beschwerden ( $\beta = -0,14$ ).



**Abbildung 1:** Modell zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen Arbeitsbedingungen, Work-Life-Balance und Psychosomatischen Beschwerden ( $n = 760$ ). Anmerkung: nicht signifikante Pfade sind gestrichelt dargestellt

Zusätzlich wurden die soziodemographischen Variablen Geschlecht (1 = weiblich, 2 = männlich) und Bezahlte Hilfe für Kinder (1 = nein, 2 = ja) mit in das Modell aufgenommen. Hier zeigten sich geringe Effekte, insofern, dass Frauen eher von der Problematik der Vereinbarkeit von Familie und Beruf betroffen sind als Männer ( $\beta = -0,16$ ), und Personen, welche bezahlte Hilfe in Anspruch nehmen, mehr als Personen, welche keine bezahlte Hilfe in Anspruch nehmen ( $\beta = 0,16$ ). Insgesamt konnte mit diesem Modell eine akzeptable Varianzaufklärung sowohl für Work-Life-Balance (44 %) als auch für Psychosomatische Beschwerden (31 %) erzielt werden.



#### 4. Zusammenfassung und Praxisrelevanz

Zusammengefasst belegen die dargestellten Ergebnisse, dass subjektiv wahrgenommene, arbeitsbezogene Stressoren wie Zeitdruck, Unsicherheit, Organisationale Probleme und Emotionale Dissonanz einen starken Effekt auf die Möglichkeiten zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf der Arbeitenden im Einzelhandel ausüben. Des Weiteren erhöhen diese Stressoren durch eine vollständige medierende Wirkung der Work-Life-Balance die subjektiv empfundenen Psychosomatischen Beschwerden der VerkäuferInnen. Wahrgenommene Ressourcen wie Partizipation, Soziale Unterstützung und Entwicklungspotenzial können diese Wirkung zwar etwas verringern, sowohl in Hinblick auf die Work-Life-Balance als auch direkt auf die Psychosomatischen Beschwerden, der Einfluss der Stressoren ist allerdings deutlich stärker.

Für die Praxis lässt sich aus diesen Ergebnissen ableiten, dass vor allem arbeitsbedingte Stressoren reduziert werden müssen, um die Vereinbarkeit von Familie und Beruf für die Arbeitenden zu erleichtern und in Folge deren psychische und physische Gesundheit zu verbessern. Eine Erhöhung der Ressourcen ist ebenfalls anzustreben, um die Wirkung unvermeidbarer arbeitsbedingter Stressoren auf die Koordination von Familie und Beruf und auch auf die gesundheitlichen Auswirkungen der VerkäuferInnen zu puffern.

#### 5. Literatur

1. Büssing, A. 2002, Telearbeit und Qualität des Arbeitslebens - Vereinbarkeit der Lebensbereiche? In: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Berlin (Hrsg.), Telearbeit: Arbeits- und Gesundheitsschutz aus internationaler Sicht, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Tagungsbericht Tb 214. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 102-123.
2. Carlson, D. S., Kacmar, K. M. & Williams, L. J. 2000, Construction and initial validation of a multi-dimensional measure of work-family conflict, *Journal of Vocational Behavior*, 56, 249–276.
3. Eby, L.T., Casper, W.J., Lockwood, A., Bordeaux, Ch. & Brinley, A. 2005, Work and family research in IO/OB: content analysis and review of the literature (1980–2002), *Journal of Vocational Behavior*, 66, 124–197.
4. Hacker, W. 1998, Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern: Huber.
5. Höge, T. (in press). When work strain transcends psychological boundaries: an inquiry into the relationship between time pressure, irritation, work-family conflict and psychosomatic complaints. *Stress and Health*.
6. Iwanowa, A. 2004, Das Ressourcen-Anforderungen-Stressoren Modell. Bezüge zur Gesundheits- und Persönlichkeitsförderlichkeit, Habilitationsschrift. Innsbruck: Leopold-Franzens Universität Innsbruck.
7. Iwanowa, A. 2006, VAF Fragebogen zur Vereinbarkeit von Arbeit und Familie, unveröffentlicht.
8. Kalveram, A. B. 2006, Die Skalen des Work-Life-Balance-Index (WoLiBaX), Version 2.0; Stand: 08.03.2006. Jena: Friedrich Schiller Universität Jena, Lehrstuhl für Arbeits, Betriebs- und Organisationspsychologie.
9. Stöbe-Blossey, S. 2004, Arbeitszeit und Kinderbetreuung: Ergebnisse einer Repräsentativbefragung in NRW - gefördert durch die Hans-Böckler-Stiftung, IAT-Report 2004/01.
10. Zapf, D., Mertini, H., Seifert, C., Vogt, C., Isic, A. & Fischbach, A. 2000, FEWS - Frankfurt Emotion Work Scales (Frankfurter Skalen zur Emotionsarbeit) Version 4.0. Frankfurt am Main: Johann Wolfgang Goethe - Universität, Institut für Psychologie.

# Menschliche Fehler bei manuellen Rüstabläufen in der Serienfertigung

Sascha WISCHNIEWSKI und Jochen DEUSE

*Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme, Technische Universität Dortmund,  
Leonhard-Euler-Straße 5, D-44227 Dortmund*

**Kurzfassung:** Flexibilität ist eine zentrale Anforderung an heutige Produktionsunternehmen, insbesondere in der variantenreichen Serienfertigung. Um diese in der Teilefertigung und der Montage zu gewährleisten, sind Maßnahmen zur Rüstzeitreduzierung weit verbreitet. Eine hierbei bislang wenig betrachtete Planungs- und Einflussgröße stellen menschliche Fehler dieser häufig manuellen Prozesse dar. Mit dieser Motivation wurden am Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme Laborversuche zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen menschlichen Fehlern und der gestellten Rüstaufgabe untersucht.

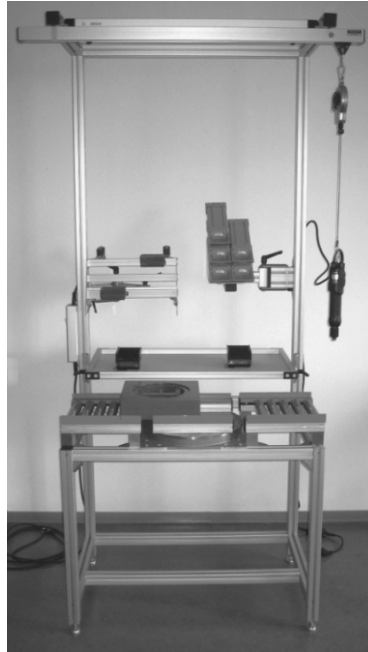
**Schlüsselwörter:** Menschlicher Fehler, Rüsten, SvZ, MTM.

## 1. Einleitung

Schwankende Kunden- und damit Marktanforderungen sowie kurze Lieferzeiten und eine hohe Produktvarianz zwingen Unternehmen zur Umsetzung von Maßnahmen, um die eigenen Produktionskapazitäten flexibel zu gestalten – Ziel ist die Sicherstellung einer verschwendungsarmen Produktion. Eine dieser Maßnahmen ist die Optimierung von Rüstabläufen, um schnelle Produktwechsel zu gewährleisten. Zahlreiche Ansätze sind entwickelt worden, um Rüstzeiten zu reduzieren – eine der bekanntesten ist der SMED-Ansatz (Shingo 1993). Bislang wurden jedoch Fehler dieser mehrheitlich manuellen Prozesse nicht betrachtet obwohl diese ein erhebliches Fehlerpotential beinhalten (Wischniewski & Deuse 2008a, b; Timmer et al. 1997). Der daraus resultierende Mehraufwand und somit die zusätzliche Rüstzeit verhält sich konträr zu den Ansätzen der Rüstzeitverkürzung. Daher wurden am Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme Laborversuche mit der Zielsetzung durchgeführt, über die Schwierigkeit und Komplexität der Rüstaufgabe (RA) Aussagen zu deren Fehlerrisiko treffen zu können.

## 2. Beschreibung von Versuchsaufbau und -ablauf

Der Aufbau des Laborversuches zur Untersuchung der genannten Zielsetzung ist exemplarisch in Abbildung 1 dargestellt. Dieser Spezialmontagearbeitsplatz, bestehend aus Werkzeugen, verschiedenen Boxen zur Materialbereitstellung sowie einem Werkstückträger, war durch Probanden für fünf verschiedene Montageszenarien umzurüsten. Zur Unterstützung erhielten die 20 Probanden zwei Rüstwagen zur Bereitstellung der neuen bzw. zur Ablage der nicht mehr benötigten Komponenten des Arbeitsplatzes.



**Abbildung 1:** Montagearbeitsplatz im vierten Szenario

Die Ablaufgestaltung der Versuche beinhaltet fünf Stufen: Jede Umrüstung war dreimal, unmittelbar aufeinanderfolgend durchzuführen. Der Aufbau wurde nach jedem Ablauf durch den Versuchsleiter in die Ausgangslage zurückversetzt.

Zur standardisierten Beschreibung der fünf Rüstaufgaben wurde auf ein System vorbestimmter Zeiten, das Universal-Analysier-Verfahren (MTM-UAS), zurückgegriffen, da dieses System zum einen die für Rüstprozesse in der Serienfertigung erforderliche Arbeitsorganisation voraussetzt (vgl. Cakmakci & Karasu 2007) und zum anderen für dieses Verfahren bereits eine Charakterisierung des Ausführungsrisikos von Bewegungen inkl. des jeweiligen Entfernungsbereiches (EB) vorliegt (vgl. Abbildung 2).

Aufnehm- und Platzierbewegungen		EB ≤ 50 cm	50 cm ≤ EB ≤ 80 cm
≤ 1 daN leicht	ungefähr/lose	gering	mittel
	eng	hoch	
≤ 1 daN schwierig	ungefähr/lose	mittel	
	eng	hoch	
≤ 1 daN handvoll	ungefähr	gering	
> 1 bis ≤ 8 daN	ungefähr/lose	gering	mittel
	eng	hoch	
> 8 bis ≤ 22 daN	ungefähr/lose	gering	mittel
	eng	hoch	
Platzierbewegungen		EB ≤ 50 cm	50 cm ≤ EB ≤ 80 cm
ungefähr/lose		gering	mittel
eng		hoch	

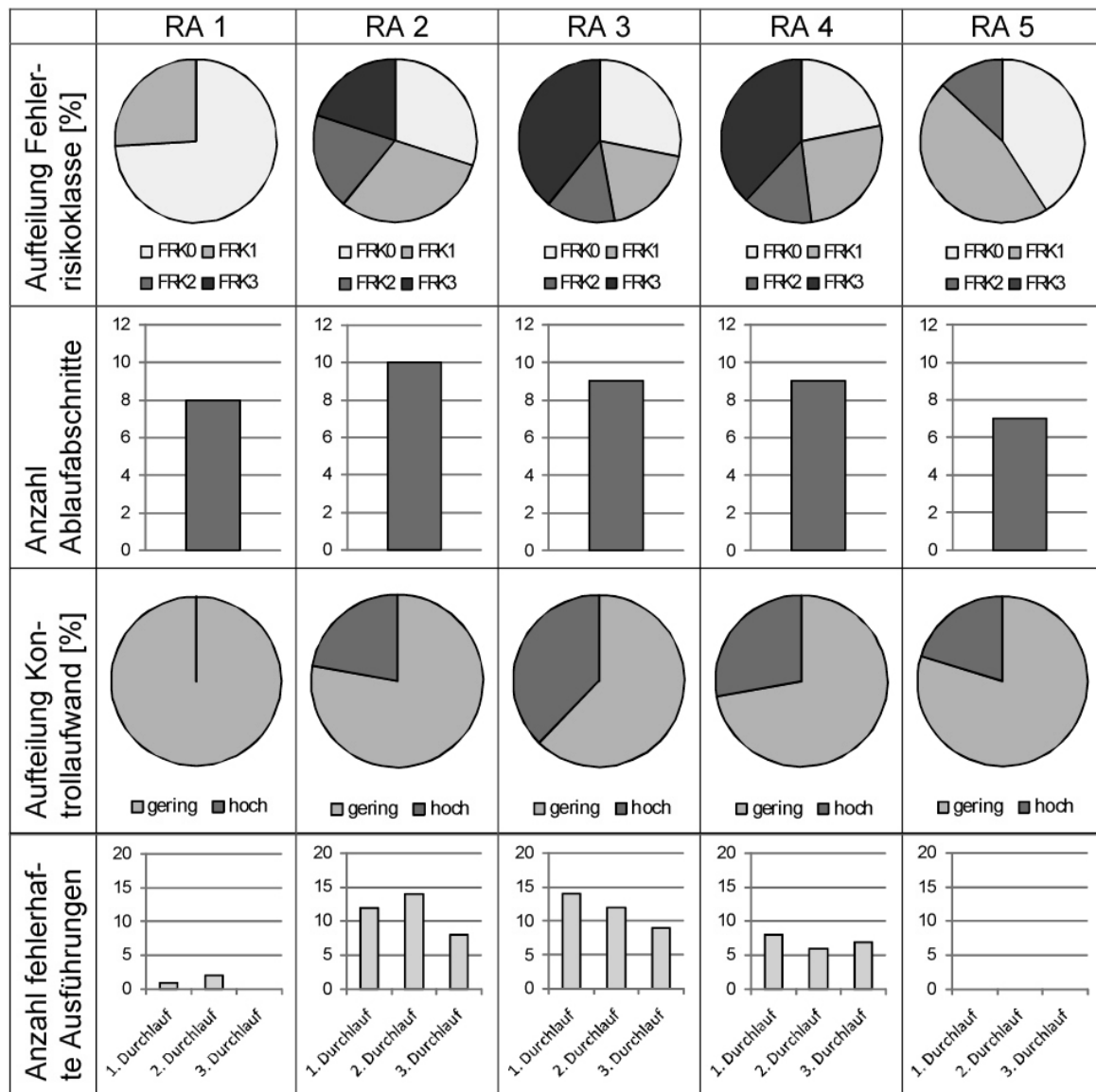
  

Betätigungen	EB ≤ 50 cm	50 cm ≤ EB ≤ 80 cm
einfach/zusammengesetzt	gering	
Hilfsmittel handhaben	EB ≤ 50 cm	50 cm ≤ EB ≤ 80 cm
ungefähr/lose	gering	mittel
eng	hoch	
Bewegungszyklen	EB ≤ 50 cm	50 cm ≤ EB ≤ 80 cm
eine Bewegung/Bewegungsfolge	gering	
Umsetzen und 1 Bewegung/ Festmachen oder Lösen	mittel	

**Abbildung 2:** Ausführungsrisiko von Bewegungen (in Anlehnung an Schlatterer et al. 2004)

### 3. Ergebnisse

Im Folgenden werden kurz die Ergebnisse der 300 Laborversuche dargestellt. Dabei wird unterschieden zwischen zeitlichem Anteil jeder Fehlerrisikoklasse (FRK), dem zeitlichen Anteil hohen bzw. geringen Kontrollaufwandes, der Anzahl der Ablaufabschnitte sowie der Anzahl fehlerhafter Ausführungen der Rüstaufgabe (vgl. Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Übersicht ausgewählter Laborversuchsparameter und -ergebnisse

Aus den in Abbildung 3 dargestellten Versuchsparametern und -ergebnissen lassen sich verschiedene Zusammenhänge ableiten:

- Je höher der zeitliche Anteil an Bewegungen einer hohen Fehlerrisikoklasse, desto tendenziell höher ist die Anzahl fehlerhafter Ausführungen. Die Anwendung der von Schlatterer et al. (2004) erarbeiteten Ausführungsrisiken für MTM-UAS-Bewegungen auf die Rüstabläufe in der Laborumgebung bestätigte teilweise die zuvor aufgestellte Hypothese, dass schwierige Bewegungen ein höheres Fehlerrisiko in sich bergen.
- Einen weiteren hochsignifikanten Beitrag zur fehlerhaften Ausführung eines manuellen Rüstablaufes leistet die Anzahl an Ablaufabschnitten: Je höher die Anzahl an Ablaufabschnitten, desto höher die Anzahl fehlerhafter Ausführungen.
- Auch ein höherer zeitlicher Anteil an Bewegungen mit hohem Kontrollaufwand trägt hochsignifikant zu einer höheren Fehlerrate bei.
- Keinen Einfluss auf die Fehlerrate hatten die Versuchsdauer sowie der Median der Ablaufabschnittsdauer.

Trotz dieser Zusammenhänge lassen sich die Fehlerraten der jeweiligen Rüstversuche nicht ausschließlich mittels der Aufgabenschwierigkeit und -komplexität erklären. Dies war zu erwarten, da menschliche Fehler das Resultat einer nicht ausreichenden menschlichen Zuverlässigkeit sind, welche zusätzlich zur Aufgabencharakteristik durch weitere Aspekte (Personal-, Umgebungs- und Systemfaktoren) beeinflusst werden (vgl. VDI 4006).

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Kurze Rüstprozesse sind in der variantenreichen Serienfertigung ein wesentlicher Erfolgsfaktor zur Realisierung einer verschwendungsarmen Produktion. Bisherige Ansätze zur Rüstopтимierung fokussieren nahezu ausschließlich auf die erforderliche Zeit zur Ausführung der jeweiligen Rüstaufgabe. Doch auch menschliche Fehler tragen erheblich zu längeren Rüstzeiten bei, da sie in der Regel Mehraufwand verursachen.

In Laborversuchen konnte nachgewiesen werden, dass das Auftreten menschlicher Fehler bei der Ausführung von Rüstaufgaben durch die Aufgabenschwierigkeit und -komplexität beeinflusst wird. Da die Aufgabencharakteristik jedoch nur ein Teil der die menschliche Zuverlässigkeit beeinflussenden Faktoren ist, erfolgt derzeit am Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme die Integration der Ergebnisse in eine Vorgehensweise zur Rüstaufgabentaxonomie basierend auf dem Expertensystem zur Aufgabentaxonomie (Brauser 1992), welches bereits erfolgreich für die Bewertung der menschlichen Zuverlässigkeit in der Kommissionierung angewendet wurde (Lolling 2003).

#### 5. Literatur

1. Brauser, K. 1992, ESAT – Ein neues Verfahren zur Abschätzung der menschlichen Zuverlässigkeit. In: K.-P. Gärtner (Hrsg.), Menschliche Zuverlässigkeit, DGLR-Bericht 92-04. München: DGLR, 123-154.
2. Cakmakci, M. & Karasu, M.K. 2006, Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobily industry, International Journal for Advanced Manufacturing Technology, 33, 334-344.
3. Lolling, A. 2003, Analyse der menschlichen Zuverlässigkeit bei Kommissioniertätigkeiten. Aachen: Shaker.
4. Schlatterer, F., Bachmeier, W., Obenauf, J. & Höfling, M. 2004, MTQM – Methods Time and Quality Measurement. In: H.-A. Crostack & P. Winzer (Hrsg.), Zukunftsperspektiven des Qualitätsmanagements, Band 2/2004. Aachen: Shaker, 47-62.
5. Shingo, S. 1993, Erfolgsgeheimnis des Toyota-Produktionssystems. Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie.
6. Timmer, J. H., Brüggemann, K., Böhm, U., Schröder, B., Henning, K. & Nicolaysen, E. 1997, Prozesskettenauslegung zur Null-Fehler-Produktion. In: E. Westkämper (Hrsg.), Null-Fehler-Produktion in Prozessketten. Berlin: Springer, 103-144.
7. VDI Richtlinie 4006: 2002, Blatt 1, Menschliche Zuverlässigkeit – Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung. Berlin: Beuth.
8. Wischniewski, S. & Deuse, J. 2008, Human reliability analysis of changeovers in manufacturing systems. In: Conference Proceedings of the 2nd International Conference on Human Factors and Ergonomics, 14.-17.07.2008, Las Vegas, USA.
9. Wischniewski, S. & Deuse, J. 2008, Zuverlässigkeit manueller Rüstprozesse, wt Werkstattstechnik online, 1/2, 80-84.

## **Primärprävention durch konzeptive Ergonomie. Das Projekt KoBRA am Beispiel eines Unternehmensteilprojektes**

Michaela KUGLER, Karlheinz SCHAUB, Andrea SINN-BEHRENDT,  
Kazem GHEZEL-AHMADI, Max BIERWIRTH und Ralph BRUDER

*Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt,  
Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** Primärprävention auf Unternehmensebene benötigt möglichst praktikable Umsetzungskonzepte. Dies wird auf einfache Weise erreicht, wenn Präventionsmaßnahmen in bestehende Prozesse integriert werden können. Ein Beispiel hierfür ist die konzeptive Ergonomie, die innerhalb des Projektes KoBRA als ein möglicher Beitrag zur Primärprävention muskulo-skelettaler Erkrankungen erprobt wird. Bisherige Erkenntnisse dazu werden anhand eines Beispiels dargestellt.

**Schlüsselwörter:** Primärprävention, konzeptive Ergonomie, (arbeitsbedingte) muskulo-skelettale Erkrankungen.

### **1. Einleitung**

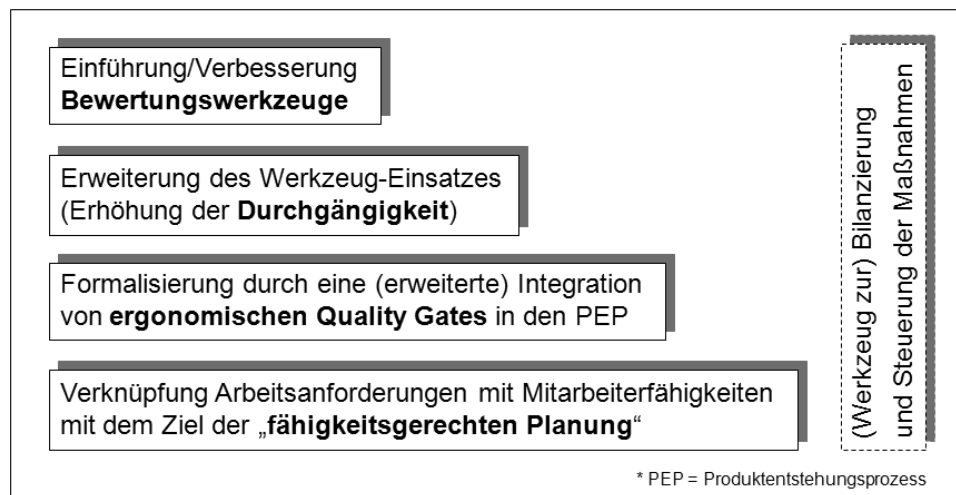
Muskel und Skelett-Erkrankungen führen nach wie vor die Liste der Arbeitsunfähigkeitsgründe an (BMA 2001). Hier Belastungen zu adaptieren und Gesundheit zu erhalten ist eine Aufgabe, die den Einzelnen und das Unternehmen gleichermaßen betrifft. In diesem Rahmen fördert das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) mit fachlicher Begleitung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) seit Juli 2007 unter anderem das Projekt KoBRA – Kooperationsprogramm zu normativem Management von Belastungen und Risiken bei körperlicher Arbeit. In der Zusammenarbeit mit Unternehmen der Automobil-, Elektro- und Metallindustrie, externen Supportpartnern und weiteren Wissenschaftlern werden dabei sowohl inner- als auch überbetrieblich neue Wege des Transfers vorhandenen Präventionswissens in Bezug auf Muskel-Skelett-Erkrankungen erprobt.

Ausgehend von der Erfahrung, dass Unternehmen, sofern in diesem Bereich Probleme erkannt und aufgegriffen werden, trotz vorliegender Konzepte und erfolgreicher Praxisbeispiele weiter den direkten Beratungskontakt bevorzugen, werden zum Einen Möglichkeiten einer stärkeren überbetrieblichen Vernetzung und Beratung untersucht. Vor dem Hintergrund der Verknüpfung von Humanität am Arbeitsplatz und unternehmerischer Wirtschaftlichkeit will KoBRA zum Anderen mit den beteiligten Unternehmen die Einführung einer konzeptiven Ergonomie weiter vorantreiben. Diese setzt, anders als der korrektive Ansatz, in einem frühen Stadium der Produktionsfestlegung, möglichst schon im Prozess der Produktentwicklung ein und verbessert damit kostengünstig und nachhaltig die ergonomische Gestaltungsgüte der Arbeitsplätze. Diesen zweiten Projektschwerpunkt näher darzustellen und über Vorgehen und Fragestellungen zum Thema konzeptive Ergonomie als ein Teil der Primärprävention zu informieren, ist Gegenstand des vorliegenden Beitrags.



## 2. Konzeptive Ergonomie in fünf Modulen

Ansätze konzeptiver Ergonomie lassen sich inzwischen in zahlreichen Unternehmen erkennen (z. B. Hüttmann 2004). KVP-Prozesse werden durch eine systematische Ergonomiebewertung unterstützt. In Planungsprozessen wird die ergonomische Gestaltungsgüte über Checklisten abgeprüft. Was aber häufig fehlt, ist eine durchgängige Umsetzung, in der Erkenntnisse rückgemeldet werden und ergonomische Prüfroutinen noch stärker im Planungsprozess verankert sind. Weiter gedacht entsteht daraus ein Präventionskonzept, das fünf Module umfasst (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Fünf Module zur konzeptiven Ergonomie (nach Bruder et al. 2008)

Konzeptive Ergonomie ist kein Begriff großer Planungsumfänge, sondern beginnt bereits bei einer einfachen Maschinenbestellung. Hierbei werden dann nicht nur die Leistungsfähigkeit oder der Raumbedarf der Maschine als mögliche Auswahlkriterien berücksichtigt, sondern auch ihre Bedienung und Bedienbarkeit im Kontext der zu bewegenden Teile. Dies erfordert bei den Beteiligten Erfahrung in der Beurteilung von Arbeitsplatzbelastungen und Kenntnis entsprechender Veränderungsmöglichkeiten. Der Weg der konzeptiven Ergonomie beginnt damit in der Regel bei der Analyse bestehender Arbeitsplätze. Entscheidend ist jedoch der Übertrag in den Bereich der Planung, der beispielsweise durch eine zunehmende Integration von ergonomischen Quality Gates in den Planungsprozess gestützt werden kann.

Die Abfolge, in der die Module in Abbildung 1 dargestellt sind, bildet diese hierarchische Gliederung ab und kommt damit im Wesentlichen auch dem Einführungsprozess im Unternehmen gleich. Mit den am Projekt KoBRA beteiligten Unternehmen werden derzeit erste Umsetzungserkenntnisse dazu generiert. Ein Beispiel soll das Vorgehen diesbezüglich exemplarisch verdeutlichen.

## 3. Ein Umsetzungsbeispiel

### 3.1 Ausgangssituation und Interventionsfelder

Das hier betrachtete Unternehmen, ein größeres Zulieferunternehmen der Automobilindustrie mit zentraler Planungsabteilung, hat für bestimmte Montagelinien einen standardisierten Werkstückträger konzipiert und versucht diesen im Hinblick auf produktionstechnische und ergonomische Kriterien fortlaufend zu verbessern.

Mangels anderer Bewertungsmöglichkeiten wurden Entscheidungen diesbezüglich bisher weitestgehend erfahrungsbasiert getroffen. Um die Zustellung von Kleinteilen zu erleichtern, wurde beispielsweise die frühere Schrägstellung des Teileträgers versuchsweise aufgehoben und eine horizontale Arbeitsfläche mit frontal angebrachten Kleinladungsträgern erprobt. Nun stellt sich aber an einem Arbeitsplatz das Problem großer Greifweiten. Um hier Abhilfe zu schaffen und die Belastung zu reduzieren, will das Unternehmen in eine kombinierte Variante investieren, vermochte aber bisher die Gesamtbelastungssituation nur grob abzuschätzen. Die Erkenntnis, dass eine umfassende Bewertung erlaubt hätte, das aktuelle Problem frühzeitig zu erkennen und damit Ressourcen zu sparen, nahm das Unternehmen zum Anlass, innerhalb von KoBRA die Nutzung eines ganzheitlichen Bewertungswerkzeuges umzusetzen.

Da die zuständigen Verantwortlichen zudem eine weitere Optimierung der Planungsprozesse anstreben, wurde darüber hinaus vereinbart, das System vorhandener ergonomischer Quality Gates gemeinsam zu überprüfen und auszubauen.

### 3.2 Vorgehen

Um festzustellen, welche Belastungssituationen dieses Bewertungstool möglichst abdecken muss, wurden im betrachteten Unternehmen zunächst charakteristische Produktionsbereiche begangen und die Belastungssituation ausgewählter Arbeitsplätze detailliert erhoben. In der je ca. 20 Minuten dauernden Aufnahme wurden die Abfolge der Arbeitsaufgabe, insbesondere Ganzkörper-, Hand- und Fingerhaltungen, aber auch Schrittfolgen mittels Video festgehalten. Ergänzend wurden arbeitsplatzbedingte Größen wie Taktzeiten, Stückzahlen und Kräfte/Gewichte sowie personabhängige Parameter wie Körpergröße und Alter, sportliche Aktivitäten bzw. mögliche Beschwerden aufgenommen. Das vorgefundene Spektrum an Arbeitsanforderungen reicht von Arbeitsplätzen mit sehr kurzen Taktzeiten und Sichtprüftätigkeiten über die o. g. kleinen Montagelinien bis hin zu Montagetätigkeiten mit umfassenderen Arbeitsinhalten und teilweise hohen Gewichten und Fügekräften.

Die erhobenen Tätigkeitsdaten wurden mit Hilfe der sowohl Körperhaltung, Aktionskräfte, Lastenhandhabung als auch obere Extremitäten beurteilenden Checkliste EAWS (Schaub et al. 2008) als dem derzeit umfassendsten IAD-Verfahren zur Belastungsbewertung ausgewertet. Damit konnte zunächst eine genauere Einschätzung der Belastungssituation erreicht werden. So war angesichts der beobachteten repetitiven Anteile ein Engpass im Bereich der oberen Extremitäten vermutet worden. In der konkreten Bewertung wurde dieser jedoch nicht bestätigt. Generell konnte kein Arbeitsplatz festgestellt werden, bei dem dringender Handlungsbedarf besteht. Dennoch sind spätestens bei einer Neuplanung einzelne Belastungssituationen zu überdenken. Informationen zu besonderen Belastungsschwerpunkten wurden daher an die betreffenden Planer weitergeleitet und so eine erste Rückkopplung geschaffen.

Über diese Einschätzung hinaus erlaubte die Anwendung des EAWS aber vor allem, den Rahmen für die im konkreten Fall notwendigen Verfahrensanpassungen zu ermitteln. Mit dem EAWS nicht direkt bewertbar sind beispielsweise die aus Sichtprüftätigkeiten resultierenden Nacken-Schulter-Belastungen. Hierfür wurden nun erste Abschätzungsmöglichkeiten geschaffen und in Form zu bewertender Zusatzpunkte in die Checkliste aufgenommen. Umgekehrt konnte die Abprüfung der Zwangshaltungen Hocken und Knien entfallen, die in der Teilefertigung und Vormontage derartiger Zulieferumfänge nicht vorkommen. Auf diese Weise wurde in Abstimmung mit dem Unternehmen ein das Gesamtbelastungsspektrum möglichst breit erfassendes und dennoch nicht zu komplexes Verfahren abgeleitet, das nach einer ersten An-

wenderschulung in Erprobung geht.

Parallel dazu wurden die in den Beschreibungen des Produktionssystems enthaltenen Planungsbausteine und der separat beschriebene Planungsprozess auf eventuelle Verbesserungsmöglichkeiten untersucht. Dabei wurde deutlich, dass das betrachtete Unternehmen zwar bereits einzelne ergonomische Elemente abprüft, aber die Gesamtstruktur noch verfeinert und vertieft werden kann. Denkbar ist beispielsweise, sobald erste Produktdaten vorliegen, nicht nur Teilengewichte, sondern auch schon die vorhandenen Maße und sich daraus ergebene Belastungen auf ihre ergonomische Gestaltungsgüte zu überprüfen. Diese Ansätze werden im Verlauf des Projektes weiter verfolgt werden.

### 3.3 Einordnung der Erkenntnisse

Sowohl mit Überlegungen zu einem standardisierten Montagekonzept wie auch mit einzelnen ergonomischen Prüfelementen im Planungsprozess sind im vorgestellten Unternehmen Ansätze einer konzeptiven Ergonomie deutlich erkennbar. Was bisher fehlte, waren ergänzende Methoden zum Aufbau eines Gesamtkonzepts. Hier konkrete Unterstützung zu bekommen, bildete für das Unternehmen den Hauptanreiz, am Projekt KoBRA teilzunehmen. Dass im vorliegenden Fall von Beginn an der Planungsprozess mit betrachtet wurde, hat mit den Verantwortlichkeiten im Unternehmen zu tun. Der Ansprechpartner für das Projekt KoBRA ist nicht nur für die Ergonomie, sondern auch für das Produktionssystem mindestens (teil) verantwortlich. Die Projektidee, die konzeptive Ergonomie als einen möglichen Beitrag zur Prävention zu stärken, fiel hier somit auf einen bereiteten Boden. Doch erst das Projekt hat die nötige Stützung zur Veränderung gegeben.

Ansätze herauszufinden, wie hier überbetrieblich weitere Angebote geschaffen, Erfahrungen genutzt und weitergetragen werden können, ist nun Ziel der nächsten Projektphase. Hierfür werden Umsetzungserkenntnisse aus diesem und weiteren an KoBRA beteiligten Unternehmen verstärkt auf ihre Transferierbarkeit untersucht.

## 4. Literatur

1. Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung BMA (Hrsg.) 2001, Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2000. Unfallverhütungsbericht Arbeit. Bonn: BMA.
2. Kugler, M., Sinn-Behrendt, A., Schaub, K., Ghezel-Ahmadi, K. & Feith, A. 2008, Introduction of Ergonomics into Production Development Process: An Approach. In: W. Karwowski & G. Salvendy (Eds.), 2008 AHFE International Conference, 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, CD-ROM. Las Vegas, NV: USA Publishing.
3. Hüttmann, K. 2004, Ergonomieprozesse in der Produktion eines Automobilherstellers am Beispiel des Opel-Werkes Rüsselsheim. In: K. Landau (Hrsg.), Montageprozesse gestalten. Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. Stuttgart: ergonomia Verlag, 37-48.
4. Schaub, K., Landau, K. & Bruder, R. 2008, Development and application of methods for stress analysis in manufacturing. In: W. Karwowski & G. Salvendy (Eds.), 2008 AHFE International Conference, 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, CD-ROM. Las Vegas, NV: USA Publishing.

Das Projekt KoBRA wird vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im Rahmen des Modellprogramms zur Bekämpfung arbeitsbedingter Erkrankungen gefördert und von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) fachlich begleitet. KoBRA ist eines von drei Projekten im Förderschwerpunkt 2007: „Belastungen des Muskel-Skelett-Systems bei der Arbeit – integrative Präventionsansätze praktisch umsetzen“.

# Ist Lärm am Arbeitsplatz noch ein Thema?

Patrick KURTZ

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44145 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die abnehmende Anzahl von schweren Lärmschwerhörigkeitsfällen darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass Lärm insbesondere in KMU immer noch eine erhebliche Gefährdung darstellt. Hinzu kommt, dass durch die gestiegenen kognitiven Anforderungen am Arbeitsplatz die extraauralen Wirkungen des Lärms wichtiger werden.

**Schlüsselwörter:** Lärm, Geräuschemission, extraaurale Wirkungen.

## 1. Ausgangspunkt

Betrachtet man die verschiedenen Themenfelder dieses Kongressbandes kann man den Eindruck gewinnen, dass die klassischen Arbeitsschutzthemen wie die mechanischen und elektrischen Gefährdungen, die Lastenhandhabung oder auch physikalische Einflussfaktoren in der modernen Arbeitswelt kein Problem mehr darstellen. Der globalisierte Markt und die Entwicklung hin zur Wissensgesellschaft lässt offensichtlich vermuten, dass wir es in naher Zukunft oder vielleicht schon heute nur noch mit wenigen modernen, hoch automatisierten Produktionsstätten und Dienstleistungsbetrieben zu tun haben, bei denen der Arbeitsschutz sich im Wesentlichen mit psychischen Belastungen beschäftigen muss, die sich aus organisatorischen Defiziten ergeben oder mit dem demographischen Aspekt zu tun haben. Dieser Eindruck mag verständlich sein, wenn man allein Beschäftigungsbereiche in Großunternehmen betrachtet, trotzdem gibt es insbesondere in KMU immer noch eine Vielzahl von Arbeitsplätzen, die durch schwere körperliche Tätigkeiten oder Emissionen wie z.B. Stäube oder Lärm gekennzeichnet sind.

Insbesondere in KMU hat sich die Lärmexposition kaum geändert. Schreinereien oder andere Holz verarbeitende Betriebe, Glashütten, Nahrungsmittel verarbeitende Betriebe, Gießereien und eine große Zahl spezialisierter Metall verarbeitender Unternehmen weisen auch heute noch viele Arbeitsplätze mit Gehör schädigendem Potenzial auf.

Eine Auswertung der Statistik der Berufskrankheiten für die letzten Jahre zeigt jedoch für den Lärm eine signifikante Reduzierung der Fallzahlen für die Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit. Von dem erfassungsbedingten hohen Wert von 2581 neuen BK-Renten in 1980 sank die Zahl kontinuierlich bis auf den vereinigungsbedingten kurzen Anstieg auf 1279 in 1995 auf 340 neue Berufskrankheitsfälle in 2007. Eine genauere Untersuchung ergibt, dass man auf der Basis dieser Zahlen und einer Modellrechnung auf jeden Fall für die schweren Lärmschwerhörigkeitsfälle von einer erfolgreichen Prävention in den letzten fast 30 Jahren ausgehen kann. Dies kann sicherlich auch teilweise auf eine Verringerung der Arbeitsplätze mit sehr hoher Lärmexposition, wie in der Montanindustrie, zurückgeführt werden. In Zukunft muss in schweren Fällen aber die Frage gestellt werden, ob das eingeschränkte Hörvermögen allein aus der Lärmbelastung am Arbeitsplatz resultiert. Der seit Einführung der tragbaren Tonwiedergabegeräte steigende Konsum von lauter Musik wird eine eindeutige Trennung zwischen beruflich und Freizeit bedingter Schwerhörigkeit erschweren.

Der Verlauf der BK-Renten zur Lärmschwerhörigkeit mag also ein Indikator für die Abnahme hoher Lärmbelastungen sein, erlaubt aber keine Aussage zu den Belastungen durch Lärm, die eventuell nur zu leichten Einschränkungen des Hörvermögens führen oder bei vergleichsweise niedrigen Schallpegeln in Lärmstress resultieren.

Der Eindruck, dass Lärm in der Praxis kein Ernst zu nehmendes Problem mehr darstellt, ergibt sich unter Umständen auch aus der Umsetzung europäischer Binnenmarktrichtlinien und Richtlinien zum Lärmschutz am Arbeitsplatz ins nationale Recht. Dies erweckt den Anschein, nun sei alles geregelt und damit leise! Schaut man allerdings genauer hin, fällt auf, dass die in den Richtlinien verfolgten Konzepte zur Lärminderung insbesondere bei den KMU noch gar nicht angekommen sind.

## 2. Geräuschemission von Maschinen

Die zur Unterstützung des europäischen Binnenmarkts geschaffene EG-Maschinenrichtlinie verfolgt hinsichtlich der Sicherheit auch in ihrer neuesten Fassung 2006/42/EG ein Konzept, dass zunächst auf die inhärente Sicherheit zielt. Danach sollen Maschinen durch Maßnahmen an der Quelle der Geräuscentstehung so gebaut werden, dass sie möglichst leise sind. Führt dies noch nicht zu einer ausreichenden Minderung der Geräuschemission, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen wie z.B. die vollständige Einhausung der Maschine, oder die Teilabschirmung besonders lauter Teilkomponenten, vorzusehen. Am Ende steht dann die Information des Einkäufers/Verwenders der Maschine über die von ihr ausgehenden Restgefahren also über die Höhe der Geräuschemission der Maschine.

Zu dem genannten Konzept wurden entsprechende wesentlichen Anforderungen der Richtlinie zum Lärm im Sinne des „New Approach“ in Normen konkretisiert. So liegen Normen zur Messung, Angabe und Nachprüfung für die Geräuschemissionskenngrößen „Schallleistungspegel, Emissionsschalldruckpegel und C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel“ grundlegend in B-Normen, sowie maschinenspezifisch in C-Normen schon seit vielen Jahren vor.

Ziel ist, den Vergleich von Geräuschemissionsangaben zu ermöglichen, damit der Einkäufer von Maschinen in die Lage versetzt wird, auf der Grundlage sachgerechter Geräuschemissionsangaben von Maschinenherstellern, durch Vergleich besonders leise Maschinen auf dem Markt auszuwählen. Eine leisere Maschine mit vergleichsweise niedrigen Geräuschemissionswerten führt direkt zu einer geringeren Lärmexposition der Beschäftigten.

Das zuvor Beschriebene nun seit 1989 in Europa etablierte Konzept hat leider bisher in der Praxis nicht zu einer signifikanten Erhöhung des Anteils leiser Maschinen und damit zu einer wesentlichen Absenkung der Lärmexposition der Beschäftigten geführt. Die Gründe sind vielfältig. Auffallend ist, dass die Geräuschemissionsangaben bis dato meist nicht sachgerecht sind. So sind die Angaben teilweise falsch, haben keinen Normbezug, verwenden nicht physikalische Kenngrößen wie z.B. „Betriebsgeräusch = xy dB“ oder sind bewusst irreführend. Auch führt die Unkenntnis der durch das Maß dB gekennzeichneten akustischen Kennwerte dazu, dass Geräuschemissionskennwerte mit Expositionspegeln und den entsprechenden Grenzwerten, wie in der inzwischen durch die LärmVibrationsArbSchV ersetzten Unfallverhütungsvorschrift Lärm (BGV B3) festgelegt, verwechselt werden. Die mangelhafte Qualität der Geräuschangabe liegt auch darin begründet, dass beim Einkaufsprozess das Geräusch der Maschine keine Rolle spielt. In der Folge sehen die Maschinenhersteller keinen Nutzen in der Entwicklung leiser Maschinen. Darüber hinaus sind Maschinenherstellerverbände nicht an einem transparenten Markt interessiert und die mit dem Lärm am Arbeitsplatz betrauten Fachkräfte für Arbeitssicherheit der Ämter für Arbeitsschutz, aber auch die technischen Aufsichtsbeamten



der Berufsgenossenschaften nur unzureichend mit Geräuschemissionswerten und ihrer Anwendung vertraut. Man denkt noch in Lärmexpositionsgößen und fragt nur selten nach dem Verursacher des Lärms.

Das Tragen von Gehörschutz scheint immer noch das Mittel der Wahl zu sein, wenn über Lärminderung überhaupt gesprochen wird. Dies, obwohl Untersuchungen zeigen, dass von einer sachgerechten Verwendung von Gehörschutz in der Praxis leider nicht ausgegangen werden kann.

Betrachtet man die technische Lärminderung an Maschinen, so wurden zur Unterstützung der Maschinenkonstrukteure neben den Schriften der BAuA mit dem Titel „Lärmarm konstruieren“, VDI Richtlinien und auch internationale Normen (DIN EN ISO 11688 Teil1 und Teil2) erarbeitet, die maschinenakustische Grundregeln zur Konstruktion leiser Maschinen beschreiben. Trotz dieser Anregungen wurden Maschinen nicht grundsätzlich leiser. Ein Grund dafür ist die Leistungszunahme der Maschinen, womit Lärm mindernde Maßnahmen gerade mal eine Erhöhung der Geräuschemission verhindert haben. Untersuchungen zum Stand der Lärminderungstechnik bei Holzbearbeitungsmaschinen im Rahmen eines von der BAuA geförderten Projektes an der Universität Stuttgart machen deutlich, dass bei den am häufigsten verwendeten Holzbearbeitungsmaschinen wie Dickenhobel-, Format- und Tischkreissägemaschinen sich die Geräuschemission in den letzten 20 Jahren praktisch nicht geändert hat. Die Maschinen sind allerdings leistungsfähiger. Im Ergebnis sind die Beschäftigten z.B. in Holzverarbeitenden Betrieben auch weiterhin hohen Schallpegeln ausgesetzt.

Neue stromrichter gesteuerte Drehfeldantriebe arbeiten mit höheren Frequenzen als die klassischen 50 Hz-Antriebe. Dies ermöglicht wesentliche stärkere Beschleunigungen von Maschinenteilen, die dadurch, trotz Lärm mindernder Maßnahmen, in erheblichem Maße Schall abstrahlen. Darüber hinaus wird heutzutage z.B. durch die Verwendung von Ultraschallantrieben Schall auch in Frequenzbereichen abgestrahlt, die bisher am Arbeitsplatz kaum eine Rolle spielten.

### 3. Lärm am Arbeitsplatz

Eine in 2005/2006 durchgeführte gemeinsame Befragung von BIBB und BAuA zu den Arbeitsbedingungen in Deutschland ergab, dass nach einem Rückgang Ende der 90er Jahre inzwischen wieder ein leichter Anstieg der durch Lärm am Arbeitsplatz Betroffenen (23.9%) festzustellen ist. 54% der Betroffenen empfinden dies auch als besonders belastend. Der Grund für diese Erhöhung scheint weniger in der Lärmbelastung in der klassischen industriellen Fertigung oder im Handwerk zu liegen, sondern an den gestiegenen kognitiven Anforderungen bei der Arbeit im Büro und an computergesteuerten Fertigungsanlagen. So zeigt denn auch die selbe BIBB/BAuA-Studie, dass bei den psychischen Belastungen die wahrgenommene Belastung besonders durch Leistungsdruck, gestörte Arbeit und das Gefühl, ständig an die Grenzen der Leistungsfähigkeit gehen zu müssen, gekennzeichnet ist. Einen Beitrag dazu liefert sicherlich die unzureichende akustische Qualität der Arbeitsumgebung in Relation zu den mentalen Anforderungen am Arbeitsplatz. Schon einige Jahre zurückliegende Untersuchungen der BAuA haben denn auch gezeigt, dass kognitive Arbeit sowohl durch nicht-informativ als auch durch informativ Lärm (z.B. verstandene Sprache) erheblich gestört wird. Der zur Ausführung der Aufgabe erforderliche höhere Konzentrationsaufwand äußert sich dann schließlich in Lärmstress.

Eine für die jeweilige Tätigkeit zu hohe Schallbelastung führt zur Leistungsminderung, zu Stress, zu Krankheitsausfalltagen und damit zu betriebswirtschaftlich hohen Kosten. Leider findet dieses Wissen im Bereich der gesetzlichen Regelungen keine adäquate Berücksichtigung. So wurden im Rahmen der Deregulierung in 2004 die vorher in der Ar-



beitsstättenverordnung an Tätigkeiten orientierten Grenzwerte ersatzlos gestrichen. Im Ergebnis gibt es zurzeit keine konkrete gesetzliche Regelung für den Lärm im Büro und damit zur Verhinderung von extraauralen Wirkungen des Lärms. Eine Wiedereinführung dieser Grenzwerte in die LärmVibrationsArbSchV scheiterte am Widerstand der Unternehmerverbände, sodass die Verordnung allein den Lärm am Arbeitsplatz oberhalb eines Tageslärmaxpositionspegels von 80 dB(A) behandelt. Es darf deshalb nicht verwundern, wenn z.B. aus zu kurz gefassten wirtschaftlichen Erwägungen heraus, ursprünglich unter den Rahmenbedingungen der alten ArbStättV (vorgegebene  $m^2$  pro Mitarbeiter) für 30 Personen geplante Büros plötzlich mit 60 Beschäftigten besetzt werden. Zwar wird nun weniger teurer umbauter Raum benötigt, die Kosten die sich aus der akustisch ungenügenden Umgebung ergeben jedoch ignoriert. Hinzu kommt, dass offensichtlich bei der Planung von Großraumbüros die optische Anmutung bei Planern und Auftraggebern eine größere Rolle spielt, als die dort sich dann ausprägende für die Tätigkeit ungeeignete akustische Umgebung.

Eine ungenügende akustische Planung und Bauausführung von Arbeitsstätten wird auch deutlich, betrachtet man den Arbeitsplatz Schule. In einer Befragung von Lehrern nach den am negativsten belastenden Faktoren wurde überraschenderweise der Lärm genannt. Umfangreiche Untersuchungen in einem von der BAuA unterstützten Projekt zeigten dann, dass die Akustik typischer Klassenräume mit einer Nachhallzeit von 0,8 bis 1s viel zu hoch ist. Exemplarische Sanierungen einzelner Klassenräume hin zu Nachhallzeiten von 0,4s erbrachten eine Minderung des Schalldruckpegels von bis zu 13 dB, die sich nur durch eine signifikante Verhaltensänderung der Schüler in solchen Räumen erklären lassen. Die Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis ist leider wegen der verschiedenen beteiligten Institutionen und des erforderlichen finanziellen Aufwands sehr zähflüssig.

#### 4. Resumé

Leider ist Lärm am Arbeitsplatz immer noch ein Thema. Zwar sind besonders hohe Schalldruckpegel seltener, dafür wird Lärm in der modernen durch Kommunikation und mentale Arbeit geprägten Arbeitswelt zunehmend als extraaurale Belastung wahrgenommen.

#### 5. Literatur

1. Liedtke, M. 2007, 30 Jahre Lärmschutz am Arbeitsplatz – erfolgreiche Prävention?, Lärmbekämpfung, Jahrgang 2, 54-59.
2. LärmVibrationsArbSchV, Verordnung zur Umsetzung der EG-Richtlinien 2002/44/EG und 2003/10/EG zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen.
3. Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung), Amtsbl. der EG L 157/24, 9.6.2006.

# Hitze Arbeitsplatz Sauna?

Bernhard KAMPMANN und Bernhard KALKOWSKY

*Fachgebiet Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz,  
Fachbereich D, Bergische Universität Wuppertal,  
Gaußstraße 20, D-42119 Wuppertal*

**Kurzfassung:** In den letzten Jahren haben im Angebot der Saunabetriebe langandauernde Aufgüsse (mit besonderen Duftstoffen, Wedeln mit Saunatüchern usw.) an Häufigkeit zugenommen, die nicht mehr von den Gästen, sondern von Mitarbeitern des Saunabetriebs durchgeführt werden. Hierdurch bedingt müssen sich einige Mitarbeiter längere Zeit im Saunaraum aufhalten und führen eine Reihe von Gesundheitsstörungen auf diese Tätigkeit zurück. Mittels eines Fragebogens wurden Art und Häufigkeit der Gesundheitsstörungen, die Aufenthaltsdauer im Saunaraum, Möglichkeiten für Pausen und andere Begleitumstände der Arbeit erfasst.

**Schlüsselwörter:** Sauna, Hitzebelastung, Gesundheitsstörungen.

## 1. Einleitung

Aufgüsse beim Saunabaden waren vor etwa 20 Jahren nicht von großer Bedeutung und wurden in der Regel von den Gästen auch selbst durchgeführt. – Diese Praxis hat sich in den letzten Jahrzehnten verändert: Die Aufgüsse werden nun meist vom Personal durchgeführt, d.h. von vielseitig eingesetzten Saunamitarbeitern, die im Rahmen ihrer Tätigkeit auch Aufgüsse durchführen.

Die Gäste wünschen Aufgüsse mit besonderen Duftstoffen, wollen mittels Saunatüchern angewedelt werden und legen beispielsweise Wert darauf, dass nach längeranhaltenden Aufgüssen noch im Saunaraum Erfrischungsgetränke gereicht werden. Solche speziellen „Mega-Aufgüsse“ können bis zu 20 Minuten andauern.

Dies führt dazu, dass sich die Verweildauer im Saunaraum für den Aufgießer – der oft mehrere Aufgüsse während einer Arbeitsschicht durchzuführen hat – in den letzten Jahren verlängert hat. Die Besucher hingegen können den Saunaraum jederzeit verlassen, wenn es ihnen zu heiß wird. Im Unterschied zu den Besuchern sind die Mitarbeiter, die Aufgüsse durchführen, bekleidet, führen Körperarbeit aus (Wedeln mit dem Saunatuch), stehen (mögliches Auftreten von Orthostase) und haben nach den Aufgüssen oft keine ausreichenden Ruhephasen. Betroffen sind Mitarbeiter in etwa 2400 öffentlichen Saunabädern und etwa 3800 Saunen bei Sportstätten und in Fitnessstudios, die der Deutsche Sauna-Bund im Jahr 2005 in einer Erhebung erfasst hat.

Während Gesundheitsstörungen oder Unfälle meist bei Besuchern der Sauna beschrieben werden (z.B. Papp 2002; Ghods et al. 2008), treten in der Folge dieser Entwicklung durch die längeren Aufenthaltszeiten der Mitarbeiter in der Sauna offenbar auch bei diesen vermehrt Gesundheitsstörungen auf.

## 2. Methode

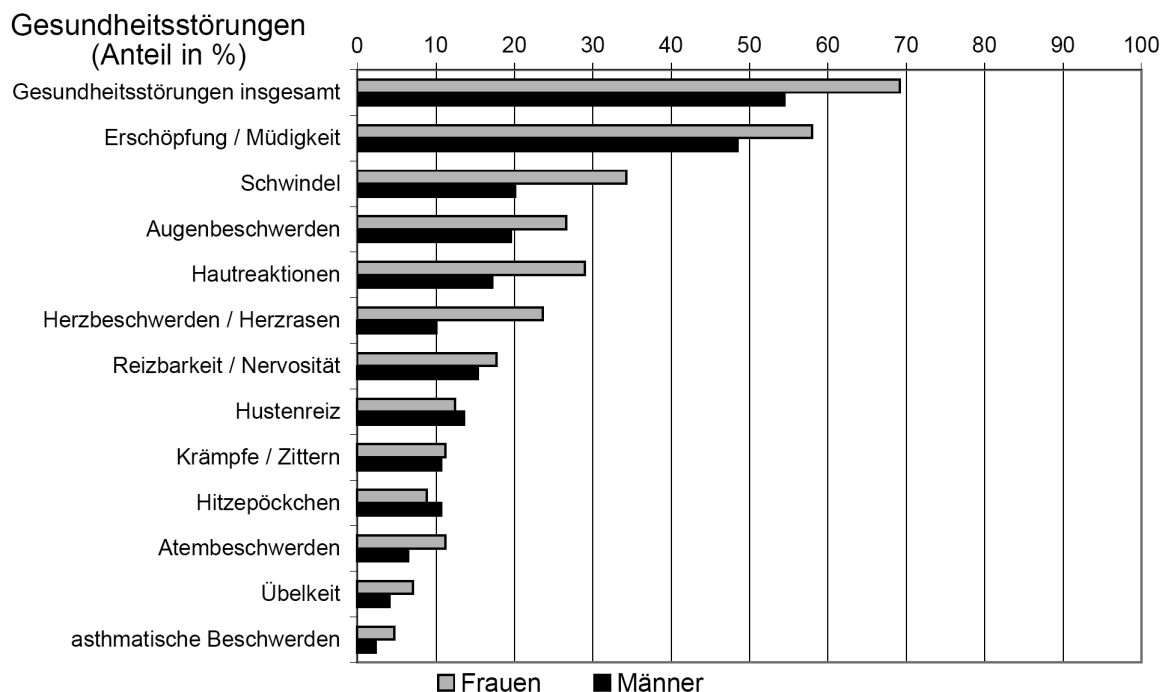
Die Zunahme der Meldungen über Gesundheitsstörungen bei Mitarbeitern in den

Saunabetrieben hatte den Deutschen Sauna Bund zu einer Untersuchung veranlasst, die von den Autoren durchgeführt wurde. Nachdem eine erste Befragung (Kampmann & Kalkowsky 2002) ergab, dass in fast der Hälfte der zurückgesandten Fragebögen die Beschäftigten auf subjektive Gesundheitsstörungen hinwiesen, die sie in Zusammenhang mit dem Aufenthalt in der Sauna oder mit der Durchführung von Aufgüssen brachten, wurde 2007 eine mehr detaillierte Untersuchung begonnen (Kalkowsky & Kampmann 2008): Für die neue Befragung wurden 1533 Fragebögen an Mitarbeiter in Saunabetrieben versandt, in denen unter anderem Fragen zu Art und Häufigkeit der Gesundheitsstörungen, nach Pausen und Erfrischungsmöglichkeiten zwischen den Aufgüssen, sowie nach den Arbeitsinhalten zwischen den Aufgüssen gestellt wurden.

### 3. Ergebnisse

In den 361 zurückgesandten Fragebögen gaben nur 10 Personen an, dass sie keine Aufgüsse durchführen; die Gruppe der Mitarbeiter, die keine Aufgüsse durchführen, ist innerhalb der beantworteten Fragebögen so klein, dass es nicht möglich ist, spezielle Auswirkungen der Aufgüsse aus einem Vergleich beider Gruppen zu ermitteln.

Jeweils 169 Männer und Frauen haben die Fragebögen beantwortet (in 23 Bögen waren keine Angaben zum Geschlecht des Antwortenden gemacht worden). Langandauernde Aufgüsse wurden jeweils von 88 Frauen und Männern durchgeführt. – Die gleiche Zahl von Frauen und Männern für diese Angaben kam jeweils zufällig zustande.

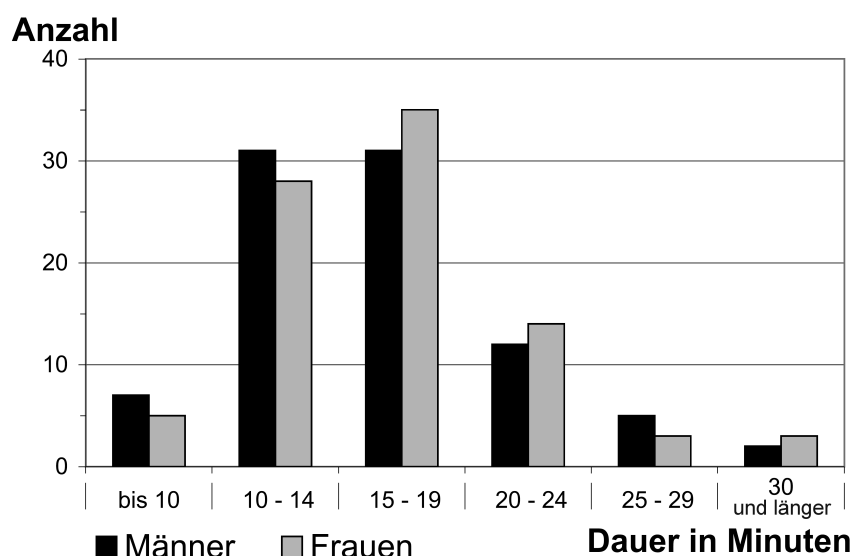


**Abbildung 1:** Haben Sie während oder kurze Zeit nach der Arbeit (auch nach einem Aufguss) spürbare Gesundheitsstörungen gehabt, die Sie mit Ihrer beruflichen Tätigkeit in Verbindung bringen?

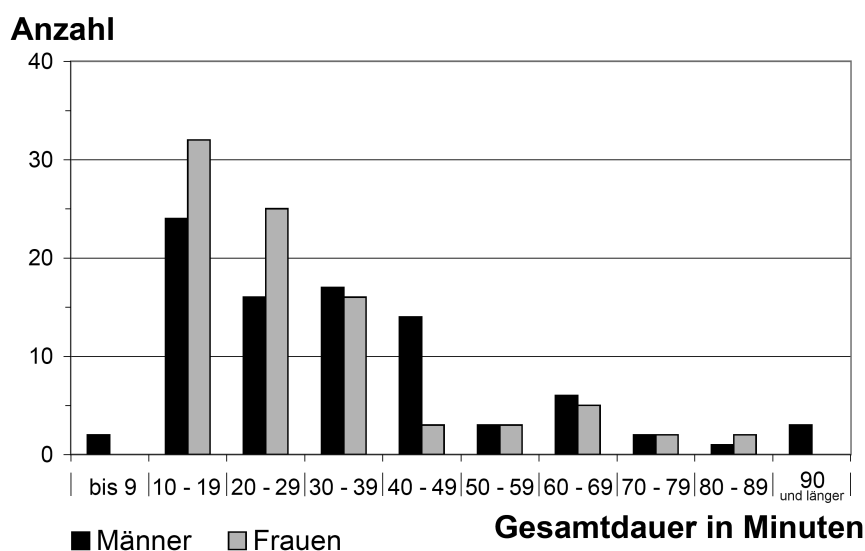
Gut 60 % der Beschäftigten gaben Gesundheitsstörungen an, die sie auf die Be-

lastung bei der Arbeit zurückführen (Abbildung 1). Am häufigsten wurden Erschöpfung/Müdigkeit (von 86 % derjenigen, die Gesundheitsstörungen hatten) angegeben, gefolgt von Schwindel (44 %), Augenbeschwerden (38 %) und Hautreaktionen (37 %). Für Männer und Frauen ergaben sich gleiche Rangfolgen der Beschwerden, wobei die Prozentzahlen bei den Frauen etwas höher waren.

Die Dauer der Aufgüsse überschreitet selten 25 Minuten (8 % der Angaben) und ist zu 40 % der Angaben unterhalb von 15 Minuten; die Angaben für Männer und Frauen unterschieden sich kaum (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Wenn Mitarbeiter langandauernde Aufgüsse durchführen: Wie lange dauert in etwa solch ein „Mega-Aufguss“? – Häufigkeitsverteilung für jeweils 88 Männer und Frauen



**Abbildung 3:** Gesamtdauer des Aufenthalts in der Sauna während der „Mega-Aufgüsse“ (aus Anzahl und Dauer der Aufgüsse berechnet) – Häufigkeitsverteilung für jeweils 88 Männer und Frauen

Die gesamte Zeit, die in einer Schicht während der Aufgüsse in der Sauna verbracht wird, variiert in einem weiten Bereich: für Männer von 6 bis 126 Minuten (Mittelwert: 33, Standardabweichung:  $\pm 22$ ) und für Frauen von 10 bis 80 Minuten (Mittelwert: 27, Standardabweichung:  $\pm 17$ ). Die im Mittel etwas geringeren Zeiten für

Frauen sind vermutlich dadurch bedingt, dass Frauen zu einem höheren Anteil halbtags arbeiten als Männer.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Für die Zuverlässigkeit der Befragungsergebnisse spricht, dass die Beschwerden über Gesundheitsstörungen bei Frauen und Männern vergleichbare Häufigkeiten haben und auch die Rangfolge meist gleich ist. Bei der Rücklaufquote der Fragebögen von 24 % kann man aber nicht ausschließen, dass Mitarbeiter mit Beschwerden möglicherweise vorrangig geantwortet haben.

Es wäre daher sinnvoll, – z.B. durch Vollerhebung einzelner Betriebe – die Angaben der Mitarbeiter möglichst umfassend zu erheben und auch, die Selbsteinstufung der Angaben – etwa über Anzahl und Dauer der Aufgüsse – durch Protokolle objektiv zu erfassen.

Im Hinblick auf die eine mögliche arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz 30 „Hitzearbeiten“ ergeben sich folgende Überlegungen:

- Die Dauer der einzelnen Aufgüsse überschreitet im Durchschnitt mit  $(15 \pm 8)$  Minuten das Kriterium der BGI 540-30 für die Einwirkungszeit des Klimas kaum; andererseits liegt aber die Dauer der Aufgüsse in 60 % der Fälle oberhalb der Grenze für die Einwirkungszeit von „< 15 Minuten“ (Abbildung 2).
- Der Arbeitsenergieumsatz während der Aufgüsse müsste abgeschätzt oder erhoben werden.
- Die Normaleffektivtemperatur NET, die den Kriterien der BGI 540-30 zugrunde liegt, ist nur bis zu Lufttemperaturen von etwa 43 °C im Nomogramm ablesbar. Für die hohen Temperaturen in einer Sauna sind offensichtlich andere Bewertungsmaßstäbe erforderlich.

In Anbetracht der geäußerten Gesundheitsstörungen ist jedoch zu überlegen, ob mehrfache Aufgüsse während einer Arbeitsschicht diesen Arbeitsplatz nicht doch als Hitzearbeitsplatz erscheinen lassen und damit die Beschäftigten einer arbeitsmedizinischen Betreuung im Hinblick auf ihre Klimabelastung zugeführt werden sollten.

#### 5. Literatur

1. BGI 540-30: 1998, Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 30 Hitzearbeiten.
2. Ghods, M., Corterier, C., Zindel, K., Kiene, M., Rudolf, K. & Steen, M. 2008, Hot air sauna burns, *Burns*, 34, 122-124.
3. Kalkowsky, B. & Kampmann, B. 2008, Arbeitsmedizinische Beurteilung der Belastungen heutiger Aufgusspraxis, *Sauna & Bäderpraxis*, 1/2008, 25-31.
4. Kampmann, B. & Kalkowsky, B. 2002, Belastungen und Reaktionen des Menschen unter Hitze-einwirkung. Zur Situation des Aufgießers im Saunaraum, *Saunabetrieb & Saunapraxis*, 4/2002, 28-33.
5. Papp, A. 2002, Sauna-related burns: a review of 154 cases treated in Kuopio University Hospital Burn Center 1994–2000, *Burns* 28, 57-59.

Die Studie ist in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Sauna-Bund e.V. in Bielefeld durchgeführt worden.

# Ein Modell zur Vorhersage des Feuchtempfindens auf Fahrzeugsitzen bei Hitzebelastung

Peter BRÖDE und Barbara GRIEFAHN

*IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität  
Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Das durch die Akkumulation von Schweiß im Kontaktbereich des Menschen zum Fahrzeugsitz verursachte Feuchtempfinden ist ein wesentlicher, aber wenig untersuchter Aspekt der Beeinträchtigung des thermischen Komforts in Fahrzeugen. In Klimakammerexperimenten wurden Modelle zur Prognose des Feuchtempfindens durch den im Kontaktbereich registrierten Wasserdampfdruck entwickelt. Eine Validierung an unabhängig von der Modellentwicklung erhobenen Daten zeigte mit einem Vorhersagefehler von maximal 8%, dass sich die Modelle zur Beurteilung dieses Aspekts des thermischen Komforts in Fahrzeugen bei sommerlichem Klima eignen.

**Schlüsselwörter:** Sitzkomfort, Modell, Klima, Thermophysiologie.

## 1. Einleitung

Fahrzeuginsassen sind im Sommer auch bei Betrieb einer Klimaanlage aufgrund der hohen Wärmestrahlung einer erheblichen Hitzebelastung ausgesetzt. Die dadurch erhöhte Schweißproduktion führt im Kontaktbereich zum Sitz zu einem feuchtwarmen Mikroklima und konsekutiv zu einer Beeinträchtigung des thermischen Komforts (Bartels 2003; Bröde & Griefahn 1994, 2002, 2005).

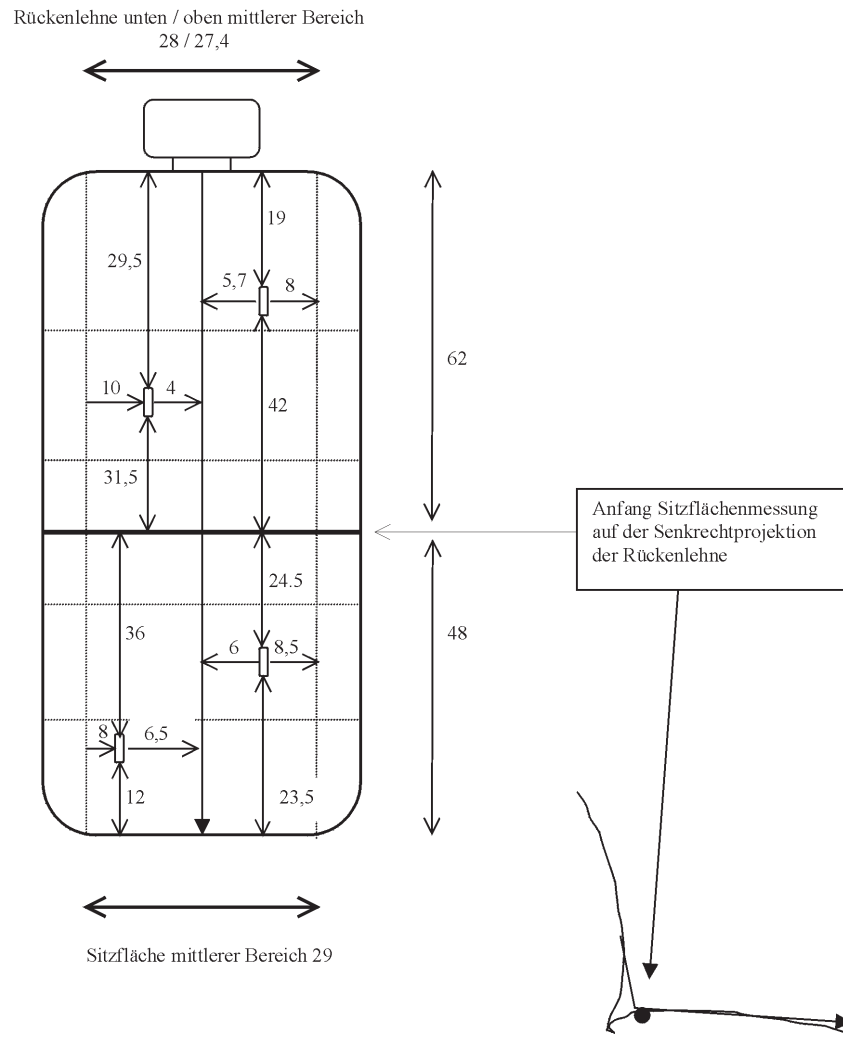
Während für das Temperaturempfinden in Fahrzeugen bereits Vorhersagemodelle existieren (Fiala et al. 2003; Rugh et al. 2004), fehlen diese in Bezug auf das Feuchtempfinden. Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher, die Entwicklung des Feuchtempfindens in Abhängigkeit vom Wasserdampfdruck zwischen Sitz und Körperoberfläche zu beschreiben.

## 2. Methode

### 2.1 Experimentelles Design und Prozedur

Insgesamt 56 Männer und 56 Frauen beteiligten sich an einem zweistündigen Versuch in der Klimakammer, in der die Lufttemperatur 25 °C, die mittlere Strahlungstemperatur 60 °C, die Luftgeschwindigkeit 0.5 m/s und die Feuchte 1.58 kPa betrug. Die Probanden saßen auf einem PKW-Sitz, wobei mit Feuchtefühlern der Wasserdampfdruck im Kontaktbereich zu Sitzfläche und Rückenlehne erfasst wurde (Abbildung 1). Das lokale Feuchtempfinden wurde auf einer 5-stufigen Skala (1: trocken, 2: etwas feucht, 3: feucht, 4: nass, 5: sehr nass) für verschiedene Körperregionen wiederholt, in der ersten Stunde in 5-Minuten- und in der zweiten Stunde in 10-Minuten-Intervallen erfragt (Bröde & Griefahn 2002).





**Abbildung 1:** Position der Messfühler auf dem Sitz- und auf dem Lehnenspiegel (Angaben in cm)

## 2.2 Datenanalyse und Statistik

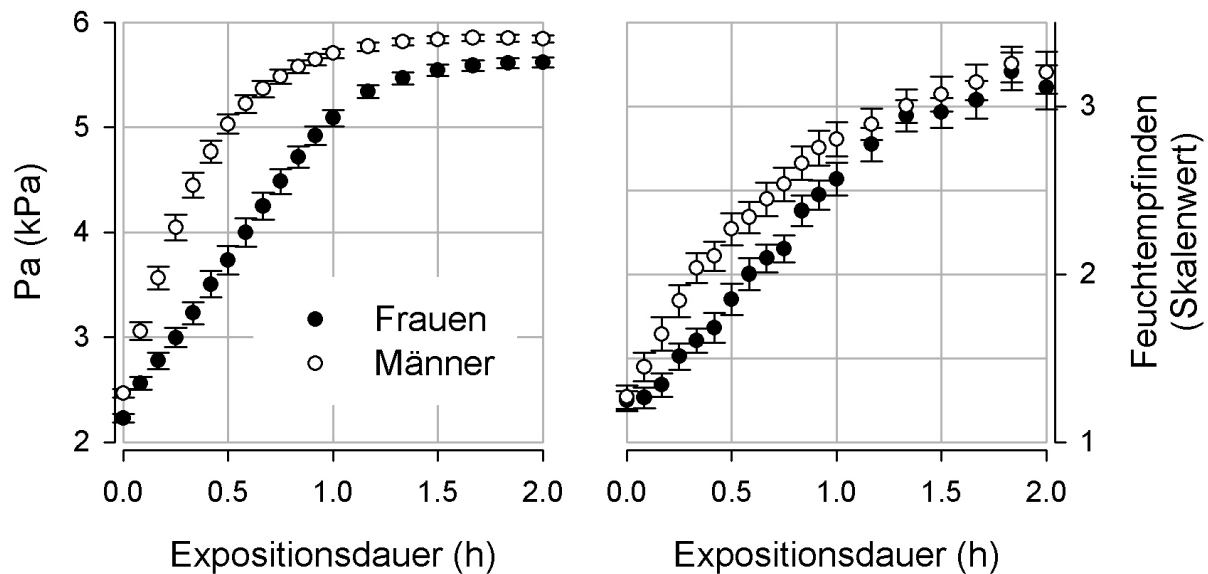
Der Einfluss von Geschlecht und Expositionszeit auf Wasserdampfdruck und Feuchtempfinden wurde mit ANOVAs für Messwiederholungen analysiert, die als lineare Modelle mit gemischten Effekten und unstrukturierter Kovarianz berechnet wurden (Littell et al. 1996).

Da in früheren Untersuchungen (Bröde & Griefahn 1994) bei Neutralbedingungen gelegentlich ein „etwas feuchtes“ Empfinden auftrat, wurde das Feuchtempfinden beim Erreichen des Skalenwerts „3: feucht“ dichotomisiert, und es wurden mit dem sog. GEE-Ansatz (Generalised Estimation Equations, Diggle et al. 1994) Vorhersagemodelle für den Anteil der Personen mit Feuchtempfinden in Abhängigkeit vom Wasserdampfdruck und von der Expositionsdauer berechnet.

## 3. Ergebnisse

Die Daten von 3 Studienteilnehmerinnen konnten aufgrund von Messfehlern nicht ausgewertet werden. Die folgende Darstellung bezieht sich auf die Ergebnisse für die Rückenlehne, da auf dem Sitzspiegel qualitativ sehr ähnliche Resultate beobachtet

wurden (Bröde & Griefahn 2002).



**Abbildung 2:** Mittelwerte und Standardfehler von Wasserdampfdruck (Pa) und Feuchtempfinden im Bereich der Rückenlehne für 53 Frauen und 56 Männer während der Expositionszeit

### 3.1 Verlauf von Wasserdampfdruck und Feuchtempfinden

Der Wasserdampfdruck zeigte einen stetigen, flacher werdenden Anstieg, der bei Männern früher einsetzte und insbesondere in der ersten Stunde zu signifikant höheren Werten als bei den Frauen führte (Abbildung 2).

Der Verlauf des Feuchtempfindens kovarierte mit dem des Wasserdampfdrucks (Abbildung 2), wobei das Feuchtempfinden bei den Männern während der ersten Stunde signifikant stärker ausgeprägt war, was mit der im Vergleich zu den Frauen höheren Schweißproduktion (Mehnert et al. 2002) erklärt wird.

### 3.2 Vorhersagemodell

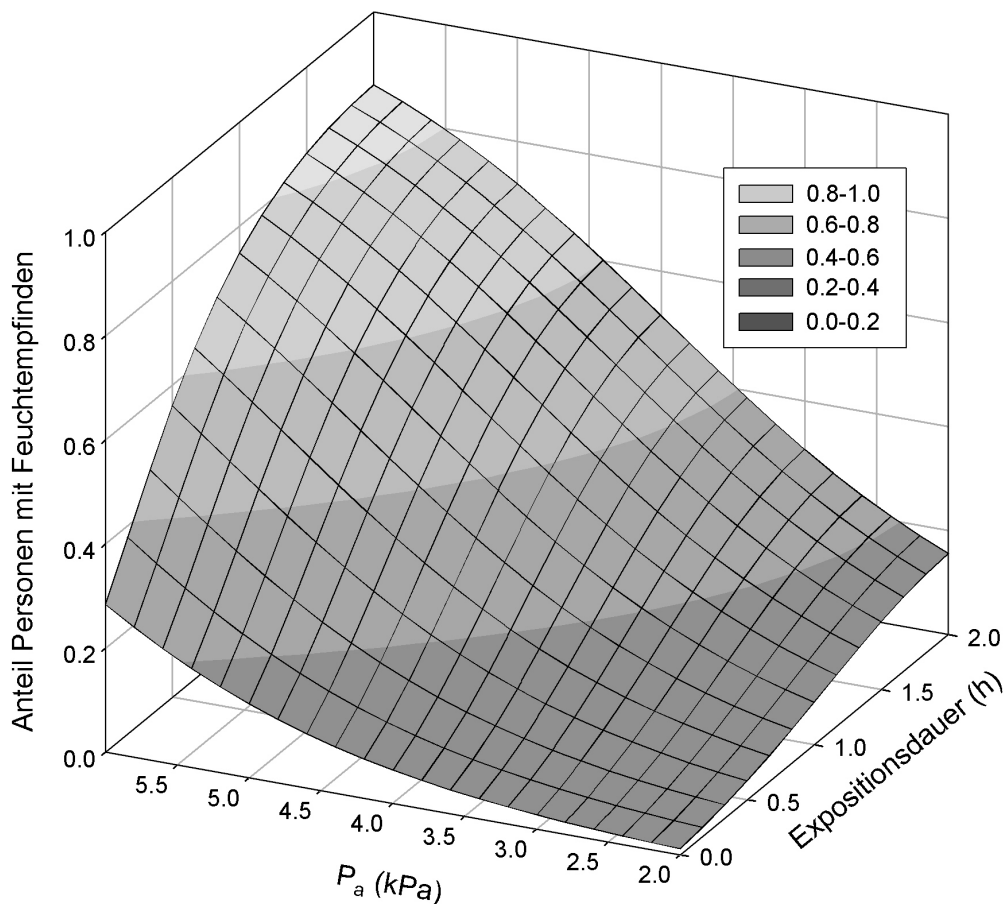
Abbildung 3 zeigt den aus Expositionsdauer und Wasserdampfdruck im Lehnensbereich vorhergesagten Anteil von Personen mit Feuchtempfinden, der hoch mit den beobachteten Werten korrelierte ( $r > 0.9$ ).

Eine ähnlich hohe Korrelation zeigte sich auch in Verbindung mit einem absoluten Vorhersagefehler von maximal 8% bei einem für die Modellbildung nicht verwendeten Validierungsdatensatz (Bröde & Griefahn 1994).

## 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Die Übereinstimmung der Vorhersagen mit den Beobachtungen in verschiedenen Datensätzen belegt die Eignung der entwickelten Modelle zur Prognose des Feuchtempfindens auf Fahrzeugsitzen bei sommerlichen Klimabedingungen.

Die Information zum Wasserdampfdruck kann dabei auch mit Thermopuppen (Thermal Manikins', Rugh et al. 2004) oder thermophysiologischen Modellen (Fiala et al. 2003) gewonnen werden.



**Abbildung 3:** Aus Wasserdampfdruck ( $P_a$ ) und Expositionsdauer vorhergesagter Anteil von Personen mit Feuchtempfinden im Kontaktbereich zur Lehne

## 5. Literatur

1. Bartels, V.T. 2003, Thermal comfort of aeroplane seats: influence of different seat materials and the use of laboratory test methods, *Applied Ergonomics*, 34, 393-399.
2. Bröde, P. & Griefahn, B. 1994, Physiologic effects of heat during simulated car driving. *Proceedings of the Second International Congress on Physiological Anthropology*. Kiel: German Society of Physiological Anthropology, 118-121.
3. Bröde, P. & Griefahn, B. 2002, Kriterien zur Beurteilung der Komfortbeeinträchtigung durch Feuchte-Entwicklung auf Kfz-Sitzen unter Hitzebelastung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeitswissenschaft im Zeichen gesellschaftlicher Vielfalt*. Dortmund: GfA-Press, 203-206.
4. Bröde, P. & Griefahn, B. 2005, Factors in the use of car seat ventilation. In: I. Holmér, K. Kuklane, & C. Gao (Eds.), *Environmental ergonomics XI, 11th International Conference on Environmental Ergonomics*. Lund: Lund University, 491-494.
5. Diggle, P.J., Liang, K.-Y. & Zeger, S.L. 1994, *Analysis of longitudinal data*. New York: Oxford University Press.
6. Fiala, D., Lomas, K.J. & Stohrer, M. 2003, First Principles Modeling of Thermal Sensation Responses in Steady-State and Transient Conditions, *ASHRAE Transactions*, 109, 179-186.
7. Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D. 1996, *SAS® System for Mixed Models*. Cary-NC: SAS® Institute Inc.
8. Mehnert, P., Bröde, P. & Griefahn, B. 2002, Gender-related difference in sweat loss and its impact on exposure limits to heat stress, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29, 343-351.
9. Rugh, J.P., Farrington, R.B., Bharathan, D., Vlahinos, A., Burke, R., Huizenga, C. & Zhang, H. 2004, Predicting human thermal comfort in a transient nonuniform thermal environment, *European Journal of Applied Physiology*, 92, 721-727.

## Subjektive Beurteilung der Arbeitsbedingungen in Tiefkühlzentren mit lagerspezifischen Arbeitsumgebungstemperaturen von +3°C und -24°C

Karsten KLUTH, Mario PENZKOFER und Helmut STRASSER

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen,  
Paul-Bonatz-Str. 9-11, D-57068 Siegen*

**Kurzfassung:** In einer detaillierten subjektiven Beurteilung wurden die Auswirkungen des Kommissionierens von gekühlten bzw. tiefgekühlten Lebensmitteln auf den subjektiven Erlebensbereich von 62 männlichen Arbeitspersonen (Apn) im Alter von 19-49 Jahren aus insgesamt 24 Tiefkühlzentren erfasst. Im Kühlhaus bei +3°C und im Tiefkühlhaus bei -24°C war natürlich unterschiedliche Kälteschutzkleidung zu tragen. In 57 Items spiegelte sich ein differenziertes Bild der Arbeitssituation wider. Die subjektive Beurteilung der Arbeitsumgebung, der Arbeitszeit und des Arbeitsmittels „Flurförderzeug“ durch die Mitarbeiter fällt in beiden Arbeitsbereichen generell positiv aus. Das gilt auch für die Kälteschutzkleidung. Bei der persönlichen Schutzausrüstung gibt es aber noch Verbesserungsmöglichkeiten mit dem Ziel, das deutlich verspürte Kälteempfinden in den Akren zu reduzieren. Das Heben und Tragen von bis zu 15 kg schweren Warenpaketen wird durch die Kommissionierkräfte nicht als eine übermäßig hohe körperliche Beanspruchung beurteilt, so dass sich das Personal insgesamt mit seinem Arbeitsplatz zufrieden zeigt.

**Schlüsselwörter:** Kältearbeit, Lebensalter, Subjektive Beurteilung, Arbeitsgestaltung.

### 1. Einleitung

Im Bereich der Kühl- und Tiefkühl-Arbeitsplätze in Warenzwischenlagern mit vorwiegenden Kommissioniertätigkeiten fehlte – nachdem im Jahr 2001 eine erste orientierende Evaluierung derartiger Arbeitsplätze in einem Industrieunternehmen vorgenommen worden war – eine detaillierte Bestandsaufnahme der aktuellen Arbeitssituation mit dem Ziel, langfristig die Beschäftigungsfähigkeit durch ein altersgerechtes Arbeits-Pausen-Regime zu sichern. Dem aktuellen Arbeitsschutzgesetz aus dem Jahr 1997 folgend, nach dem die arbeitswissenschaftliche Evaluierung bzw. Re-Evaluierung von Arbeitsplätzen zur Verpflichtung geworden ist, galt es hinsichtlich der Arbeitsbedingungen eine gründliche Analyse der Belastungsgrößen und Belastungsfaktoren, aber auch der Beanspruchung der betroffenen Arbeitnehmer vorzunehmen. Dabei waren die Aufenthaltszeiten der Mitarbeiter der Wareneingangskontrolle oder der Auslieferungsfahrer von lediglich wenigen Minuten in den verschiedenen Kältebereichen der Kühlung mit ca. +3°C und Tiefkühlung mit ca. -24°C trotz der ständigen Temperaturwechsel noch als unproblematisch anzusehen. Es galt aber, die Arbeitsbedingungen und die persönlichen Empfindungen der Kühl- und Tiefkühlhauskommissionierer mit ununterbrochenen Arbeitsphasen von bis zu zwei Stunden zu hinterfragen.

## 2. Methoden

Neben ausführlichen arbeitsphysiologischen Messungen (vgl. Kluth et al. 2008; Penzkofer et al. 2008) wurde zum Zwecke der Evaluierung eines altersdifferenzierten Arbeitseinsatzes in 24 Tiefkühlzentren des bereits im Jahr 2001 involvierten Industrieunternehmens auch eine Befragung zu den Folgen von Kältearbeit mit insgesamt 62 männlichen Arbeitspersonen (Apn) im Alter von 19-49 Jahren durchgeführt. Alle verfügten über eine ausreichende berufliche Erfahrung als Kommissionierer in Kälte. Die Zentren entstanden in den späten 90er Jahren, waren nach dem Stand neuester Technik ausgestattet, und wurden unter Beachtung ergonomischer Forderungen konzipiert.

Die arbeitspsychologisch orientierte, strukturierte Befragung erlaubte es, die subjektbezogenen Auswirkungen des Kommissionierens von Kühlware bei Umgebungstemperaturen von ca. +3°C und von Ware im Tiefkühlhaus bei ca. -24°C zu untersuchen. Mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens mit 57 Items wurden in Einzelinterviews u.a. das zeitabhängige Kälteempfinden, Daten zu den physischen Auswirkungen der Kommissioniertätigkeit auf eventuelle körperliche Beschwerden, zur geltenden Arbeitszeitregelung, zu den eingesetzten Arbeitsmitteln, zur Arbeitsumgebung und zu der zur Verfügung gestellten Arbeitsschutzkleidung erhoben und analysiert.

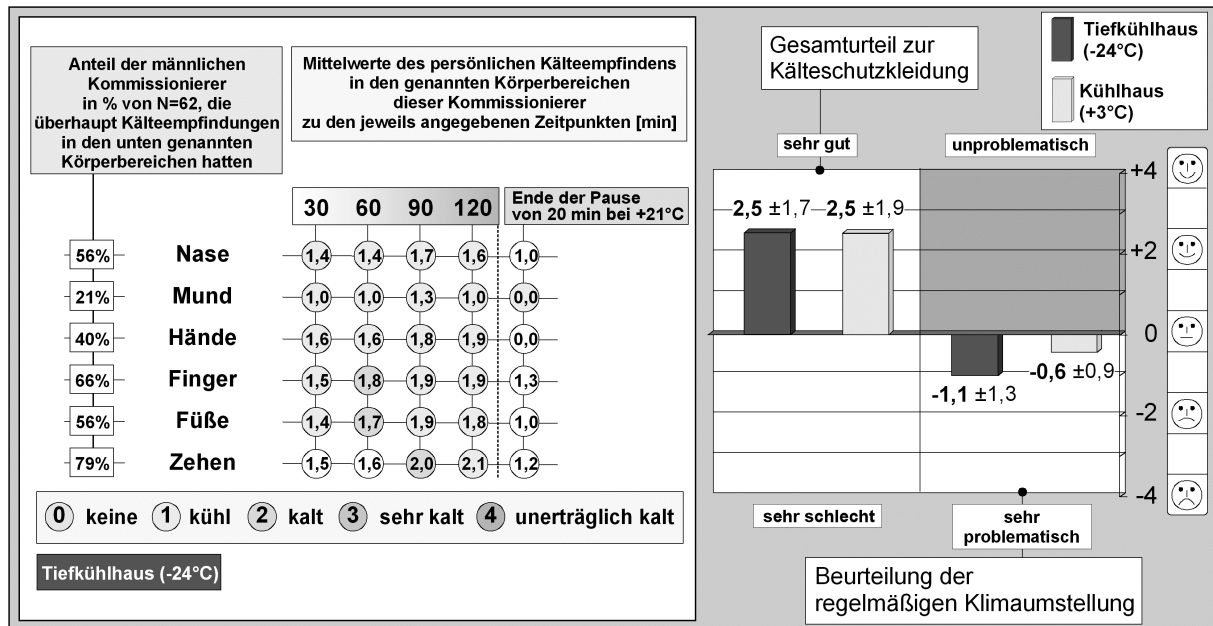
## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Arbeit in einem Tiefkühlhaus birgt trotz der getragenen Kälteschutzkleidung aufgrund der tiefen Temperaturen die Gefahr des Auskühlens einiger sensibler Körperpartien, wobei die Akren besonders davon betroffen sind. Erfahrungsgemäß kann eine starke Auskühlung z.B. der Hände die Arbeitsfähigkeit beeinflussen (vgl.

Imamura et al. 1998). Werden die betroffenen Körperpartien in der folgenden Aufwärmphase nicht wieder vollständig erwärmt, nehmen die Hauttemperaturen in der nachfolgenden Arbeitsphase natürlich weiter ab. Daher wurde in einem größeren Fragenkomplex neben der Güte der Kälteschutzkleidung auch mehrmals das zeitabhängige Kälteempfinden in verschiedenen Körperpartien abgefragt. Kälteschmerzen auf der Haut treten gewöhnlich bei Oberflächentemperaturen unter 17°C auf. Als Zumutbarkeitsgrenze gelten nach Kleinöder (1988) 14°C. In keinem Fall wurde diese Symptomatik bestätigt. Der linke Teil von Abb. 1 zeigt die Beurteilungen des Kälteempfindens auf der 4-stufigen Skala von „0“ (kein Kälteempfinden) bis „4“ (unerträglich kalt) in den Körperregionen „Nase, Mund, Hände, Finger, Füße und Zehen“, in denen mit den Prozentwerten zwischen 56% und 79% bei relativ vielen Apn negative Empfindungen auftraten. Sie liegen nach einer Arbeitszeit von 120 min im Tiefkühlhaus mit Einstufungen zwischen „1,0“ (kühl) und höchstens „2,1“ (kalt) recht niedrig. Für das Kühlhaus sind die Einstufungen, die in Abb. 1 nicht dargestellt sind, vernachlässigbar. Die Empfindungsstufen „sehr kalt“ oder etwa sogar „unerträglich kalt“ können, wenn überhaupt, nur sehr selten vorgekommen sein, ansonsten wären diese Mittelwerte nicht möglich. Weniger günstig aus thermophysiologischer Sicht ist es, dass bei einem „Restkälteempfinden“ nach der Aufwärmphase von bis zu „1,3“ in den Fingern, Füßen und Zehen, die nächste Kälteperiode bereits vorbelastet ist. Trotzdem wird der Schutzkleidung, gerade weil sie in allen weiteren Körperregionen nur zu einer mäßigen und fast gänzlich kompensierbaren Kältebeanspruchung führt, eine gute Schutzwirkung zugesprochen (siehe Abbildung 1 rechts). Dabei wirkt die phy-



sich anstrengende Kommissioniertätigkeit durch die dynamische Arbeitsausführung eher durchblutungsfördernd und ist so zusätzlich dem Kälteschutz förderlich.

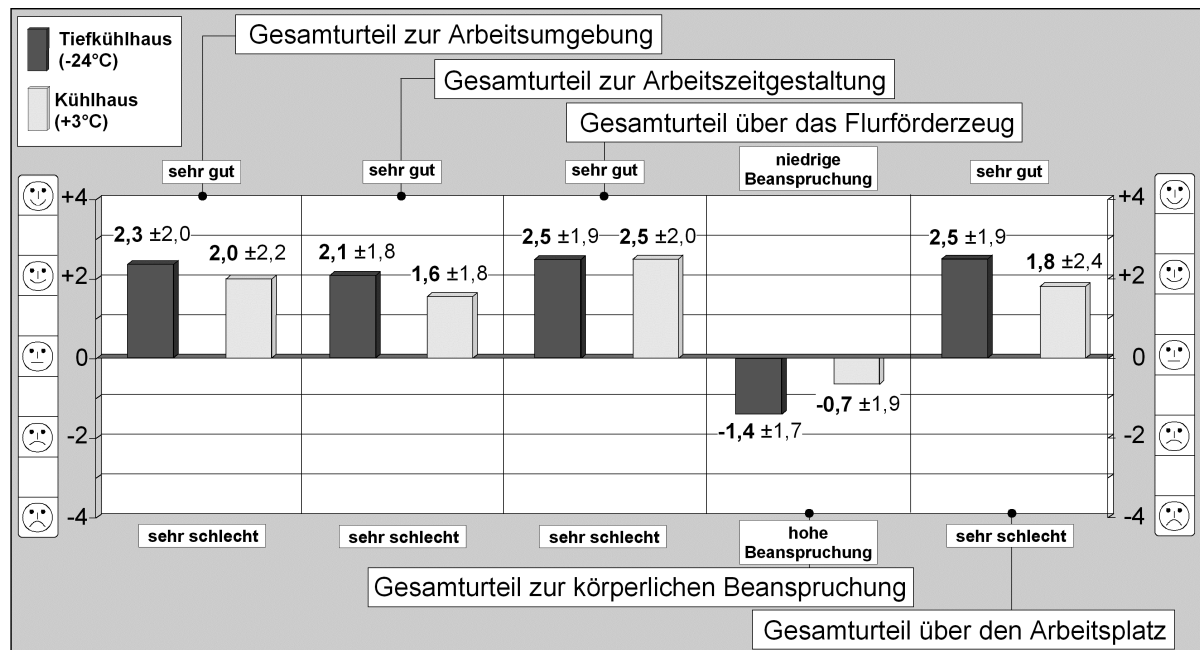


**Abbildung 1:** Verlauf der Kälteempfindungen in verschiedenen Körperteilen über einen Zeitraum von 120 min und einer anschließenden Aufwärmphase von 20 min. Dargestellt sind die Mittelwerte auf einer Skala von „0“ (keine negativen Empfindungen) bis „4“ (unerträglich kalt) derjenigen Kommissionierer (in %), die überhaupt Kälteempfindungen im Tiefkühlhaus hatten (links). Subjektive Beurteilung der eingesetzten Kälteschutzkleidung im Kühl- und Tiefkühlhaus sowie der täglich mehrmaligen Umstellung zwischen warmer und kalter bzw. sehr kalter Umgebungstemperatur (rechts). Mittelwerte und Standardabweichungen über 62 männliche Arbeitspersonen

Der Arbeitseinsatz im Tiefkühlzentrum verursacht eine regelmäßige Umstellung des Arbeitnehmers von Wärme auf Kälte und umgekehrt. Der Temperaturwechsel zwischen +21°C im Sozialbereich und -24°C im Tiefkühlhaus wird aber mit „-1,1 ±1,3“ nur als „etwas problematisch“ beurteilt. Mit „-0,6 ±0,9“ wird der Wechsel zwischen dem Sozialbereich und dem +3°C kalten Kühlhaus als nahezu unproblematisch angesehen. Auch in diesen Ergebnissen kommt die gute Wirkung der an den jeweiligen Kältebereich angepassten Schutzkleidung zum Ausdruck. So ist die in Abbildung 2 ganz links dargestellte, recht positive Gesamtbeurteilung der Arbeitsumgebung mit „2,3 ±2,0“ im Tiefkühlhaus und mit „2,0 ±2,2“ im Kühlhaus, für beide Arbeitsbereiche nicht verwunderlich. „Ziemlich gut“ (2,1 ±1,8 im Tiefkühlhaus bzw. 1,6 ±1,8 im Kühlhaus) sind die Ergebnisse zur Arbeitszeitgestaltung. Die im Einschicht-Betrieb arbeitenden Kommissionierkräfte können den morgendlichen Beginn ihrer Arbeit in Grenzen individuell ebenso selbst bestimmen wie die Anzahl und Länge der Pausen. Da dieses in den kleineren Teams im Tiefkühlhaus sogar besser gelingt als im Kühlhaus, ist folgerichtig auch die Beurteilung etwas positiver. Flurförderzeuge sind die wichtigsten Arbeitsmittel beim Kommissionieren von gekühlten oder tiefgeköhlten Lebensmitteln, da nur mit ihrer Hilfe Warenpaletten mit einem Gesamtgewicht von mehr als 300 kg bewegt werden können. Der Vorteil der zum Einsatz kommenden Scherenhubkommissioniergeräte besteht darin, dass die Arbeitshöhe variiert werden kann und somit die Paletten nicht nur wenige Zentimeter (wie bei dem allgemein als „Ameise“ bekannten Palettenhubwagen) angehoben werden können, sondern bis in Hüfthöhe, was das Kommissionieren der Warenkartons bei einer noch leeren oder



wenig befüllten Palette deutlich erleichtert. Dieser lagerunabhängige Vorteil zeigt sich auch in den Ergebnissen der Befragung (siehe Abbildung 2 Mitte).



**Abbildung 2:** Subjektive Gesamturteile als Übersichtsergebnisse zu den im Fragebogen detailliert hinterfragten Themengebieten Arbeitsumgebung, Arbeitszeitgestaltung, Arbeitsmittel Flurförderzeug und körperliche Beanspruchung sowie das subjektive Gesamturteil über den Arbeitsplatz. Mittelwerte und Standardabweichungen über 62 männliche Arbeitspersonen

Weiterhin lässt sich feststellen, dass die subjektive Beurteilung der Arbeitsbedingungen nicht durch übermäßige körperliche Beschwerden ungewöhnlich negativ ausfällt. Mit einem höheren Gesamtmittelwert von „-1,4 ± 1,7“ für das Tiefkühlhaus gegenüber „-0,7 ± 1,9“ für das Kühlhaus kommt die „etwas höhere“ körperliche Gesamtbeanspruchung zum Ausdruck, die durch die teilweise schwerere Tiefkühlware verursacht wird. Unterstützt wird der letztlich sogar deutlich positive Gesamteindruck der Befragungsergebnisse durch ein ausgesprochen hohes Maß an bekundeter Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz. Bemerkenswert ist die gegenüber dem Vergleichsarbeitsplatz im Kühlhaus sogar bessere Beurteilung des kältebedingt vermeintlich stärker fordernden Arbeitsplatzes (mit Werten von „2,5 ± 1,9“ gegenüber „1,8 ± 2,4“). Das Tiefkühlhaus zeichnete sich allerdings auch durch eine in den Einzelgesprächen bekundete, etwas ruhigere Arbeitsatmosphäre aus.

#### 4. Literatur

1. Kluth, K., Penzkofer, M. & Strasser H. 2008, Altersdifferenzierte Analyse und Beurteilung der Auswirkungen von Kältearbeit auf die Hautoberflächen- und Körperkern-Temperatur männlicher Kommissionierer. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 235-238.
2. Imamura, R., Rissanen, S., Kinnunen, M. & Rintamäki, H. 1998, Manual Performance in Cold Conditions while Wearing NBC Clothing, *Ergonomics*, 41, 1421-1432.
3. Kleinöder, R. 1988, Ergonomische Gestaltung von Kältearbeit bei -30°C in Kühl- und Gefrierhäusern. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Dortmund: BauA.

4. Penzkofer, M., Kluth, K. & H. Strasser 2008, Beanspruchungsreaktionen männlicher Arbeitspersonen auf Kälteexpositionen von +3°C und -24°C bei Kommissionierarbeit. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 225-229.

Die Autoren bedanken sich ausdrücklich bei dem Lebensmitteldiscount-Unternehmen für die freundliche Unterstützung der Untersuchungen im Rahmen des DFG-Forschungsvorhabens „Lebensalter und Kältearbeit“ (DFG STR 392/5-1).



## Physiologische Auswirkungen von Kältearbeit bei +3°C bzw. -24°C auf den Blutdruck

Mario PENZKOFER, Karsten KLUTH und Helmut STRASSER

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen,  
Paul-Bonatz-Str. 9-11, D-57068 Siegen*

**Kurzfassung:** Kommissionierleistungen von im untersuchten Fall durchschnittlich 1,6 t/h mit ca. 230 Umsetzvorgängen und Einzelgewichten von bis zu 15 kg stellen in Verbindung mit Arbeitsumgebungstemperaturen von bis zu -24°C und dem zusätzlichen Tragen von bis zu 5 kg schwerer Kälteschutzkleidung erhebliche Anforderungen an den Menschen. Deshalb sollte im Rahmen eines größeren Forschungsvorhabens die Beanspruchung durch das Kommissionieren von Kühl- bzw. Tiefkühlprodukten arbeitsphysiologisch evaluiert werden. Am Beispiel des Blutdrucks werden die Ergebnisse der körperlichen Beanspruchung bei der Arbeit in zwei verschiedenen Kältebereichen vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** Kältearbeit, Blutdruck, Arbeitsplatzgestaltung, Arbeitsphysiologie.

### 1. Einleitung

Die immer besser werdende Qualität und damit einhergehende steigende Absatzzahlen von Kühl- bzw. Tiefkühllebensmitteln führen zu einer Zunahme an Arbeitsplätzen im Bereich der Herstellung und Distribution dieser Waren. Ein Schlüsselement in der Verteilungskette stellen die in Tiefkühlzentren anzutreffenden Kommissioniersysteme dar. Durch immer kleinere, tagesaktuelle Bestellmengen je Artikel und die dadurch ausgelösten häufigeren Bestellungen werden selbst auf der Großhandelsebene und der Fertigwareenseite der Produzenten immer seltener artikelreine Ladeeinheiten versendet. Stattdessen müssen die Einheiten in Kleinmengen kommissioniert werden, d.h. die Versandeinheit für den Auftrag wird aus vielen verschiedenen Artikeln zusammengestellt. Trotz aller Automatisierungserfolge im Materialfluss und in der Logistik ist die Tätigkeit des Kommissionierens in Kälte nicht technisch realisierbar. Allein das Umsetzen und Stapeln der bis zu 15 kg schweren Warenpakete stellt bereits eine physisch anspruchsvolle Aufgabe für den Kommissionierer dar. Durch die speziellen Arbeitsbedingungen in Tiefkühlzentren wird sie noch erschwert (vgl. Bongwald et al. 1995). Vor allem die Arbeitsumgebung mit zum Teil extremen Temperaturen von bis zu -24°C führt zu einer außergewöhnlichen Doppelbelastung für den Menschen. Andererseits würde aber auch eine physische „Nullbelastung“ die Kältebeanspruchung eher erhöhen.

Es gibt bislang nur wenige, meist im Labor ausgeführte Untersuchungen u.a. von Forsthoff (1983), Kleinöder (1988) und Häcker (1989), die sich mit der Problematik der Arbeit in Kälte und ihrer Auswirkungen auf den menschlichen Körper befassen. Deshalb wurde versucht, in einer arbeitsphysiologischen Felduntersuchung die physische Beanspruchung von Kältearbeit zu objektivieren.

## 2. Methode

In einem gewerblichen Tiefkühlzentrum sollten an jeweils 15 männlichen Arbeitspersonen (Apn) in Altersklassen von 20-35 Jahren und 40-65 Jahren bei +3°C im Kühllager und bei -24°C im Tiefkühlager die Auswirkungen der Kältearbeit auf den Organismus gemessen und beurteilt werden. Die jeweils ausschließlich im Kühl- oder Tiefkühlhaus zu absolvierende Kommissionierarbeit gliederte sich in drei Arbeitsphasen mit einer Dauer von 80, 100 und 120 min – unterbrochen durch jeweils 20-minütige Aufwärmepausen – wobei reale durchschnittliche Kommissionierleistungen von 1,6 t bei 230 Umsetzvorgängen pro Stunde zu bewältigen waren (siehe Kluth & Strasser 2006).

Während der Arbeit in Kälte waren neben weiteren arbeitsphysiologisch relevanten Parametern, wie z.B. der Herzschlagfrequenz oder der Körperkerntemperatur (siehe Penzkofer et al. 2008; Kluth et al. 2008) auch die Auswirkungen der Kälteexposition auf den Blutdruck von Interesse, da dieser aus arbeitsmedizinischer Sicht nicht nur eine entscheidende Beanspruchungsgröße zur Beurteilung des Aktivitätszustandes des Herz-Kreislauf-Systems sowohl unter Ruhe als auch unter Arbeitsbedingungen ist (vgl. Seibt & Scheuch 1998), sondern auch einen wesentlichen physiologischen Mechanismus zur Thermoregulation darstellt.

Zur diskontinuierlichen Erfassung des Blutdrucks wurde das Boso TM 2430 Langzeit-Blutdruckmessgerät eingesetzt. Das auf geringes Gewicht und kleine Abmessungen optimierte Gerät wurde speziell für die vollständig mobile Messung entwickelt und beruht auf der RIVA-ROCCI-Messmethode, wobei es nach dem oszillometrischen Messprinzip arbeitet. Hierbei werden die durch die Pulswellen verursachten und von der Manschette übertragenen Druckschwankungen (Oszillationen) abgespeichert und von einem Mikroprozessor ausgewertet. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass kein Mikrofon erforderlich ist, von dessen genauer Positionierung die Zuverlässigkeit der Messwerte weitgehend abhängig ist.

Der Blutdruck wurde alle 15 min während des Arbeitstages gemessen. Somit fanden insgesamt 21 Messungen innerhalb der Arbeitsphasen und jeweils eine Messung in den Aufwärmepausen statt. Zusätzlich wurden bei jeder Apn mindestens zwei Messwerte im +21°C warmen Pausenraum vor Beginn und nach Beendigung des Arbeitstages ermittelt.

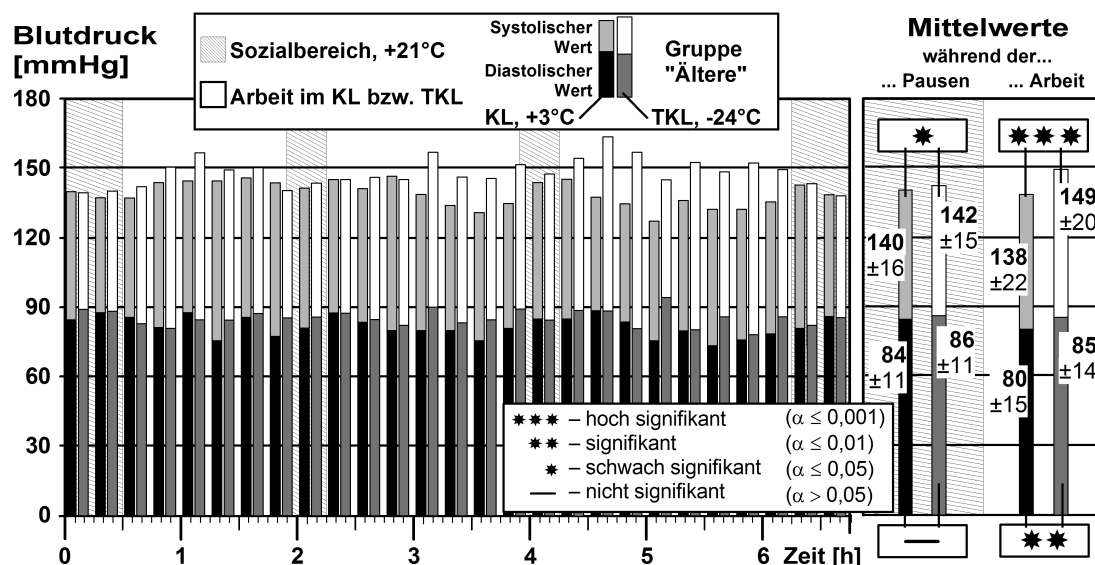
## 3. Ergebnisse und Diskussion

Bei einer Umgebungstemperatur von +21°C liegt der Normalwert des brachialen Blutdrucks eines gesunden jungen Menschen in Ruhe bei ca. 120 mmHg systolisch und ca. 80 mmHg diastolisch. Die World Health Organization (WHO) klassifiziert jedoch Blutdruckwerte bis 140 mmHg und 90 mmHg noch als im Bereich der Normotonie liegend. Bei Werten von 140 bis 160 mmHg spricht man von Grenzwerthypertonie, erst bei Werten darüber hinaus von Hypertonie. Neben circadianen Schwankungen treten, ausgehend vom basalen Blutdruck (als morgendlich niedrigstem Wert) über den „Gelegenheitsblutdruck“, mitunter starke Erhöhungen unter statischen und dynamischen Belastungen als durchaus physiologische Reaktionen auf.

Der morgendliche Ausgangswert der hier untersuchten Probanden war mit 140 mmHg systolisch und 80 mmHg diastolisch für die 20-35 Jahre alten Apn bzw. 140 mmHg zu 85 mmHg für die 40-65 Jahre alten Apn durchaus höher als der Normalwert, lag aber immer noch im Normotoniebereich. Diese bereits zu Beginn der Mes-

sung doch recht hohen Werte sind wohl zum Teil auf die ungewohnte Situation als „Versuchskaninchen“ und das damit verbundene „white coat syndrom“ zurückzuführen (vgl. Dolan et al. 2004). Damit waren während der eigentlichen, bis zu zwei Stunden langen Kommissioniertätigkeit im Kühl- bzw. Tiefkühlhaus keine deutlichen Blutdrucksteigerungen mehr zu erwarten. Aber auch in den vergleichsweise kurzen 20-minütigen Arbeitspausen war keine Abnahme der Blutdruckwerte – insbesondere des systolischen Wertes – in den Normalbereich festzustellen.

In Abbildung 1 sind die ermittelten Werte im Kühl- und Tiefkühlbereich für die Gruppe der älteren Apn dargestellt. Im Kühlbereich bei +3°C (vgl. Säulen mit schwarzem Sockel) lagen die Mittelwerte der älteren Probandengruppe in einem Bereich um 140/80 mmHg, exakt bei 140/84 mmHg in den Pausen und bei nur 138/80 mmHg während der Kälteexposition von +3°C. Bei den Blutdruckwerten im Tiefkühlbereich (vgl. Säulen mit dunkelgrauem Sockel) zeigten sich bei gleicher Arbeit hinsichtlich Belastungshöhe und Zeitverlauf erkennbare und – auf Grundlage eines 2-seitigen t-Tests nach Sachs (1974) – auch signifikant höhere Werte, von nämlich 142/86 mmHg in den Pausen und immerhin 149/85 mmHg während der Kälteexposition von -24°C.



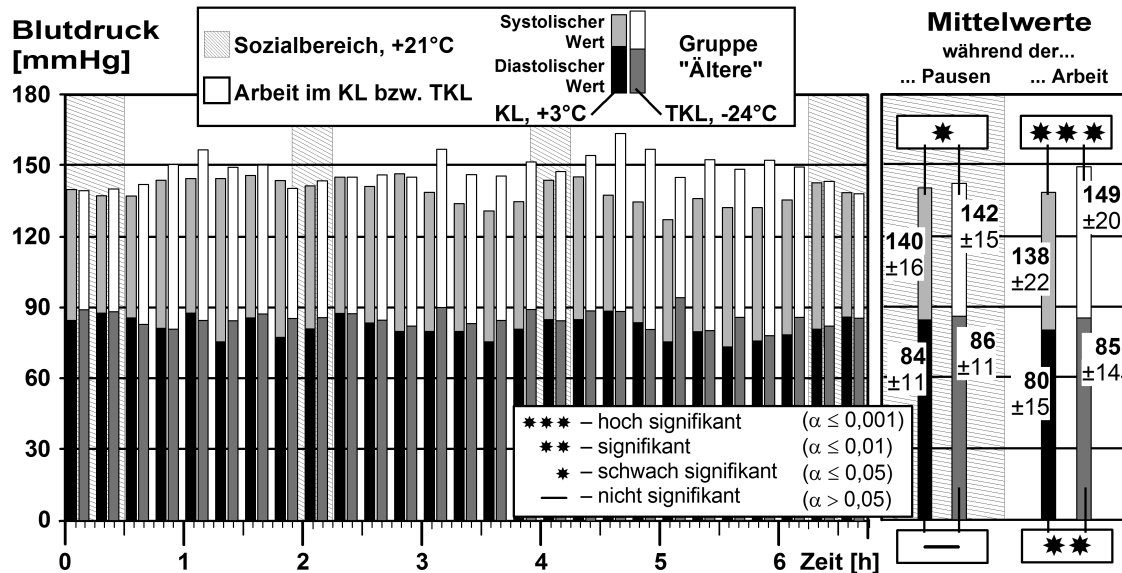
**Abbildung 1:** Verlauf des Blutdruckes während der Arbeit im Kühllager (KL) bei +3°C bzw. im Tiefkühlager (TKL) bei -24°C und in der Pause im Sozialbereich bei +21°C. Mittelwerte über 15 Apn der Altersklasse 40-65 Jahre

Gründe für die um bis zu ca. 10 mmHg höheren systolischen Blutdruckwerte in dem mit -24°C erheblich kälteren Bereich sind zum einen im Tragen der Kälteschutzkleidung zu sehen, da besonders das zusätzliche Gewicht der Tiefkühlhauskleidung eine gewisse kreislaufstimulierende Wirkung haben kann, zum anderen aber auch in der extremen Klimabelastung, die trotz der guten Schutzkleidung erhöhte Anforderungen an die thermophysiologischen Regulationsmechanismen stellt. So konnte bereits eine Reihe von Forschergruppen in Laboruntersuchungen (u.a. Ozaki et al. 1998) nachweisen, dass der Blutdruck auch kältebedingt durch die periphere Vasoconstriction zur Minimierung der Wärmeverluste des Körperkerns gegenüber wärmerem Klima deutlich ansteigt.

Lokale Kältereize, wie bspw. im schlecht geschützten Gesicht oder an den weniger gut geschützten Händen und Füßen, führen ebenfalls zu einem deutlichen Anstieg des Blutdrucks (vgl. z.B. Hines & Brown 1995), der bei kälteakklimatisierten



Personen jedoch geringer ausfallen kann. Das zeigen auch die in Abbildung 2 dargestellten Messergebnisse von 4 professionellen jungen Kommissionierern mit langjähriger Berufserfahrung. Ihre Werte lagen durchschnittlich 10 mmHg systolisch bzw. 5 mmHg diastolisch unter den Werten der Vergleichsgruppe der ebenfalls jüngeren Apn ohne Kommissioniererfahrung in Kälte.



**Abbildung 2:** Verlauf des Blutdruckes während der Arbeit im Tiefkühlager (TKL) bei -24°C und in der Pause im Sozialbereich bei +21°C.  
 Mittelwerte über 4 professionelle Kältekommissionierer („Profis“) und 11 Apn ohne Kommissioniererfahrung in Kälte („Novizen“) der Altersklasse 20-35 Jahre

Da der Blutdruck durch eine Fülle von Faktoren beeinflussbar ist, die während der Felduntersuchung nicht vollständig berücksichtigt werden konnten, wie z.B. die individuelle Lebensführung und sonstige Einflüsse (z.B. Essgewohnheiten, Wohn- Lebens- oder Arbeitsbedingungen wie Stress, Bewegungsmangel u.a. (vgl. Seibt & Scheuch 1998), dürfen die doch recht hohen Messwerte nicht überbewertet werden. Sie sind durchaus noch als physiologisch unauffällig zu beurteilen.

#### 4. Literatur

1. Bongwald, O., Luttmann, A. & Laurig, W. 1995, Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG).
2. Dolan, E., Stanton, A., Atkins, N., Den Hond, E., Thijs, L., McCormack, P., Staessen, J. & O'Brien, E. 2004, Determinants of white-coat hypertension, Blood Pressure Monitoring, 9, 307–309.
3. Forsthoff, A. 1983, Arbeit in -28°C. Arbeitsphysiologische Untersuchung zur klimatischen Belastung bei Körperarbeit in extrem tiefen Umgebungstemperaturen unter besonderer Berücksichtigung der Kühlhausarbeit. Dokumentation Arbeitswissenschaft, Band 9. Köln: Schmidt.
4. Häcker, H. 1989, Psychologische Determinanten von Kältearbeit bei -30°C. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
5. Hines, E.A. & Brown, G.E. 1975, Proc. Staff Meeting Mayo Clinic 7, 322, 1932. In: J. Leblanc, Man in the Cold. Springfield-USA: Charles C. Thomas Publisher.
6. Kluth, K. & Strasser, H. 2006, Heart rate and blood pressure responses to working in the cold. In: R.N. Pikaar, E.A.P. Koningsveld & P.J.M. Settels (Eds.), Meeting Diversity in Ergonomics. Amsterdam: Elsevier.
7. Kleinöder, R. 1988, Ergonomische Gestaltung von Kältearbeit bei -30°C in Kühl- und Gefrierhäusern. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

8. Kluth, K., Penzkofer, M. & Strasser, H. 2008, Age-related analysis and assessment of the effects of working in the cold on skin-surface temperature and body-core temperature of male order-pickers. In: W. Karwoski & G. Salvendy (Eds.), Proceedings of the 2nd International Conference of Applied Human Factors and Ergonomics (AEI 2008). Las Vegas-USA: USA Publishing.
9. Ozaki, H., Enomoto-Koshimizu, H., Toshihara, Y. & Nakamura, K. 1998, Thermal Responses from Repeated Exposures to Severe Cold with Intermittent Warmer Temperatures, Applied Human Science, 17 (5), 195-205.
10. Penzkofer, M., Kluth, K. & Strasser, H. 2008, Physiological responses of male subjects to cold exposures at +3°C and -24°C during warehouse commissioning work. In: W. Karwoski & G. Salvendy (Eds.), Proceedings of the 2nd International Conference of Applied Human Factors and Ergonomics (AEI 2008). Las Vegas-USA: USA Publishing.
11. Sachs, L. 1974, Angewandte Statistik, Planung und Auswertung. Methoden und Modell. Heidelberg: Springer-Verlag, 209-216.
12. Seibt, R. & Scheuch, K. 1998, Blutdruckmessung in der Arbeitsphysiologie, Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Projekt-Nr. DFG STR 392/5-1).



# Anthropometrische Daten in Normen als Grundlage für eine ergonomische Arbeitsgestaltung

Hansjürgen GEBHARDT<sup>1</sup>, Andreas SCHÄFER<sup>1</sup>,  
Karl-Heinz LANG<sup>1</sup> und Anja VOMBERG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie (ASER) e.V.,  
Corneliusstr. 31, D-42329 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) – Geschäftsstelle –  
Alte Heerstraße, D-53757 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Die Anthropometrie liefert Körpermaßdaten, die in vielen Bereichen – so auch bei der sicherheits- und gesundheitsgerechten Gestaltung von Arbeitssystemen und Produkten – von erheblicher Bedeutung sind. In nationalen, europäischen und internationalen Normen sind Körpermaßdaten zu finden, die Anwendern den Stand des Wissens im Bereich der Anthropometrie zur Verfügung stellen sollen. Im Rahmen einer Studie im Auftrag der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) wurde hierzu eine Bestandsaufnahme durchgeführt. Bei der Analyse der Normen zeigten sich z.T. deutliche Unterschiede bei den für die Gestaltung wichtigen 5 und 95-Perzentilwerten. Gründe hierfür sind einerseits unterschiedliche zugrunde gelegte Populationen, aber auch das Alter der jeweils zugrunde gelegten Messzeiträume. Zudem ist festzustellen, dass abgeleitete Werte nicht selten keinen eindeutigen Bezug zu anthropometrischen Maßen aufweisen, was eine Aktualisierung erschwert.

**Schlüsselwörter:** Ergonomie, Arbeitsgestaltung, Anthropometrie, Normen.

## 1. Einleitung

Anthropometrische Daten werden im Bereich des Arbeitsschutzes z.B. für die Bemessung von Schutzabdeckungen oder Abständen zu gefahrenträchtigen Teilen benötigt. Im Bereich der Gestaltung von Arbeitsplätzen werden z.B. Reichweiten abgeleitet, die einen optimierten Arbeitsablauf ermöglichen, ebenso werden Anforderungen an die Gestaltung von Steh- und Sitzarbeitsplätzen formuliert. Im Bereich der Gestaltung von technischen Arbeitsmitteln und Verbraucherprodukten werden z.B. die Abmessungen von Arbeitsstühlen und Arbeitstischen ebenso wie Maschinenabmessungen hieraus abgeleitet.

Anthropometrische Daten sind daher Bestandteil vieler Normen, die Aussagen zum Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstelle enthalten, um die hiernach zu konstruierenden Produkte in maßlicher Hinsicht sicher und gesundheitsgerecht gestalten zu können. Maßgeblich ist dabei die Verteilung der Körpermaßdaten, die üblicherweise durch die Angabe von Perzentilwerten beschrieben werden. Für die Gestaltung wesentlich sind dabei je nach Zielsetzung das 1., 5. sowie das 95. und 99. Perzentil. Es gilt zu beachten, dass diese Werte einerseits abhängig von der gewählten Population sind, andererseits aber auch eine Varianz bezüglich des Erhebungszeitpunkts aufweisen, die es zu berücksichtigen gilt. Längenakzeleration aber auch die Veränderung von Umfangsmaßen sind hier nur zwei aktuelle Aspekte. Aufgabe der

Bereitstellung von Daten ist es daher, eine Aktualisierung zu gewährleisten, und Aufgabe der Anwendung dieser Daten ist es, diese Veränderungen angemessen zu berücksichtigen bzw. sicherzustellen, wie dies gewährleistet werden kann. Im Rahmen einer Bestandsaufnahme (Gebhardt et al. 2009) wurden Normen mit Blick auf diese Aspekte analysiert und die Ergebnisse in Übersichten bereitgestellt.

## 2. Methode

Ausgangspunkt für die Auswahl der Normen bildete eine Recherche unter Einsatz des Instrumentes „Normen-Recherche Arbeitsschutz“ (NoRA, siehe dazu: <http://nora.kan.de>, Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), Sankt Augustin). Dieses Instrument ist gegenüber anderen Instrumenten wie z.B. Perinorm (siehe dazu: <http://www.perinorm.com>, Perinorm: bibliographische Datenbank, umfasst Datenbanken aus 23 Ländern, sowie die Daten der europäischen und internationalen Normungsinstitute) besonders für die hier bearbeitete Themenstellung geeignet, da in NoRA nur solche Normen enthalten sind, die einen Bezug zum Arbeitsschutz aufweisen. So konnte sichergestellt werden, dass bei den betrachteten Normen ein Bezug zum Arbeits- und Gesundheitsschutz besteht.

Als wesentliche Stichworte wurden dabei „Anthropometrie“ sowie „Körpermaß“ verwendet. Die resultierende Liste der Normen reicht dabei von Messanforderungen sowie Aufstellungen zu Körpermaßen über hieraus abgeleitete Größen wie Sicherheitsabstände, Zugangsöffnungen, Anforderungen an Datenbanken bis hin zu Produktgruppen- bzw. Produktnormen, die Gestaltungsanforderungen an konkrete Produkte bzw. Produktgruppen zum Gegenstand haben.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Strukturierungsvorschlag für Normen mit anthropometrischem Bezug

In einem ersten Schritt wurde eine Strukturierung für Normen mit anthropometrischen Bezügen erarbeitet. Ziel war, innerhalb der Normen sowohl der Bereitstellung von Daten sowie deren Anwendung im Rahmen der Gestaltung Rechnung zu tragen, da diese i.d.R. durch unterschiedliche Personengruppen und auch unterschiedliche Normungsgremien repräsentiert werden. Grundlage bildete der „KAN-Leitfaden zur Behandlung ergonomischer Aspekte in der Normung“ (siehe dazu: <http://www.kan.de/de/normat/themen/uebergreifende-themen/ergonomie.html>, Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), Sankt Augustin). Der Strukturierungsvorschlag ist in Tabelle 1 zusammen mit Beispielen von Normen wiedergegeben. Im Bereich der Basisnormen (B) wird dabei unterschieden zwischen Normen mit Definitionen und Messverfahren (B1) und solchen, die konkrete Körpermaßangaben (B2) beinhalten. Weiterhin wurden solche abgegrenzt (G/P), die Anforderungen an Produkte oder Produktgruppen beinhalten, in denen jedoch auch Angaben zu bestimmten Körpermaßen gemacht werden. Dem Normen-Typ D (für derived = abgeleitet) wurden solche Normen zugeordnet, die aus Körpermaßen abgeleitete Gestaltungswerte beinhalten.

### 3.2 Anthropometrische Maße in Normen

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, sind Angaben zu Körpermaßen sowohl in Basisnormen (B2) als auch in Produkt- bzw. Produktgruppennormen (G/P) enthalten. Diese unterscheiden sich maßgeblich hinsichtlich der zu Grunde liegenden Populationen, aber auch

hinsichtlich des Erhebungszeitpunktes. Populationen, die hier Berücksichtigung finden, sind die bundesdeutsche Wohnbevölkerung (z.B. DIN 33402-2), die Europabevölkerung (z.B. DIN EN 547-3) oder die Weltbevölkerung (z.B. DIN EN ISO 11064-3). Zudem sind Angaben zu berufsgruppen-spezifischen Bevölkerungsteilen (DIN EN ISO 3411) zu finden. Dies führt z.B. im Fall der Körperhöhe bei den für die Gestaltung wichtigen Angaben des 5. und 95. Perzents zu Wertebereichen von 1390-1600 mm bzw. 1855-1910 mm (vgl. Gebhardt et al. 2009). Betrachtet man die Ursprünge, so können als wesentliche Quellen Jürgens et al. (1989), Jürgens et al. (1998) und Jürgens (2004) genannt werden. Lediglich in einem Fall (Jürgens 2004) ist der Zeitraum der Erhebung unmittelbar ablesbar (1999-2002) und so auch in DIN 33402-2 angegeben. Die übrigen Zeiträume der Erhebungen liegen deutlich davor.

**Tabelle 1:** Strukturierung von Normen mit anthropometrischem Bezug und Beispiele betrachteter Normen

Normen-Typ	Klassifizierung und Beispiele
<b>B1</b>	<b>Definitionen und Messverfahren</b>
	DIN EN ISO 7250 (1997-10): Wesentliche Körpermaße DIN EN ISO 20685 (2006-02): 3D-Scanverfahren.. DIN 33402-1 (2008-03): Körpermaße des Menschen - Begriffe
<b>B2</b>	<b>Angabe von bestimmten Körpermaßen</b>
	DIN EN 547-3 (1997-09): Körpermaße des Menschen – Daten DIN 33402-2 (2005-12): Körpermaße des Menschen – Werte ISO DTR 7250-2 (2008-12): Statistical summaries (*)
<b>G/P</b>	<b>Produkt- oder Produktgruppennormen, in denen Körpermaßdaten vorkommen</b>
	DIN EN ISO 3411 (2007-11): Erdbaumaschinen – Mindestfreiraum DIN EN ISO 11064-3 (2000-09): Gestaltung von Leitzentralen DIN EN ISO 14738 (2005-03): Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen DIN 5566-1 (2006-09): Schienenfahrzeuge - Führerräume
<b>D</b>	<b>Normen mit von Körpermaßen abgeleiteten Werten</b>
	DIN EN ISO 9241-5 (1999-08): Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten DIN EN 527-1 (1997-02): Büro-Arbeitstische – Maße DIN EN ISO 13857 (2008-06): Sicherheitsabstände DIN EN 349 (1993-06): Mindestabstände DIN EN 547-2 (1997-02): Bemessung von Zugangsöffnungen
(*) – befindet sich aktuell in der Abstimmung	

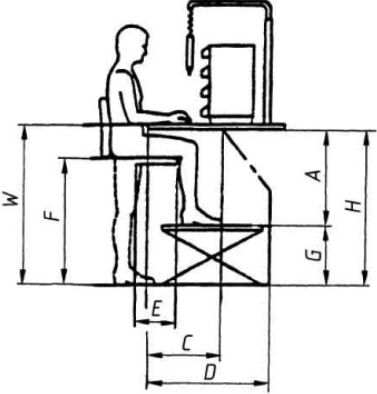
### 3.3 Anwendung anthropometrischer Daten in Normen

Die Anwendung anthropometrischer Daten in Normen spiegelt sich in Gestaltungswerten (z.B. Sicherheitsabstand, Tischhöhe etc.) wider, die in verschiedenen Normen zu finden sind. Dabei kommen verschiedene Darstellungsformen zum Einsatz:

- Gestaltungswert wird ohne Herleitung angegeben,
- die Herleitung des Gestaltungswertes wird angegeben,
- Herleitung und Gestaltungswert werden angegeben.

Die Angabe eines Gestaltungswertes ohne Herleitung aus anthropometrischen Maßen gibt zwar dem Anwender die Information, die er benötigt, erschwert jedoch die Aktualisierung. Wird lediglich die Herleitung angegeben, so stellt dies den Anwender vor die Aufgabe, hieraus einen konkreten Wert für seine Gestaltungsaufgabe abzuleiten. Vorteilhaft und damit empfehlenswert ist hier die Kombination aus beidem, wie sie derzeit nur in DIN EN ISO 14738 zur Anwendung kommt (siehe Abbildung 1).



Körperhaltung	Maßbuch- stabe	Euro- päischer Wert <sup>a</sup> (mm)	Erklärung der Maße
<p>Arbeitsflächenhöhe <u>nicht verstellbar</u></p>  <p>Das Diagramm zeigt eine Seitenansicht eines Arbeiters, der an einer Maschine mit einer horizontalen Arbeitsfläche sitzt. Die Maße sind wie folgt definiert: A ist die vertikale Distanz von der Fußsohle bis zur Arbeitsfläche; B ist die horizontale Distanz von der vertikalen Mittellinie des Körpers bis zum äußeren Rand der Arbeitsfläche; C ist die horizontale Distanz von der vertikalen Mittellinie bis zum inneren Rand der Arbeitsfläche; D ist die horizontale Distanz von der vertikalen Mittellinie bis zum vorderen Rand der Fußfläche; E ist die vertikale Distanz von der Fußsohle bis zum vorderen Rand der Fußfläche. Weitere vertikale Maße sind F (Gesamthöhe bis zur Arbeitsfläche) und H (Gesamthöhe bis zur Maschine). Die Maschine ist als vertikale Struktur mit einem Bildschirm dargestellt.</p>	A	820 495 720	Beinraumhöhe im Sitzen, verstellbar $A_{\max} = h_{16} (P95) + b_{18} (P95) + x_3$ $A_{\min} = h_{16} (P5) + b_{18} (P5) + x_1$ nicht verstellbar: $A = h_{16} (P95) + b_{18} (P95) + x_1$
	B	1 094	Fuß- und Beinraumhöhe, Breite (für Stuhlzugänglichkeit) $B = 2 C$
	C	547	Beinraumtiefe auf Kniehöhe $C = c_1 (P95) - b_{15} (P5) + z_1$
	D	882	Beinraumtiefe im Fußbereich $D = c_1 (P95) - b_{15} (P5) + c_2 (P95) + z_2$
	E	285	Raum für Beinbewegungen unterhalb der Sitzfläche in Sitzhaltung $E = c_2 (P95)$

**Abbildung 1:** Darstellungsbeispiel aus DIN EN ISO 14738 (2008) *Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen*

#### 4. Diskussion

Anthropometrische Daten sind nicht zeitinvariant. Längenakzeleration aber auch veränderte Umfangsmaße zeigen dies deutlich. Für eine notwendige Aktualisierung bedarf es einerseits aktueller Daten, hier sind aktuelle Entwicklungen im Zusammenhang mit der Erarbeitung der ISO DTR 7250-2 – „Basic human body measurements for technological design – Part 2: Statistical summaries of body measurements from individual ISO populations“ Erfolg versprechend. Andererseits sollte bei aus Körpermaßen abgeleiteten Gestaltungsmaßen neben den Werten auch deren Herleitung offengelegt werden. Dies ist gerade vor dem Hintergrund eines globalen Wettbewerbes und entsprechend unterschiedlicher Zielgruppen bedeutsam ist. In diesem Zusammenhang kann das Vorgehen innerhalb der Norm DIN EN ISO 14738 "Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen" im positiven Sinne hervorgehoben werden.

#### 5. Literatur

1. Gebhardt, H., Schäfer, A. & Lang, K.-H. 2009, Anthropometrische Daten in Normen – Bestandsaufnahme und Bedarfsanalyse unter besonderer Berücksichtigung des Arbeitsschutzes, KAN-Studie 41. Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa (VFA) e.V., im Druck.
2. Jürgens, H.W., Aune, I.A. & Pieper, U. 1989, Internationaler anthropometrischer Datenatlas, Forschungsbericht Fb 587. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
3. Jürgens, H.W., Matzdorff, I. & Windberg, J. 1998, Internationale anthropometrische Daten als Voraussetzung für die Gestaltung von Arbeitsplätzen und Maschinen, Arbeitswissenschaftliche Erkenntnis AE 108. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
4. Jürgens, H.W. 2004, Erhebung anthropometrischer Maße zur Aktualisierung der DIN 33402 – Teil 2, Forschungsbericht Fb 1023. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

# Demografischer Wandel - Anforderungen zur ergonomischen Gestaltung von Produkten für Ältere

Heiner W. MÜLLER-ARNECKE und Jens BOTTKE

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Der dramatische Geburtenrückgang, die deutlich erhöhte Lebenserwartung, das Phänomen der säkularen Akzeleration und Migrationsbewegungen bedingen die Notwendigkeit zur Anpassung der Gestaltung von Produkten für den Arbeitsplatz und für Konsumgüter für Ältere. Im ersten Teil der Untersuchung werden bisher nicht bekannte statisch- wie dynamisch-anthropometrische Daten einer Bevölkerungsgruppe vom 50. bis 69. Lebensjahr im Vergleich zu Jüngeren im Alter von 20 bis 29 Jahren vorgestellt, die Stressbelastbarkeit älterer Menschen mit Hilfe physiologischer Parameter geprüft und Konzentrationstests durchgeführt. Der zweite Teil der Untersuchung stellt Produktprobleme bei Arbeitsmitteln und Produkten des Konsumgüterbereiches beim Einsatz durch Ältere dar. Hier werden Produkte und Produktgruppen bei einer jüngeren wie älteren Vergleichsgruppe mittels Verbraucherbefragungen erfasst, die bei Älteren Probleme in der Bedienung verursachen.

**Schlüsselwörter:** Demografischer Wandel, Produkte für Ältere.

## 1. Einleitung

Im Jahre 1965 betrug bei einer Bevölkerungszahl von ca. 76 Mio. Einwohnern (alte Bundesrepublik) der Anteil an 95-jährigen und älteren Personen etwa 8 Tsd., im Jahr 2000 betrug dieser Anteil bereits 114 Tsd. Der Anteil der über 60-jährigen soll bis zum Jahr 2025 ein Drittel der Bevölkerung betragen, im Jahr 2040 werden voraussichtlich die 70 bis 75 Jährigen die stärkste Altersgruppe darstellen (Statistisches Bundesamt 2007).

Die zwangsläufige Verlängerung der Lebensarbeitszeit (Müller-Arnecke et al. 2008) zwingt zu altersspezifischer, anthropometrischer Forschung über Körperbau, Körperbeweglichkeit, Körperkräfte und physiologische Leistungen, um die ergonomischen Eigenschaften von Produkten anpassen zu können, da viele dieser Messdaten im Erwachsenenalter nicht konstant bleiben. Aufgrund der Schrumpfung der Zwischenwirbelscheiben resultieren z.B. Haltungsänderungen und nehmen Körperhöhen ab. Die Körperkorpulenzmaße nehmen dagegen zu.

## 2. Methoden

Die Untersuchungen wurden mit insgesamt 250 Personen durchgeführt, die sich hälftig in 100 Männer und Frauen aufteilten. Die Stichprobe der Älteren war zwischen 50 und 70 Jahre alt, die Vergleichsstichprobe von 25 Männern und 25 Frauen war im Alter zwischen 20 und 30 Jahren, das Kollektiv der Untersuchung zur Produktgestal-

tung umfasste 521 Personen unterschiedlichen Alters.

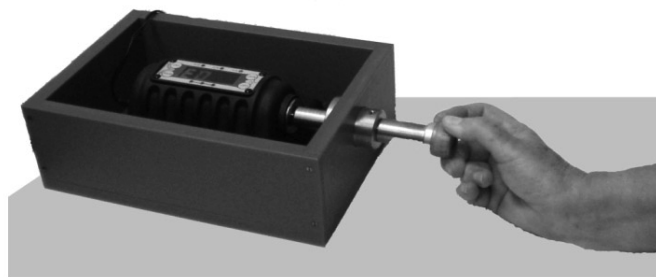
Das Untersuchungsprogramm bestand aus einem ausführlichen Fragebogen und umfangreichen anthropometrischen Tests, die Körpermaße, Bewegungswinkel, Körperkräfte, psychomotorische Tests und Stressparameter umfassten. Das standardisierte anthropometrische Messinstrumentarium bestand aus Anthropometer, Stangenzirkel, Tasterzirkel, Gleitzirkel, Reißschiene mit Messhülse, Messkonus und diversen Messringen. Zur Erfassung von Bewegungswinkeln wurden für die Versuche Winkelmesser eingesetzt, die nach entsprechender Anpassung auch als Kopfgoniometer genutzt werden konnten. An Körpermaßen wurden 18 Körpermaße in der Grundhaltung im Stehen, 22 Körpermaße in der Grundhaltung im Sitzen, 20 Körpermaße in definierten physiologischen Körperhaltungen einschließlich der Körpermasse, weiterhin 10 Reich- und Greifweiten, 17 Bewegungswinkel und Bewegungsmaße und 7 Maße zu Handkräften erfasst.

### 3. Ergebnisse

Neben den anthropometrischen Parametern wurden als drei physiologische Größen der Blutvolumenpuls (Photoplethysmografie), die Hautleitfähigkeit (Kehrwert des Hautwiderstandes), und die Atemfrequenz (Dehnungsmessstreifen) mittels eines Biofeedbacksystems erfasst, wobei für den Blutvolumenpuls 2048 Messungen, die Hautleitfähigkeit 256 und die Atemfrequenz 256 Ableitungen/Sekunde aufgezeichnet wurden. Die psychomotorischen Tests bestanden aus Diskriminierungsaufgaben, die die Reaktion auf optische und akustische Reize registrierten. Als ein weiterer Bestandteil der Untersuchung wurden Visus und Lesegeschwindigkeit untersucht.

Erstmalig wurden altersspezifische, morphologische, biomechanische und psychomotorische Veränderungen und entsprechende Bedürfnisse älterer Menschen zwischen dem 50. und dem 69. Lebensjahr im Vergleich zu jungen Erwachsenen zwischen 20 und 29 Jahren untersucht. Das Untersuchungsprogramm weist in seinen Erkenntnissen auf die eigentlichen Altersveränderungen im Verlauf des Erwachsenenalters hin: Eine wesentliche Beobachtung bezieht sich auf die Abnahme der Längenmaße mit fortschreitendem Lebensalter und eine gleichzeitige Zunahme der Korpulenzmaße. Es wurden weiter die Zunahme der Handdicke und der Breite von Daumen und Zeigefinger sowie Länge und Breite der Ohrmuscheln nachgewiesen.

Mittels eines Handdrehkraft – Messinstrumentes (vgl. Abbildung 1) wurde die Muskelkraft der Hand erfasst, die sich im Verlauf des Erwachsenenalters geschlechtsspezifisch ändert.



**Abbildung 1:** Beispiel für ein Drehkraft – Messinstrument, Ø 85mm

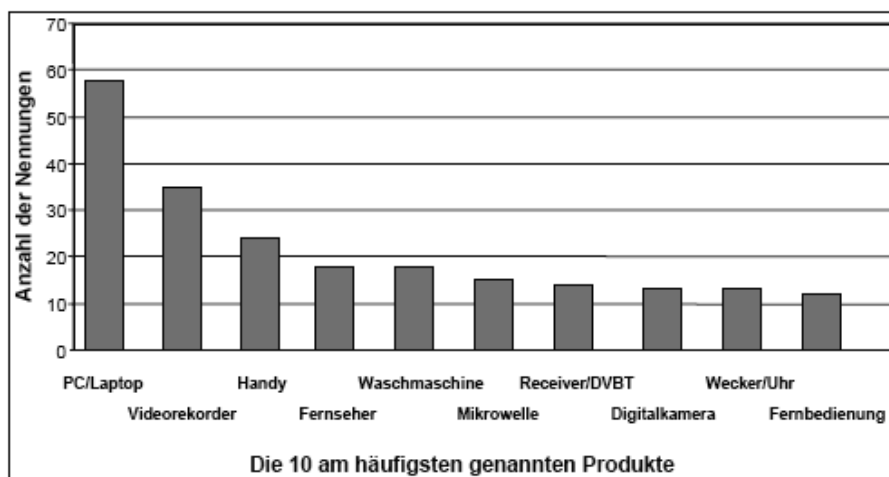
Erstaunlicherweise werden die Handkräfte mit zunehmendem Lebensalter keineswegs immer geringer (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Werte von Handdrehkräften (Nm)

	Alter	P5	P50	P95	Variation
Männer	20 - 29	3,7	7,6	12,1	3,2 - 13,2
	50 - 59	4,9	9,2	15,4	4,3 - 16,4
	60 - 69	4,2	8,5	12,5	3,7 - 15,2
Frauen	20 - 29	4,1	5,8	8,3	3,8 - 9,9
	50 - 59	3,3	5,8	8,9	2,9 - 9,2
	60 - 69	3,0	4,6	8,1	2,2 - 9,3

Ältere benötigen mehr Zeit zum Erledigen unbekannter Aufgaben; die Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit beginnt bereits signifikant zwischen den Altersgruppen 20/29 und 50/59 Jahren. Überraschenderweise war kein deutlicher Leistungsknick zwischen dem 6. und 7. Lebensjahrzehnt nachweisbar. Nach neueren Untersuchungen an Probanden zwischen 20 und 95 Jahren, treten starke körperliche und psychomotorische Altersveränderungen erst im Lebensalter von über 50 bis 59 Jahren auf.

Die Beurteilung von Produkten (Adler et.al. 2008; Hölscher et al. 2007) in Bezug auf ihre ergonomische Qualität und die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von Arbeitsmitteln und ausgewählten Produkten hinsichtlich ihrer Bedienbarkeit auf verschiedenen Einsatzgebieten für Ältere wurde anhand von praxisnahen Lösungs- und Gestaltungsbeispielen untersucht (vgl. Abbildung 2).

**Abbildung 2:** Problemprodukte am Arbeitsplatz

Hier wurden Produkte erfasst, die am Arbeitsplatz und/oder im Privatbereich Probleme bereiten. Die Probanden sollten angeben, welche Produkte am Arbeitsplatz vorkommen und sich anfänglich oder auf Dauer als problematisch in der Bedienung erweisen. Weiterhin sollte beurteilt werden, ob das Produkt mit Funktionen überladen, grundsätzlich schwierig zu bedienen ist oder die Probleme in einer unklaren Symbolik liegen.

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse dieser BAuA-Forschungsprojekte stellen in ihrer Synthese zwischen der humanbiologischen und der technischen Beurteilung eine gelungene Möglichkeit der Optimierung von Produkten für Ältere durch den Hersteller und Anwender in Bezug auf die Produktgestaltung, Produktvermittlung und Produktauswahl dar.

Es bedarf weiterer intensiver Forschungsaktivitäten auf diesem speziellen Gebiet, um die Probleme und resultierenden Konsequenzen des demografischen Wandels reduzieren zu können.

## 5. Literatur

1. Adler, M., Herrmann, H.-J., Koldehoff, M., Meuser, V., Scheuer, S., Müller-Arnecke, H., Windel, A. & Bleyer, T. 2008, Kompendium zur Anwendung der Ergonomie und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten, BAuA-Forschungsbericht, Projekt F2116. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
2. Greil, H., Voigt, A. & Scheffler, C. 2008, Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten von älteren Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern; Ergonomie/Anthropometrie, BAuA Forschungsbericht, Projekt F1299. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
3. Hölscher, U., Laurig, W. & Müller-Arnecke, H. 2007, Prinziplösungen zur ergonomischen Gestaltung von Medizingeräten, BAuA-Forschungsbericht, Projekt F1902. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
4. Klußmann, A., Gebhardt, H.-J., Topel, M. & Müller-Arnecke, H. 2008, Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten von älteren Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern; Gestaltung/Design, BAuA-Forschungsbericht, Projekt F1300. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
5. Müller-Arnecke, H., Windel A. & Lehmann, M. 2008, Demografischer Wandel - Ergonomische Gestaltung für das Mensch – Maschine - System Älterer, im Druck.
6. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) 2007, Statistisches Jahrbuch 2007 für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

# Einflüsse altersabhängiger Veränderungen von Bedienpersonen auf die sichere Nutzung von Handmaschinen

Stephan RIEDEL<sup>1</sup>, Frank GILLMEISTER<sup>1</sup> und Jens KINNE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *die ergonomie.experten, Montforter Straße 10, D-67824 Feilbingert*

<sup>2</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA, Proschhübelstr. 8, D-01099 Dresden*

**Kurzfassung:** Der Zusammenhang zwischen altersbedingter Einschränkung und Reduzierungen der Leistungsfähigkeit wurde bereits intensiv untersucht. Bisher unzureichend erforscht ist die Kombination von Belastungen, wie sie bei der Arbeit mit Handgeräten vorkommen. Daher wurde in einem experimentellen Versuch die altersabhängige Beanspruchung des Menschen beim Arbeiten mit Hochdruckreinigern mittels multifaktorieller Belastungen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass auf der einen Seite die Belastung auf die maximale Greifkraft keinen, auf die Pulsfrequenz und den Blutdruck jedoch einen altersabhängigen Einfluss hat. Auf der anderen Seite wiesen etwa 40 % der älteren Versuchspersonen eine ähnliche Leistungsfähigkeit wie die Jungen auf.

**Schlüsselwörter:** Alter, Handmaschine, Pulsfrequenz, Leistungsfähigkeit.

## 1. Einleitung

Auf Grund des demografischen Wandels muss im Verlauf des nächsten Jahrzehnts verstärkt auf ältere Arbeitnehmer zurückgegriffen werden. Es ist bekannt, dass geriatrische Prozesse in unterschiedlichem Maße zu Verlusten von geistigen und körperlichen Fähigkeiten führen. Bereits ausreichend untersucht wurde der Zusammenhang zwischen altersbedingter Einschränkung und Reduzierungen der Leistungsfähigkeit. Unzureichend erforscht ist jedoch die Kombination von Belastungen, wie sie bei der Arbeit mit Handgeräten real vorkommen.

Messungen bei Hochdruckreinigern haben ergeben (Gillmeister & Riedel 2007), dass je nach Betriebsdruck (210 bis 225 bar) und verwendeter Düse Schwingungen bis zu  $6 \text{ m/s}^2$  am Griff auftreten können. Daneben sind auf Grund des starken Rückstoßes und der benötigten Schalterkraft Kräfte bis zu 200 N aufzubringen.

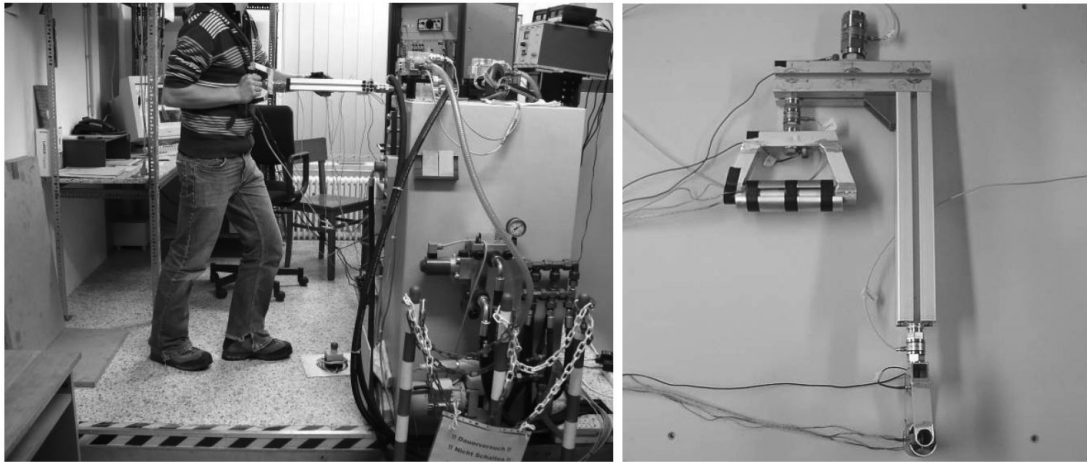
In einem experimentellen Versuch sollte der Einfluss des Alters auf die Beanspruchung der Versuchsperson beim Arbeiten mit Hochdruckreinigern untersucht werden.

## 2. Methode

Damit alle Versuchspersonen mit der gleichen multifaktoriellen Belastung exponiert werden konnten, wurde ein Hand-Arm-Schwingungssimulator mit Greif- und Andruckkraftmesseinrichtung eingesetzt (Abbildung 1). 40 Versuchspersonen im Alter von 18 bis 68 Jahren (Tabelle 1) mussten den rechten Griff des Simulators mit 120 N und den linken mit 60 N festhalten. Dabei wurden sie mit Schwingungen in Höhe von



ahwz = 4 m/s<sup>2</sup> (weißes Rauschen) belastet. Die unterschiedlichen Körpergrößen der Versuchspersonen werden mit Erhöhungen auf dem Boden ausgeglichen.



**Abbildung 1:** Versuchsstand Simulation Hochdruckreiniger und Griffsystem mit Greifkraft-Messeinrichtung

Vor und nach der dreimaligen Exposition (jeweils 90 s) wurden die maximale Greifkraft (hydraulisches Handdynamometer, Jamar; Messung mit gestrecktem Arm) und der Blutdruck gemessen. Die Messung der Pulsfrequenz erfolgte über die gesamte Versuchszeit.

**Tabelle 1:** Alter, Körpergröße und Körpergewicht der Versuchspersonen (Standardabweichung)

Altersgruppe	AG 1	AG 2	AG 3
	18 bis 35 Jahre	36 bis 55 Jahre	über 55 Jahre
Anzahl	15	11	14
Ø Alter [Jahre]	25,1 (5,0)	42,4 (4,6)	62,8 (3,6)
Ø Körpergewicht [kg]	79,0 (9,2)	89,1 kg (9,0)	84,1 (9,2)
Ø Körpergröße [cm]	181,6 (4,7)	181,1 (6,7)	174,4 (4,9)

Bei drohender Krafterschöpfung hatten die Versuchsperson die Möglichkeit den Versuch abubrechen.

### 3. Ergebnisse

Alle Versuchspersonen waren in der Lage die komplette Versuchsdauer zu absolvieren.

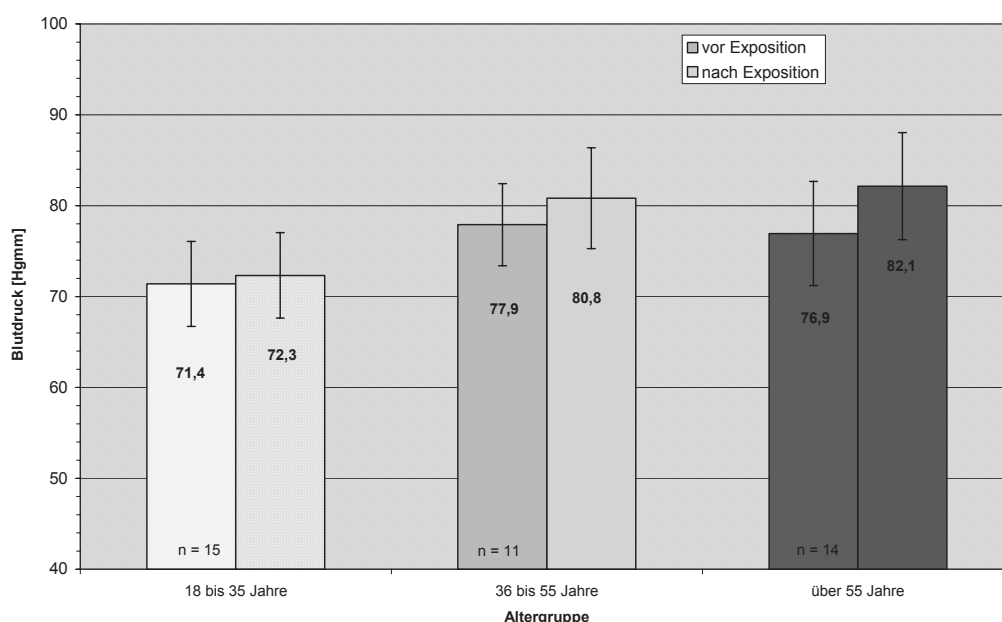
Die Messung der maximalen Greifkraft der dominanten Hand ergab für die Altersgruppe AG über 55 Jahren mit 473,7 N signifikant geringere Kräfte als die beiden anderen Altersgruppen (AG 1: 544,1 N; AG 2: 528,0 N). Während beim systolischen Blutdruck zwischen den Altersgruppen kein Unterschied bestand (130 Hgmm bis 132 Hgmm), wurde bei der Altersgruppe 2 (36 bis 55 Jahre) mit 80,7 Hgmm ein signifikant höherer diastolischer Blutdruck gemessen ( $p = 0,048$ ) als in der Altersgruppe 1 mit 78,8 Hgmm. Die Altersgruppe 3 liegt mit 78,1 Hgmm in etwa auf dem Niveau der AG 2.

Überraschenderweise wiesen die ältesten Probanden vor der Exposition mit 66,5 Schlägen pro Minute signifikant die niedrigste Pulsfrequenz auf ( $p = 0,014$ ). Die 18

bis 35 Jährigen hatten eine Pulsfrequenz von 77,2 und die AG 2 eine Pulsfrequenz von 75,2 Schlägen pro Minute (die Pulsfrequenz ist also zu Beginn mit ansteigendem Lebensalter geringer).

Die erste Hochdruckreiniger-Exposition führte bei allen drei Altersgruppen wie erwartet zu einer Zunahme der Pulsfrequenz. Während die Pulsfrequenz bei der Altersgruppe 1 nach der zweiten und dritten Exposition stagnierte und bei der mittleren Altersgruppe sogar leicht abnahm, ist bei der AG 3 ein kontinuierlicher Anstieg zu beobachten.

Die dreimal 90 s dauernde Schwingungs- und Greifkraft-Exposition führte weder bei den jungen noch bei den älteren Versuchspersonen zu einer Beeinträchtigung der maximalen Greifkraft. Jedoch konnte nach der gesamten Exposition beim diastolischen Blutdruck der linken Hand bei allen Versuchspersonen im Durchschnitt eine Zunahme ermittelt werden. Bei den ältesten Versuchspersonen nimmt der Blutdruck am stärksten (+ 5,2 Hgmm), bei der Altersgruppe 1 am wenigsten (+ 0,9 Hgmm) zu. Die Blutdruckzunahme ist zwischen den Altersgruppen jedoch nicht signifikant (Abbildung 2).



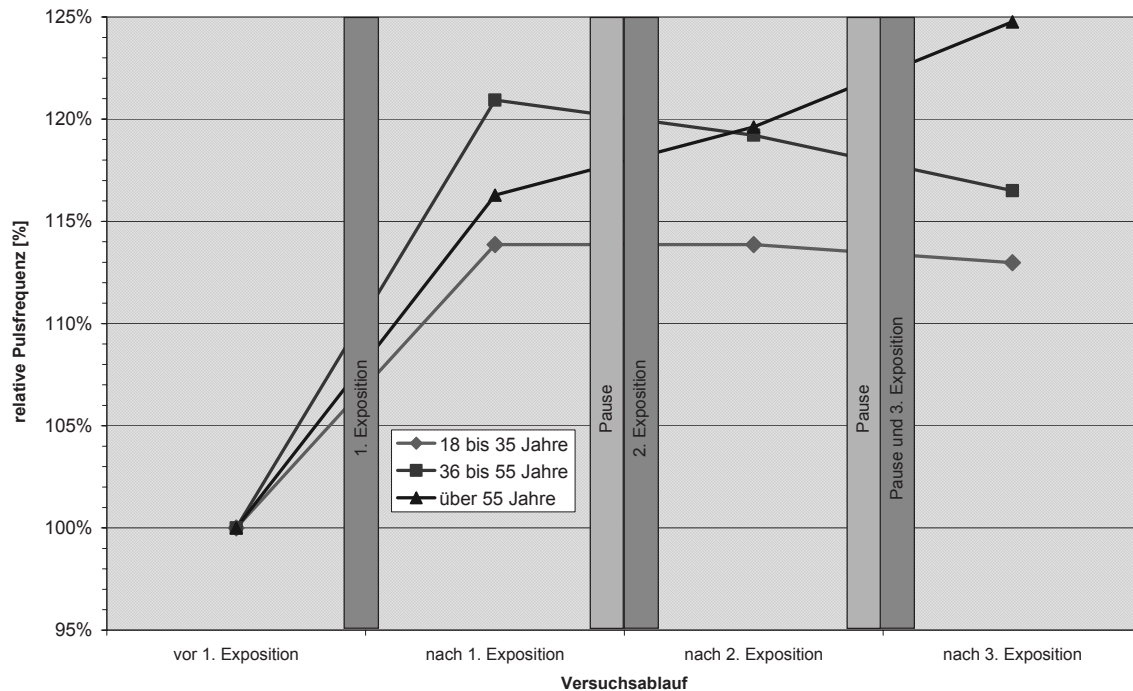
**Abbildung 2:** Diastolischer Blutdruck zu Beginn und am Ende des Versuchs

Die jungen Versuchspersonen beginnen den Versuch mit einer signifikant höheren Pulsfrequenz. Beim Vergleich der Pulsfrequenz zwischen der rechten (erste Messung) und der linken Hand - bei der AG 1 nimmt die Pulsfrequenz von der rechten zur linken Hand um 11 Schläge ab – kann der Schluss gezogen werden, dass die Älteren mit der Versuchssituation, die durch den unbekannten Ort, unbekannte betreuende Personen usw. hervorgerufen wird, gelassener umgehen können.

Allerdings können die Älteren diesen Vorteil bei der Exposition nicht nutzen (siehe Abbildung 3). Am Ende der Exposition lagen ihre Werte um fast 25 % höher als vor Versuchsbeginn (AG 1: + 13 %; AG 2: + 17 %).

Wird der prozentuale Anteil der Personen ermittelt, die nach der Gesamtexposition eine geringere Pulsfrequenz aufweisen als vor Versuchsbeginn, so kann festgestellt werden, dass bei den Probanden unter 36 Jahren der Anteil 73 % beträgt, in der Altersgruppe 36 bis 55 Jahre 64 % und in der Altersgruppe 3 noch 43 %. D.h. über 40 % der älteren Versuchspersonen besitzen noch eine Leistungsfähigkeit, die der der

Jungen entspricht.



**Abbildung 3:** Relativer Verlauf der Pulsfrequenz während des Versuchs.

#### 4. Diskussion

Die große interindividuelle Bandbreite in der Leistungsfähigkeit Älterer wurde 1995 von Jordan wie auch von Ahrend & Konietzko beschrieben und konnte mit Versuchen an Winkelschleifern von Riedel et al. 2008 bestätigt werden. Jedoch konnte bisher nicht gezeigt werden, in welchem Maße ältere Versuchspersonen noch leistungsfähig sein können.

Mit technischen Änderungen wie z.B. ein Abstützensystem, das die Rückstoßkräfte am Körper abfängt, geringeren Schalterkräften und schwingungsreduzierende Maßnahmen (Auswuchten der Düse, Abkopplung des Griffsystems) können Hochdruckspritzpistole aber auch von leistungsreduzierten Personen sicher und ermüdungsfrei bedient werden.

#### 5. Literatur

1. Ahrend, K.D. & Konietzko, J. 1995, Der ältere Mensch am Arbeitsplatz. In: J. Konietzko & H. Dupuis (Hrsg.), Handbuch der Arbeitsmedizin - Arbeitsphysiologie, Arbeitspathologie, Prävention, Band 1. Landsberg: Ecomed-Verlag.
2. Gillmeister, F. & Riedel, S. 2007, Messung der Hand-Arm-Schwingungsbelastung an Maschinen und Arbeitsmitteln ohne Schwingungsmessnorm. 3. Nationale VDI-Tagung Humanschwingungen; Auswirkung auf Gesundheit – Leistung - Komfort. 8. und 9. Oktober 2007 in Dresden.
3. Jordan, P. 1995, Anforderung an den altersgerechten Personaleinsatz. Köln: Wirtschaftsverlag Bachem.
4. Riedel, S., Buddhdev, N., Husemann, B. & Kinne, J. 2008, Untersuchung des Einflusses von hochfrequenter Schwingungsbelastung und ergonomischem Griff auf die Feinmotorik der Finger unterschiedlich alter Versuchspersonen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 537-540.

# Statische maximale Ganzkörper- und Hand-Fingerkräfte für realtypische Kraftausübungen für den montagespezifischen Kraftatlas

Jurij WAKULA<sup>1</sup>, Knut BERG<sup>1</sup>, Karlheinz SCHAUB<sup>1</sup>, Ralph BRUDER<sup>1</sup>,  
Ulrich GLITSCH<sup>2</sup> und Rolf ELLEGAST<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt (IAD),  
Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

<sup>2</sup> *Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (BGIA),  
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Maximale isometrische Kraftwerte wurden für 54 realtypische Kraftfälle (neun Haltungen mit je sechs Krafrichtungen) des Arm-Schulter- und Ganzkörpersystems in realtypischen (d.h. im Wesentlichen nicht aufrechten) Körperhaltungen sowie 38 Kraftausübungen des Hand-Fingersystems bei 272 männlichen Arbeitspersonen in sechs Unternehmen aus der Automobilindustrie gemessen und analysiert. Die Ergebnisse werden im "Montagespezifischen Kraftatlas" zusammengefasst. Diese können zusammen mit dem erarbeiteten „Kraftbewertungsverfahren“ bei der Planung industrieller Arbeitsplätze und bei der Gefährdungsanalyse dienen.

**Schlüsselwörter:** Maximale isometrische Kräfte, Ganzkörper- und Hand-Fingerkräfte, realtypische Arbeitshaltungen.








## 1. Einleitung

Der montagespezifische Kraftatlas entstammt dem Bedürfnis der Industrie nach belastbaren Zahlen zur Ermittlung maximal empfohlener Kraftwerte des Schulter-Arm- sowie Ganzkörpersystems einerseits und des Hand-Fingersystems andererseits. Die existierenden Ganzkörperkraftdaten aus deutschen Kraftnormen - DIN 33411 - liefern dabei nur begrenzt Hilfestellung, da sie im Wesentlichen Werte für aufrecht stehenden Körperhaltungen beinhalten. Gerade in der PKW- und Nutzfahrzeugindustrie, aber auch in der Luftfahrtindustrie und auf Werften bedingt die Produktgeometrie Kraftausübungsfälle, die mit unterschiedlichen Körperhaltungen kombiniert sind. Diese Lücke schloss der montagespezifische Kraftatlas.

## 2. Methode

Für die Kraftmessungen wurde das subjektiv / direkte Verfahren verwendet (Wakula et al. 2008; Berg et al. 2008). Am IAD wurde eine Software entwickelt, um die Kraftwerte in einer Datenbank abzuspeichern und auszuwerten. Basierend auf den Rückmeldungen der Industriepartner wurden 54 Kraftfälle (neun real-typische Körperhaltungen mit je sechs Krafrichtungen:  $\pm A$ ,  $\pm B$ ,  $\pm C$ , siehe Abbildung 1) für die isometrischen Messungen der Ganzkörperkräfte sowie 38 Fälle für die Hand-Fingerkräfte (siehe Abbildung 2) in der Praxis ausgewählt. Die Kraftfälle wurden in Laborversuchen am IAD hinsichtlich der Reproduzierbarkeit analysiert. Isometrische Ganzkörperkräfte wurden bei 272 männlichen Arbeitspersonen in sechs Unterneh-

men: BMW, DC, Ford, MAN, Opel, VW mit eine Wiederholung gemessen. Das Probandendurchschnittsalter betrug  $38,6 \pm 8,7$  Jahre, die Durchschnittskörpergröße war  $178,7 \pm 6,9$  cm und das Durchschnittsgewicht war  $86,4 \pm 12,8$  kg.

		aufrecht	Rumpf- streuung	d + n		aufrecht	Rumpf- streuung	d + n		aufrecht	Rumpf- streuung	d + n
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	aufrecht stehend											
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	gebeugt stehend											
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	aufrecht kniend											
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	gebeugt kniend											
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	aufrecht sitzend											
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	gebeugt sitzend											
		+A X				+A X				+A X		
		-A X				-A X				-A X		
		+B X				+B X				+B X		
		-B X				-B X				-B X		
		+C X				+C X				+C X		
		-C X				-C X				-C X		
	überkopf sitzend											

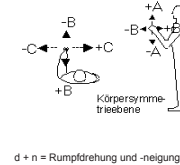


Abbildung 1: Kraftfälle Für die Messungen in den Betrieben









Kraftfall		Ø 40 mm				Abstand 15mm		Abstand 15mm		Greifweite 65 mm						Greifweite 51 mm	
																	
Körperhaltung		Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen	Sitzen	Stehen
Armhaltung	Frei	X		X		X		X		X		X		X		X	
	Gebeugt 90°		X				X		X		X						X
	Gestreckt		X		X						X		X		X		X

Abbildung 2: Fälle für die Hand- Fingerkräfte

In jeder Versuchseinstellung musste die Versuchsperson ihre maximale statische Kraft über eine Zeitdauer von ca. 4 sek. in die geforderte Richtung ausüben. Nach einer Pause von ca. 1,5 Minuten folgte eine nächste Messung, so dass insgesamt von jedem Probanden 108 Maximalkraftausübungen hinsichtlich der Ganzkörper- und 76 zu Hand-Fingerkräften zu erbringen waren. Zwischen den Messungen wurden 2-3 längere Pausen (ca. 10 Minuten) angelegt. Die Dauer für alle Messungen betrug mit Pausen ca. 4 Stunden. Die Probanden erschienen zur Messungen jeweils in Gruppen von 5 bis 6 Personen. Parallel zu den Messungen in den Betrieben wurden Laborstudien zur Frage des Einflusses von Körperverschaltungen u. Seiteneigungen (Glitsch u.a. 2008) sowie der einhändigen vs. beidhändigen Kraftausübung am IAD und BGIA durchgeführt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Ganzkörperkräfte (Mittelwerte) für symmetrische Haltungen aus der Feldstudie

Erwartungsgemäß sind die gemessenen maximalen isometrischen Ganzkörperkräfte von mehreren Faktoren abhängig, vor allem von der Motivation, Körper- und Hand-Armhaltung, Kraftrichtung, Griffhöhe und Fußstellung. In Tabelle 1 sind gemessene Kräfte (Mittelwerte und Standardabweichungen) für neun definierte Haltungen und sechs Richtungen zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigen, dass die



höchsten Kräfte (608 N) für den Fall „gebeugt stehend“ für die Richtung -B gemessen wurden. Kräfte für andere Kraftfälle sind deutlich niedriger, z. B. liegt der Mittelwert für den Fall „aufrecht kniend“ bei 515 N. Die Standardabweichungen sind recht ausgeglichen und bewegen sich im Bereich von ca. 50 bis ca. 90 N mit einer Ausnahme von 108 N für den Fall „gebeugt stehend“ für die Richtung -B. Die Beschreibung der Kräfte in  $\pm C$ -Richtungen stellt gegenüber den anderen Richtungen einen Sonderfall dar. Die Ausführung der  $\pm C$ -Kraftfälle erfolgte jeweils beidarmig nach innen (Zusammendrücken) oder nach außen (Auseinanderziehen), weshalb hier nicht die vektorielle Summe der Aktionskräfte der rechten und linken Seite betrachtet wurde. Berücksichtigt wurden hier die Kraftwerte einer Hand.

**Tabelle 1:** Gemessene Kräfte (in N; Mittelwerte und Standardabweichungen) in definierten Haltungen für sechs Richtungen

Haltung/ Richtung	Gemessene Kräfte (in N) $\pm$ SD für die Krafrichtungen					
	+A	-A	+B	-B	+C	-C
aufrecht stehend	484 $\pm$ 74	495 $\pm$ 62	325 $\pm$ 43	478 $\pm$ 67	307 $\pm$ 47	228 $\pm$ 49
gebeugt stehend	460 $\pm$ 90	391 $\pm$ 56	409 $\pm$ 59	608 $\pm$ 104	330 $\pm$ 48	230 $\pm$ 42
überkopf stehend	421 $\pm$ 53	478 $\pm$ 56	303 $\pm$ 45	487 $\pm$ 75	235 $\pm$ 36	240 $\pm$ 43
aufrecht sitzend	416 $\pm$ 65	450 $\pm$ 51	412 $\pm$ 48	389 $\pm$ 50	274 $\pm$ 41	265 $\pm$ 44
gebeugt sitzend	408 $\pm$ 70	372 $\pm$ 46	474 $\pm$ 61	435 $\pm$ 67	296 $\pm$ 48	232 $\pm$ 38
überkopf sitzend	387 $\pm$ 43	462 $\pm$ 48	375 $\pm$ 45	364 $\pm$ 36	215 $\pm$ 30	227 $\pm$ 35
aufrecht kniend	447 $\pm$ 71	427 $\pm$ 53	477 $\pm$ 71	515 $\pm$ 82	320 $\pm$ 49	257 $\pm$ 42
gebeugt kniend	394 $\pm$ 71	351 $\pm$ 42	538 $\pm$ 94	465 $\pm$ 74	309 $\pm$ 49	222 $\pm$ 38
überkopf kniend	450 $\pm$ 66	503 $\pm$ 58	420 $\pm$ 53	436 $\pm$ 64	248 $\pm$ 45	294 $\pm$ 46

### 3.2 Perzentilierte Ganzkörperkräfte für symmetrische Haltungen

Für die praktische Anwendung sind die perzentilierten Werte der Maximalkräfte von Bedeutung. In Tabelle 2 sind maximale isometrische Ganzkörperkräfte in perzentilierter Form für die aufrechten Haltungen: aufrecht stehend, aufrecht kniend und aufrecht sitzend dargestellt.

Ähnliche Ergebnisse wurden für die gebeugten Oberkörper- sowie Über- Kopf-Haltungen gewonnen. Für die industrielle Anwendung sind die Werte des 15. Perzentils wichtig (Planungsanalysen), um einem großen Teil der Beschäftigten (> 85 %) die Ausübung von kraft-betonten Tätigkeiten zu ermöglichen. Für Ist-Analysen empfiehlt sich die Anwendung „durchschnittlicher“ (P50) oder „untrainierter“ (P20, P25) Kraftwerte.

### 3.3 Perzentilierte Finger-Hand-Kräfte aus der Feldstudie

Erkenntnisse aus bisherigen Studien (z.B. Schultetus 1987) bezüglich geringer Unterschiede der Maximalkräfte von linker und rechter Hand konnten bestätigt werden. Tabelle 3 stellt Kraftperzentile für die Kräfte der rechten Hand dar. Außer bei den Zangen- und Faustkräften lagen die Kraftwerte für die linke und rechte Hand auf dem gleichen Niveau. Die gemessenen Fingerkräfte liegen auch auf dem gleichen



Niveau wie bei den früheren Studien. Sie sind nun in perzentlierter Form mit statistisch gesicherter Anzahl von Messungen und für ein definiertes Probandenkollektiv verfügbar. Die Kräfte für „Daumen gegen vier Finger“ und „Zangengriff“ liegen wesentlich niedriger als bei früheren Studien (116 vs. 180 N für Daumen vier Finger bzw. 340 vs. 750 N für Zangenkraft).

**Tabelle 2: Statische maximale Kräfte (in N) in perzentlierter Form für die aufrechten Haltungen: aufrecht stehend, aufrecht kniend und aufrecht sitzend**

aufrecht																								
Perzentil		1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%		
stehend	+A	240	300	353	381	404	420	442	463	482	502	514	530	547	570	586	612	646	676	715	796	924		
	-A	272	350	371	403	424	449	461	482	498	519	531	541	557	574	590	611	635	651	691	731	800		
	+B	176	216	247	261	274	290	298	311	321	332	341	352	364	380	391	401	422	437	467	506	597		
	-B	211	306	344	378	405	432	450	464	483	496	506	523	536	552	570	592	611	635	687	755	885		
	+C	106	148	182	204	227	241	253	272	288	301	313	321	332	345	358	379	398	416	444	488	558		
	-C	98	136	156	170	190	200	218	235	254	264	278	289	302	314	324	337	353	375	407	447	551		
Perzentil		1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%		
kniend	+A	179	243	290	320	353	376	390	404	418	438	449	477	502	527	546	571	588	629	656	707	794		
	-A	216	269	306	346	375	399	406	415	430	442	457	468	479	489	499	507	522	543	558	587	662		
	+B	172	260	306	334	358	379	399	419	444	463	485	502	524	549	560	581	605	628	680	723	816		
	-B	209	282	343	369	410	426	450	479	497	514	530	554	572	589	615	646	687	709	741	812	1007		
	+C	148	179	201	224	243	264	281	291	302	318	333	346	357	373	387	403	417	437	459	494	548		
	-C	97	136	158	178	196	207	219	231	243	257	266	274	287	296	308	317	327	342	360	396	488		
Perzentil		1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%		
sitzend	+A	182	249	287	313	333	362	376	389	405	418	437	449	458	477	497	535	558	582	621	681	802		
	-A	248	300	351	373	386	407	421	433	441	453	465	473	487	501	518	543	561	575	619	646	722		
	+B	244	280	315	330	354	370	382	393	403	419	433	443	457	468	479	491	508	519	551	594	727		
	-B	153	197	293	316	338	349	363	374	381	393	411	425	439	447	457	475	485	506	527	596	747		
	+C	112	144	171	188	200	215	231	241	252	261	270	280	297	307	318	331	349	367	387	415	478		
	-C	93	131	155	173	188	202	217	227	237	248	260	270	284	292	304	318	329	344	373	420	510		
		1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%		

**Tabelle 3: Empirische Perzentile für die Hand- Fingerkräfte der rechten Hand (in N)**

		Perzentil	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
stehen	Daumen zwei Finger	37	63	71	78	83	86	89	91	95	98	101	104	106	110	115	120	127	137	149	170	211	
	Daumen vier Finger gebeugter Arm	58	72	81	90	95	100	104	107	109	113	116	119	122	126	128	132	136	141	149	161	191	
	Daumen vier Finger gestreckt Arm	61	73	84	90	96	100	103	108	112	115	118	121	124	127	130	132	137	144	152	167	222	
	Daumen	66	96	111	123	131	138	145	151	156	163	170	176	183	191	201	207	217	226	247	264	333	
	Daumen Zeigefinger	59	73	80	86	92	95	98	102	105	108	110	113	115	118	122	124	128	133	138	151	208	
	Faust gebeugter Arm	88	176	214	237	265	278	290	300	319	331	341	353	370	386	403	417	432	445	465	503	570	
	Faust gestreckter Arm	88	167	203	231	252	271	287	301	317	330	340	350	361	373	390	400	413	427	450	478	560	
	Handballen	194	267	303	337	359	377	392	407	418	434	448	466	480	494	508	520	542	561	588	648	704	
	Zange gebeugter Arm	114	196	222	236	255	269	282	295	307	317	331	336	345	356	368	384	403	426	454	494	586	
	Zange gestreckter Arm	128	182	221	250	266	280	294	305	314	326	338	347	356	363	373	385	397	413	440	476	553	
Zeigefinger	45	57	65	72	76	79	83	85	87	91	95	98	102	107	111	115	122	129	140	150	168		
sitzen	Daumen zwei Finger	33	54	64	68	73	77	80	83	87	90	92	93	96	98	102	105	111	115	120	137	180	
	Daumen vier Finger	35	64	74	83	90	95	99	102	105	108	113	116	120	123	126	130	134	139	147	159	188	
	Daumen	49	74	88	102	110	116	123	128	135	140	147	153	160	165	175	184	194	203	216	239	306	
	Daumen Zeigefinger	30	60	75	82	85	89	93	96	99	101	104	106	109	111	114	116	120	123	128	135	150	
	Faust	96	183	219	254	279	289	309	323	338	350	364	378	394	405	419	436	450	471	494	521	559	
	Handballen	95	144	163	176	190	200	213	227	236	245	260	272	288	298	309	325	342	359	383	413	499	
	Zange	101	177	222	246	266	279	295	307	319	328	341	350	361	372	384	401	419	436	456	493	558	
	Zeigefinger	35	51	57	64	67	70	74	77	79	84	87	91	93	97	101	105	111	117	126	135	174	

Die höchsten Werte wurden bei den Handballenkräften im Stehen gemessen. Hierzu gab es bisher keine vergleichbaren Messungen.

### 3.4 Laborstudien: Einfluss asymmetrischer Haltungen auf die Ganzkörperkräfte

Die Auswirkung von asymmetrischer Körperhaltung – verdreht und/oder seitgeneigt – auf die Maximalkraft fiel überraschender Weise tendenziell gering aus (Glitsch u.a. 2008). Beim Ziehen nach hinten (+B) war kein Abfall der Aktionskraft feststellbar; bei den anderen Krafrichtungen reduzierten sich die Maximalkräfte um ca. 10 %. Zu beachten ist allerdings, dass die inneren Muskel-Skelett-Belastungen, unabhängig von der Höhe der Aktionskraft, in manchen Kraftfällen sehr hoch sein können. Insbesondere traten beim Ziehen (+B) im Bereich der Lendenwirbelsäule (LWS) sehr hohe Anspannungen der Rückenstrecker (LWS-Moment > 150 Nm) auf. Die asymmetrische Körperhaltung führte vorwiegend zu einer erhöhten LWS-Momentkomponente in der Frontalebene (ca. 70 Nm), was als Indikator für eine einseitige Anspannung der Rückenmuskulatur zu sehen ist.

### 3.5 Laborstudien: Einfluss der einhändigen Kraftausübung

Der Einfluss der einhändigen Kraftausübung wies einen großen Streubereich auf: Mit ihrer bevorzugten Hand erreichten die Probanden noch zwischen 36 und 100 % der beidhändigen Aktionskraft. Die Einhändigkeit hatte im Fall +A den größten Abfall der Aktionskraft zur Folge – beim Ziehen (+B) den geringsten. Die einhändige Kraftausübung führte in einigen Fällen sowohl am Schultergelenk als auch an der LWS zu hohen Belastungen. Einhändige Maximalkraftausübungen ohne zusätzliche Abstützungsmöglichkeit des Rumpfes bzw. durch den anderen Arm sollten möglichst vermieden werden.

## 4. Literatur

1. Wakula, J., Berg, K. & Schaub, K. 2008, Isometrische Maximalkraftwerte für realtypische Kraftausübungen des Arm- Schulter- und Ganzkörpersystems für einen montagespezifischen Kraftatlas. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 423-427.
2. Berg, K., Wakula, J. & Schaub, K. 2008, Isometrische Maximalkräfte des Hand-Fingersystems für einen montagespezifischen Kraftatlas. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 637-640.
3. Glitsch, U., Ellegast, R., Schaub, K., Wakula, J. & Berg, K. 2008, Biomechanische Analyse von Ganzkörperkräften in unterschiedlichen Körperhaltungen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 429-432
4. Schultetus, W., Lange, W. & Doerken, W. (Hrsg.) 1987, Montagegestaltung: Daten, Hinweise u. Beispiele zur ergonomischen Arbeitsgestaltung. Köln: TÜV Rheinland.
5. Wakula, J., Berg, K., Schaub, K., Glitsch, U., Ellegast, R., Bruder, R. & Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.) 2008, Der montagespezifische Kraftatlas. Publikation in Drucklegung.

Das Forschungsvorhaben „Der montagespezifische Kraftatlas“ wurde aus Mitteln des Forschungsfonds der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) gefördert.



# Integration von Ergebnissen des montagespezifischen Kräfteatlanten in das Daimler Ergonomiewerkzeug EAB

Karlheinz SCHAUB<sup>1</sup>, Werner FRÖLICH<sup>2</sup>, Kathrin REISCHKE<sup>2</sup>, Ralf FRANKE<sup>2</sup>,  
Manfred BECK<sup>3</sup>, Jelena ZOKIC<sup>3</sup>, Helmut SCHMIDT<sup>3</sup> und Ralph BRUDER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt (IAD),  
Petersenstraße 30, D-64287 Darmstadt*

<sup>2</sup> *Daimler AG, Health & Safety Policy, 096/ E650 – PER/HSP, D-70327 Stuttgart*

<sup>3</sup> *Daimler AG, Mercedes-Benz Werk Sindelfingen, HPC 050 - B800 - PER/HSI,  
D-71059 Sindelfingen*

**Kurzfassung:** Nach langjährigem praktischen Einsatz hat sich die Daimler AG entschlossen ihre „Ergonomische Arbeitssystem-Beurteilung“ (EAB) an den aktuellen Stand der Wissenschaft anzupassen und durch ein neues Bewertungsschema, kompatibel mit den Verfahren der BAuA und des IAD, bessere Möglichkeiten für ergonomische Benchmarks zu schaffen. Eingeflossen sind auch die Erkenntnisse aus dem vom HVBG geförderten „montagespezifischen Kraftatlas“, an dessen Erstellung sich auch die Daimler AG beteiligte.

**Schlüsselwörter:** Montagespezifischer Kraftatlas, Ergonomische Arbeitssystem-Beurteilung (EAB), Produktentstehungsprozess (PEP), Gefährdungsanalyse.

## 1. Einleitung

Die ergonomische Bewertung von Arbeitssituationen begann mit SAK – einem System zur Bewertung von Körperhaltungen (Oelker & Mnich 1996) - und hat eine lange Tradition bei der Daimler AG. Seit vielen Jahren kooperieren Daimler und IAD zu ergonomischen Fragestellungen.

Europäische Regelungen zu Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, europäische und internationale Ergonomienormen, aber auch der montagespezifische Kraftatlas (Schaub et al. 2006; Wakula et al. 2008) waren Anlass, das Daimler Ergonomiewerkzeug EAB (Lehr & Frölich 2003) einer „Modellpflege“ zu unterziehen.

## 2. Methode

Die Ergonomische Arbeitssystem-Beurteilung (EAB) ist das Standardergonomiewerkzeug der Daimler AG, welches in allen Phasen des Produktentstehungsprozesses für ergonomische Gefährdungs- und Risikoanalysen im Sinne des dualen europäischen Systems zu Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz eingesetzt wird. Für spezielle Anwendungen (z.B. in der Fahrzeugmontage und der digitalen Fabrik) wird es durch einfachere, kompatibel gestaltete Werkzeuge wie die Ergonomie-Screening-Card und die Ergonomie-Check-Liste (Schaub et al. 2008) ergänzt.

### 2.1 Aufbau und Struktur von EAB

Die EAB berücksichtigt nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft vier Fälle kör-

perlicher Belastungen. Es sind dies im Einzelnen:

- Körperhaltungen / -bewegungen mit geringem Kraftaufwand (< 30 N / 3 kg)
- Aktionskräfte des Ganzkörper- / und Finger-Hand-Arm Systems
- Manuelle Lastenhandhabungen
- Repetitive Belastungen der oberen Extremitäten

Die Bewertung der einzelnen Belastungen erfolgt anhand von Belastungspunkten. Die Zuweisung der Ampelfarben zu den Belastungspunkten erfolgt in Analogie zu den Methoden der BAuA und des IAD. Die Bewertung der Körperhaltungen orientiert sich dabei an dem System zur Analyse von Körperhaltungen (SAK), das im Daimler Werk Bremen entwickelt wurde (Oelker & Mnich 1996). Im Gegensatz zu früheren Versionen erfolgt die EAB-Ergonomiebewertung nicht auf Basis kompletter Arbeitsstationen, sondern auf Basis einzelner Arbeitsvorgänge (AVO), welche bei der Linienausstattung zu Arbeitsstationen kombiniert werden. Dies verringert langfristig gesehen den Einstufungsaufwand, da nur sich ändernde AVOs, nicht aber ganze Arbeitsstationen neu bewertet werden müssen. Auch gestattet es dieser Ansatz, die Linienausstattung stärker als bisher zu einer gleichmäßigeren Verteilung von körperlichen Belastungen zu nutzen und Belastungsspitzen zu vermeiden. Als rechnergestütztes Werkzeug konzipiert, übernimmt die EAB die für die Bewertung multipler Lastfälle notwendigen Aggregationen und Interpolationen. Die neue Version der EAB wird derzeit in einer EXCEL Umgebung konzipiert (vgl. Abbildung 1). Die endgültige DV Umsetzung wird im Rahmen einer standardisierten Daimler IT-Lösung erfolgen.

### EABneu - Körperhaltungen

Ermittlung der Körperhaltungs-Anteile über mehrere AVO

Tätigkeit:	xxxx																							
	Eingabe																Ergebnisse							
Bezeichnung der AVO:	1				2				3								Körperhaltungen (%)				Körperhaltungen	Drehung/Neigung	Reichweite	
Anteil am Gesamtumfang: 1*)	60				30				10															
	KH		Dreh./Nei		Rw		KH		Dreh./Nei		Rw		KH		Dreh./Nei		Rw				anteilig gewichtet		Pkt.wert	
	D %: In		D %: In		D %: In		D %: In		D %: In		D %: In		D %: In		D %: In		D %: In						Pkt.wert	
Stehen aufrecht	%	20	30	30																	12	0,0		
Stehen leicht gebeugt	%	20																			12	3,0		
Stehen stark gebeugt	%					20			80	60											6	2,6		
Arme über Schulterhöhe	%	5									15										5	2,8		
Sitzen aufrecht	%																				0	0,0		
Sitzen gebeugt	%	10																			6	1,1		
Arme über Schulterhöhe	%																				0	0,0		
Knien/Hocken aufrecht	%																				0	0,0		
Knien/Hocken gebeugt	%	5	75	30	50	60					10										4	2,0		
Arme über Schulterhöhe	%																				0	0,0		
Liegen Arme über Kopf	%																				0	0,0		
keine statische KH	%	40				80					75										56	Gesamtpunktwerte: *)		
Kontrollsumme	%	100				100					100										100	17,8	5,3	
Drehung/Neigung - Intensität	0=gering bis 30°				2=mittel >30°-60°				4=max. >60°												Gesamtergebnis-Haltung: 34			
Reichweite - Intensität	0=gering bis 60%				1=mittel >60-80%				3=max. >80%												gelb			



zu 1\*): Anteil der zeitlichen Dauer pro AVO am Gesamtumfang der Tätigkeit

**Abbildung 1:** Bewertung von statischen Körperhaltungen an einer Arbeitsstation, welche aus drei Arbeitsvorgängen besteht

## 2.2 Integration des montagespezifischen Kräfteatlanten in die EAB

Für die Integration des montagespezifischen Kräfteatlanten in die EAB wurde ein

Screening-Ansatz gewählt, welcher Belastungsdauer und Belastungshöhe der Kraftausübungen berücksichtigt (vgl. Abbildung 2).

Action forces (per minute / shift)				Forces		
17		load onto fingers (e.g. clips, plugs)	0 ..... 1 ..... 1 ..... 1,5 ..... 2 ..... 3,5 ..... 7 [sec] 3 6 9 12 20 30 [%] 5 10 15 20 33 50 0 ..... 1,5 ..... 2 ..... 2,5 ..... 3 [n] 4 10 15 20 0 ..... 7 ..... 15 ..... 25 ..... 50 ~1/6 F <sub>max</sub> ~1/3 F <sub>max</sub> ~1/2 F <sub>max</sub> ~2/3 F <sub>max</sub> F <sub>max</sub>	time x load level	individual scores:	Σ
18		action forces required (no loads)	0 ..... 1 ..... 1 ..... 1,5 ..... 2 ..... 4 ..... 8,5 [sec] 3 6 9 12 20 30 [%] 5 10 15 20 33 50 0 ..... 1,5 ..... 2 ..... 3 ..... 4,5 ..... 6,5 ..... 10 [n] 1-2 3 6 8 10 12 0 ..... 6 ..... 15 ..... 25 ..... 50 ~1/6 F <sub>max</sub> ~1/3 F <sub>max</sub> ~1/2 F <sub>max</sub> ~2/3 F <sub>max</sub> F <sub>max</sub>	time x force level	individual scores:	Σ
Forces F <sub>max</sub> for planning (P15) & existing (P40) analysis (male values; use a correction of 0,5 for female or neutral to gender)						

**Abbildung 2:** Bewertung von Aktionskräften des Ganzkörper sowie Finger-Hand-Arm Systems. Eingestuft werden jeweils die Häufigkeit bzw. Dauer der Kraftausübung sowie das Kraftniveau als Quotient von aktuell ausgeübter Kraft zu der für diesen Kraftfall maximal möglichen

### 3. Ergebnisse

Die Implementierung eines Kraftbewertungsverfahrens gemäß montagespezifischem Kraftatlas (Schaub et al. 2006; Wakula et al. 2008) erfolgt wie in Abbildung 3 dargestellt. Treten mehrere Fälle von Ganzkörper- bzw. Finger-Hand-Arm Kräften innerhalb eines Bewertungszeitraumes auf, so werden die Häufigkeiten aller Kraftausübungen summiert und ein summarisches häufigkeitsgemitteltes Kraftniveau berechnet. Summarische Häufigkeit und mittleres Kraftniveau werden dann zur Gesamteinstufung herangezogen.

### 4. Diskussion

In seiner momentan vorliegenden Implementierung entspricht die EAB dem aktuellen Stand des montagespezifischen Kräfteatlanten. Dieser erfüllt wesentliche Anforderungen der Praxis. Die kompakte Screening-Form ermöglicht ein einfaches Einstufen von Kraftausübungen in realtypischen Körperhaltungen, wie sie bei der Fahrzeugmontage auftreten.

Allerdings ist bei multiplen Kraftausübungsfällen immer dann Vorsicht geboten, wenn sich die Kraftniveaus oder die Kraftfälle (Körperhaltungen in Verbindung mit Kraftrichtungen) stark unterschiedlich sind. Extreme Belastungsspitzen werden beim momentanen Ansatz „vermittelt“ und somit scheinbar entschärft. Für diese Lastfälle bedarf es noch einer Weiterentwicklung des Bewertungsansatzes; gleichwohl derartige Belastungsfälle in der Automobilmontage eine eher untergeordnete Rolle spielen.



**EABneu - Schulter-/Armkräfte**

Tätigkeit:

Personenkreis:

**Aktionskräfte im Ganzkörper-/ Schulter- Arm- Bereich**

häufigkeit der Kraftausübung:  pro Schicht  
 oder Gesamtdauer in Min:  pro Schicht Eingabe - momentan noch nicht möglich!

Kraftaufwand in N:  Anhaltswerte für das Kraftniveau bei typischen Tätigkeiten ▼

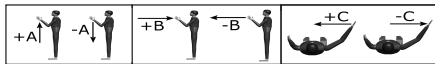
**Vorrangige Körperhaltung bei der Kraftausübung**

	aufrecht	leicht gebeugt	über Schulterhöf
Stehen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sitzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Knien/Hocken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Vorrangige Kraftrichtung bei der Kraftausübung**

	nach oben	nach vorn ziehen	seitlich nach innen
<input checked="" type="radio"/> A+	<input type="radio"/> B+	<input type="radio"/> C+	
<input type="radio"/> A-	<input type="radio"/> B-	<input type="radio"/> C-	

nach unten drücken    seitlich nach außen



einhändige oder beidhändige Kraftausübung asymmetrische bzw. einseitige Kraftausübung (bspw. stark verdreht oder geneigt) ☒ beidhändig ☐ einhändig

☒ nein ☐ ja

**Ergebnis - Ganzkörper-/S-Arm-Kräfte:**  grün

**Abbildung 3:** Bewertung von Aktionskräften des Ganzkörpersystems. Analog zum montagespezifischen Kraftatlas kann zwischen den Grundstellungen Stehen, Sitzen und Knien / Hocken und den Haltungsvarianten aufrecht, gebeugt und über Schulterhöhe gewählt werden. Kraftrichtungen, asymmetrische Rumpfhaltungen und einhändige vs. beidhändige Kraftausübung sind ebenfalls wählbar

**5. Literatur**

1. Oelker, K.C. & Mnich, H.-P. 1996, Ergonomisches Arbeitsplatzkataster - ein System zur Analyse von Körperhaltungen (SAK), FB IE Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Industrial Engineering, 45, 32-37.
2. Schaub, K., Wakula, J., Ahmadi, K., Berg, K., Wakula, A. & Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.) 2006, Der montagespezifische Kraftatlas - Zwischenbericht. Darmstadt: IAD.
3. Lehr, R. & Frölich, W. 2003, Methodenwerkzeug EAB zur Beurteilung körperlicher Arbeit. In: L. Landau (Hrsg.), Good Practice - Ergonomie und Arbeitsgestaltung. Stuttgart: Ergonomia Verlag, 73-91.
4. Schaub, K., Bruder, R., Beck, M., Frölich, W. & Gärtner, A. 2008, Die Daimler ErgonomieCheckliste. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie-Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 629-632.
5. Wakula, J., Berg, K., Schaub, K., Glitsch, U., Ellegast, R., Bruder, R. & Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.) im Druck, Der montagespezifische Kraftatlas.

## Kumulative Wirbelsäulenbelastung bei Personen mit und ohne Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – Zusatzanalysen zur Deutschen Wirbelsäulenstudie

Matthias JÄGER<sup>1</sup>, Jürgen VOß<sup>1</sup>, Ulrich BOLM-AUDORFF<sup>2</sup>, Rolf ELLEGAST<sup>3</sup>,  
Joachim GRIFKA<sup>4</sup>, Martina MICHAELIS<sup>5</sup>, Barbara SCHUMANN<sup>6</sup>,  
Andreas SEIDLER<sup>7</sup> und Alwin LUTTMANN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund

<sup>2</sup> Landesgewerbearzt, Regierungspräsidium Darmstadt,

Abt. Arbeitsschutz und Umwelt, Simone-Veil-Straße 5, D-65187 Wiesbaden

<sup>3</sup> BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,  
Alte Heerstraße 111, D-53754 Sankt Augustin

<sup>4</sup> Orthopädische Universitätsklinik Regensburg,  
Kaiser-Karl-V-Allee 3, D-93077 Bad Abbach

<sup>5</sup> FFAS – Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin,  
Bertoldstraße 27, D-79098 Freiburg

<sup>6</sup> Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik  
und Sektion Arbeitsmedizin, Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg,  
Magdeburger Straße 27, D-06097 Halle/Saale

<sup>7</sup> BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin

**Kurzfassung:** In der Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS) wurde ein statistisch signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch langjährige berufliche Tätigkeiten mit Lastenhandhabung und belastungsintensiven Körperhaltungen und der Entwicklung degenerativer Erkrankungen der Lendenwirbelsäule bei Männern und bei Frauen nachgewiesen. Zusätzliche Analysen zeigen unterschiedliche Belastungsprofile für die „Fallpersonen“ mit Bandscheibenvorfall und -höhenminderung untereinander sowie im Vergleich mit den „Kontrollpersonen“ des jeweiligen Geschlechtes.

**Schlüsselwörter:** Wirbelsäulenbelastung, Wirbelsäulenerkrankung, Lastenhandhabung, Körperhaltung.

### 1. Einleitung

In der jüngeren Vergangenheit wurde ein umfassendes Forschungsvorhaben, die „Deutsche Wirbelsäulenstudie“ (DWS), durchgeführt, mit der wesentlich gesichertere Aussagen zu Dosis-Wirkung-Beziehungen zwischen beruflichen Belastungen durch Lastenhandhabung und Körperhaltung einerseits und degenerativen Erkrankungen im unteren Bereich der Wirbelsäule andererseits abgeleitet wurden (Bolm-Audorff et al. 2007; Seidler et al. 2007). Die DWS, als multizentrische populationsbezogene Fall-Kontroll-Studie konzipiert und gefördert von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, ergab sowohl bei Männern als auch bei Frauen signifikant positive Zusammenhänge zwischen der Exposition – beschrieben durch die über das Berufsleben kumulierte Wirbelsäulenbelastung durch das Handhaben „schwerer“ Lasten und durch „belastungsintensive“ Körperhaltungen – und der Häufigkeit von definierten

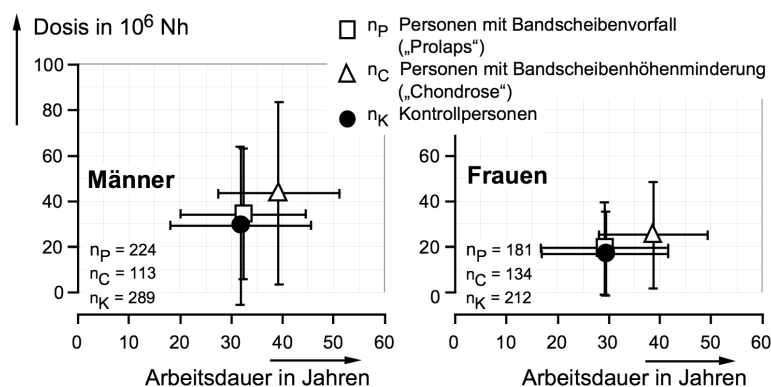
bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (Bandscheibenvorfall, „Prolaps“ bzw. Bandscheibenhöhenminderung, „Chondrose“). Die Belastungsquantifizierung basierte zunächst auf detaillierten Erhebungen der Technischen Aufsichtsdiensete (TAD) der Unfallversicherungsträger zu „externen“ Belastungsfaktoren (z.B. Körperhaltung, Lastmasse, Vorgangsdauer, -häufigkeit; s. Ellegast et al. 2007; Ditchen et al. 2008). Darauf aufbauend wurden biomechanische Analysen zur „internen“ Belastung der Lendenwirbelsäule für alle dokumentierten Belastungsvorgänge („situative Wirbelsäulenbelastung“, gekennzeichnet durch Druckkraft auf die unterste Bandscheibe „L5-S1“) sowie für Arbeitsschicht und Berufsleben durchgeführt („kumulative Wirbelsäulenbelastung“, ermittelt mit Dosismodellen bei Berücksichtigung der vorgangsspezifischen Bandscheibendruckkraft sowie deren Einwirkungsdauer und Häufigkeit; s. Jäger et al. 2007). Mit Hilfe der aktuellen zusätzlichen Analysen wurde geprüft, ob und inwieweit sich die kumulativen Wirbelsäulenbelastungen für „Fälle“ mit verschiedenen Erkrankungsarten untereinander sowie im Vergleich mit den „Kontrollpersonen“ des jeweiligen Geschlechtes unterscheiden.

## 2. Methode

Die hier vorgestellten Auswertungen basieren auf den Erhebungen für insgesamt 1153 Personen aus 6 Teilkollektiven („Fälle“ mit Prolaps/Chondrose bzw. „Kontrollen“, jeweils männlich/weiblich), für die in einem „Erstinterview“ definierte Mindestexpositionen bzgl. Lastenhandhabungen oder Körperhaltungen festgestellt und nachfolgend individuelle detaillierte Erhebungen zur externen und internen Belastung durchgeführt wurden. Für diese „Zusatzanalysen“ wurde die individuelle kumulative Wirbelsäulenbelastung für das jeweilige Berufsleben, die „Arbeitsdauer“, bestimmt. Dazu wurde ein Dosismodell ausgewählt, bei dem annähernd alle erfassten Lastenhandhabungen (ab ca. 5 kg, Druckkraft an L5-S1 ab 2 kN) und Körperhaltungen (ab ca. 20° Rumpfvorneigung) bei der Dosisquantifizierung berücksichtigt werden. Als Arbeitsdauer wird die gesamte Dauer seit Aufnahme der Berufstätigkeit bis zur Diagnosestellung bei Fällen bzw. bis zur TAD-Erhebung bei Kontrollen verstanden.

## 3. Ergebnisse

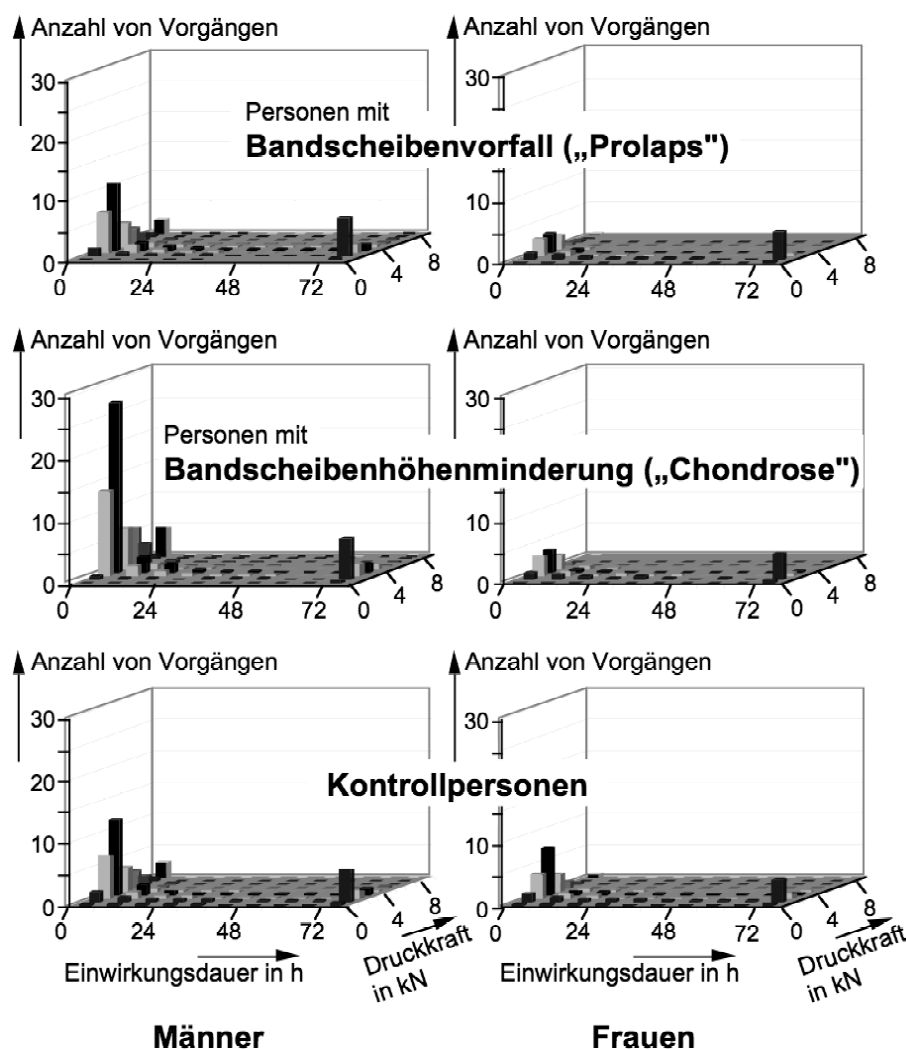
In Abbildung 1 sind Ergebnisse zur kumulativen Wirbelsäulenbelastung für Personen mit und ohne Erkrankungen der Lendenwirbelsäule in Abhängigkeit der Arbeitsdauer des jeweiligen Teilkollektivs dargestellt.



**Abbildung 1:** Kumulierte Wirbelsäulenbelastungsdosis im Berufsleben für Männer und Frauen mit und ohne bandscheibenbedingter Erkrankung der Lendenwirbelsäule in Abhängigkeit der Lebensarbeitsdauer (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung)

Die Diagramme zeigen, dass die Patienten mit Bandscheibenvorfall im Vergleich zu den Kontrollpersonen durch höhere kumulative Wirbelsäulenbelastungen – bei ähnlicher Arbeitsdauer – gekennzeichnet sind (t-Test: signifikant bei Männern;  $p < 0,05$ ), während die Patienten mit Bandscheibenhöhenminderung sowohl signifikant höhere Lebensdosen als auch signifikant längere Beschäftigungsdauern aufweisen; signifikante Unterschiede in der Lebensdosis ergaben sich auch zwischen den Erkrankungsarten für beide Geschlechter.

In Abbildung 2 sind Häufigkeitsverteilungen zu den Teilbelastungen im Berufsleben für die 6 Teilkollektive gegenübergestellt. An der Ordinate sind die Häufigkeiten der Vorgänge mit Lastenhandhabung und Körperhaltung, die bei der Expositionsbefragung als charakteristisch und typisch für die individuelle Berufstätigkeit identifiziert und dokumentiert wurden, angegeben. Die beiden Abszissen korrespondieren mit der Bandscheibendruckkraft eines jeden typischen Vorgangs und deren Einwirkungsdauer, die über das Berufsleben der jeweiligen Person aufsummiert wurde.



**Abbildung 2:** Häufigkeiten der in den TAD-Erhebungen angegebenen, die jeweilige berufliche Tätigkeit charakterisierenden Belastungsvorgänge für Männer und Frauen mit und ohne bandscheibenbedingter Erkrankung der Lendenwirbelsäule in Abhängigkeit der Bandscheibendruckkraft und der über das Berufsleben kumulierten Einwirkungsdauer

Für alle 6 Teilkollektive haben sich zweipipflige Verteilungen ergeben: Das eine Maximum liegt im Bereich niedriger kumulierter Einwirkungsdauer („an der linken Diagramm-Seitenwand“) und Druckkräften zwischen 3 und 4 kN, das andere Häufigkeitsma-

ximum ist mit langen Dauern (> 72 h; s. „Diagramm-Ecke“ vorn rechts) und Druckkräften zwischen 1 und 2 kN verbunden. Besonders auffällig sind die hohen Häufigkeiten der durch Lastenhandhabung bedingten hohen Druckkräfte bei männlichen Chondrosepatienten (s. Diagramm Mitte links) sowie die im Vergleich zu den Kontrollpersonen deutlich erhöhten Häufigkeiten durch Körperhaltungen bei männlichen Fällen (s. Diagramme links oben und Mitte). Bei Frauen sind die Vorgangshäufigkeiten deutlich geringer als bei Männern. Obwohl bei weiblichen Patienten die Lastenhandhabungshäufigkeiten geringer sind als bei weiblichen Kontrollen (s. Säulen an linker Seitenwand), sind die entsprechenden Dosiswerte höher (vgl. Abb. 1); dies ist vermutlich auf die erhöhten Vorgangshäufigkeiten mit belastungsintensiven Körperhaltungen ohne Lastenhandhabung zurückzuführen.

#### 4. Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Die Zusatzanalysen zur Deutschen Wirbelsäulenstudie bezüglich der kumulativen Wirbelsäulenbelastung bei Personen mit und ohne Erkrankungen der Lendenwirbelsäule zeigen insgesamt, dass für die 6 untersuchten Teilkollektive unterschiedliche Belastungsprofile vorliegen. Während Patienten mit Bandscheibenvorfall im Vergleich zu Kontrollpersonen eine höhere Lebensdosis bei etwa gleicher Arbeitsdauer aufweisen, sind die nochmals erhöhten Dosiswerte bei Patienten mit Bandscheibenhöhenminderung auch mit einer längeren Arbeitsdauer verbunden. Aus den Häufigkeitsanalysen zu typischen Vorgängen mit Lastenhandhabung oder belastungsintensiver Körperhaltung haben sich Unterschiede bezüglich des Vorliegens einer Erkrankung sowie zwischen beiden Erkrankungsarten und beiden Geschlechtern ergeben.

#### 5. Literatur

1. Bolm-Audorff, U., Bergmann, A., Ditchen, D., Ellegast, R., Elsner, G., Grifka, J., Haerting, J., Hofmann, F., Jäger, M., Linhardt, O., Luttmann, A., Michaelis, M., Petereit-Haack, G. & Seidler, A. 2007, Zusammenhang zwischen manueller Lastenhandhabung und lumbaler Chondrose – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 57, 304-316.
2. Ditchen, D., Ellegast, R., Bergmann, A., Bolm-Audorff, U., Jäger, M., Linhardt, O., Michaelis, M. & Seidler, A. 2008, Berufliche Belastungen durch Lastenhandhabung und Körperhaltung – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 551-554.
3. Ellegast, R., Ditchen, D., Bergmann, A., Bolm-Audorff, U., Elsner, G., Grifka, J., Haerting, J., Hofmann, F., Jäger, M., Linhardt, O., Luttmann, A., Michaelis, M., Petereit-Haack, G. & Seidler, A. 2007, Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition durch die Technischen Aufsichtsämter der UV-Träger im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 57, 251-263.
4. Jäger, M., Geiß, O., Bergmann, A., Bolm-Audorff, U., Ditchen, D., Ellegast, R., Elsner, G., Grifka, J., Haerting, J., Hofmann, F., Linhardt, O., Michaelis, M., Petereit-Haack, G., Seidler, A. & Luttmann, A. 2007, Biomechanische Analysen zur Belastung der Lendenwirbelsäule innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 57, 264-276.
5. Seidler, A., Bergmann, A., Ditchen, D., Ellegast, R., Elsner, G., Grifka, J., Haerting, J., Hofmann, F., Jäger, M., Linhardt, O., Luttmann, A., Michaelis, M., Petereit-Haack, G. & Bolm-Audorff, U. 2007, Zusammenhang zwischen lumbalen Prolapserkrankungen und der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabungen und Tätigkeiten in Rumpfbeugehaltung – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 57, 290-303.



## Ermittlung der Wirbelsäulenbelastung in manuellen Kommissioniersystemen

Christian GOLDSCHIED<sup>1</sup>, Jochen DEUSE<sup>2</sup> und Matthias JÄGER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> WILO SE,

*Nortkirchenstraße 100, D-44263 Dortmund*

<sup>2</sup> *Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme, TU Dortmund,  
Leonhard-Euler-Straße 5, D-44227 Dortmund*

<sup>3</sup> *IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** In diesem Beitrag wird ein auf Bandscheiben-Druckkräften aufbauender Ansatz zur Ermittlung und Bewertung der Wirbelsäulenbelastung in Kommissioniersystemen unter Berücksichtigung der kommissionierspezifischen Randbedingungen bei der manuellen Lastenhandhabung vorgestellt. Schwerpunkt der Untersuchungen ist die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen der Kommissioniersystemgestaltung und der daraus resultierenden Wirbelsäulenbelastung mit dem Ziel einer ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsablauf.

**Schlüsselwörter:** Logistik, Kommissionierung, Lastenhandhabung, Wirbelsäulenbelastung, Arbeitsgestaltung.

### 1. Einleitung

Die Bedeutung logistischer Leistungen für den Unternehmenserfolg ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Gründe hierfür sind u. a. die direkte Nähe der Logistik zum Kunden, die Zunahme des Warenversandhandels mit der Tendenz zur „Losgröße eins“ und die wachsende Komplexität der logistischen Leistungsprozesse (Deuse et al. 2006). Trotz zunehmender Automatisierung in der Logistik, z. B. auf dem Gebiet der Identifikationstechnik, ist der Anteil manueller Kommissioniersysteme nach wie vor sehr hoch (Goldscheid & Mackowiak 2006). Hier treten oft Lastenhandhabungen mit hoher Wiederholhäufigkeit pro Arbeitsschicht und hohen Lastgewichten sowie ungünstigen Körperhaltungen, bedingt durch beispielsweise tiefe Entnahme- und Abgabepositionen, auf. Dies führt bei den Ausführenden unter Umständen zu einer erheblichen Wirbelsäulenbelastung, deren Folgen sinkende Produktivität, erhöhte Fehlzeiten und Arbeitsunfähigkeit sein können. Daher ist es neben der gesetzlichen Verpflichtung zur menschengerechten Gestaltung der Arbeit auch aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich bzw. angeraten, die auftretende Wirbelsäulenbelastung in manuellen Kommissioniersystemen zu ermitteln, zu beurteilen und ggf. die Ursachen auftretender Überlastung – mit dem Ziel von deren Vermeidung – zu analysieren. Hierzu sind jedoch Verfahren erforderlich, die eine Belastungsermittlung mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand in der betrieblichen Praxis ermöglichen. Ziel der Forschungsarbeiten ist es daher, aufbauend auf bestehenden Belastungsermittlungsverfahren sowie auf vorhandenen Erkenntnissen über die Zusammenhänge zwischen manueller Lastenhandhabung und daraus resultierender Wirbelsäulenbelastung, einen Ansatz zu entwickeln, der eine Ermittlung und Bewertung der Wirbelsäulenbelastung in Kommissioniersystemen unter Berücksichtigung der



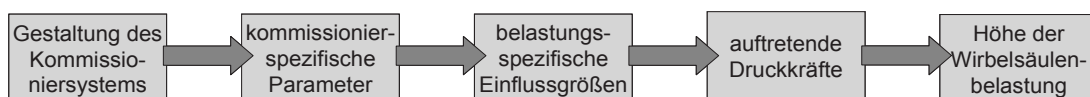
kommissionierspezifischen Randbedingungen bei der manuellen Lastenhandhabung (z. B. unterschiedliche Lastgewichte, Entnahme- und Abgabepositionen) ermöglicht.

## 2. Ermittlung der Wirbelsäulenbelastung in der Kommissionierung

Die Untersuchung bestehender Verfahren zur Belastungsermittlung bezüglich ihrer Eignung für die Anwendung in der manuellen Kommissionierung zeigt, dass keines der Verfahren die kommissionierspezifischen Gegebenheiten, wie das Auftreten von unterschiedlichen Lastenhandhabungsvorgängen mit jeweils verschiedenen Körperhaltungen und Lastgewichten, ausreichend berücksichtigt. Daher wird im Folgenden ein neu entwickelter kommissionierspezifischer Ansatz zur quantitativen Belastungsbeschreibung der Lendenwirbelsäule vorgestellt, der auf den mit Hilfe des biomechanischen Simulationswerkzeugs „Der Dortmunder“ ermittelten Bandscheiben-Druckkräften für unterschiedliche Belastungssituationen (Jäger et al. 1998, 2001) aufbaut. Mit diesem Ansatz ist es möglich, für die in der Kommissionierung auszuführenden manuellen Lastenhandhabungsvorgänge die jeweils auftretenden Druckkräfte in der Lendenwirbelsäule zu ermitteln und die Belastung anhand der für die ergonomische Gestaltung von Lastenhabungstätigkeiten konzipierten „Dortmunder Richtwerte“ (Jäger et al. 2002) zu bewerten.

### 2.1 Ermittlung der belastungsspezifischen Einflussgrößen anhand der Gestaltung des Kommissioniersystems

Zur Druckkraftermittlung ist es erforderlich, die belastungsspezifischen Einflussgrößen, wie Art der Lastenhandhabung, Körperhaltung, Lastgewicht und Ausführungsdauer, für jeden Vorgang anhand der Kommissioniersystemgestaltung und der daraus resultierenden kommissionierspezifischen Parameter (Arbeitsablauf, Artikel-eigenschaften, räumliche Gestaltung usw.) zu ermitteln (s. Abbildung 1).

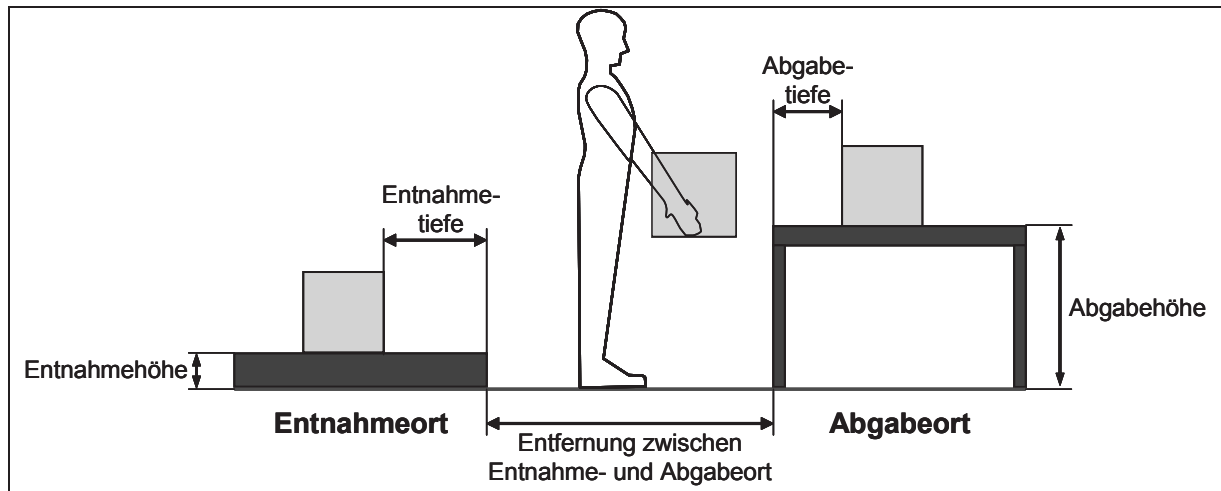


**Abbildung 1:** Schematische Darstellung des Kausalzusammenhangs zwischen der Gestaltung des Kommissioniersystems und der Höhe der Wirbelsäulenbelastung (Goldscheid 2008)

Daher werden zunächst die verfügbaren Informationen über das jeweilige Kommissioniersystem (Betriebsdaten, Layoutzeichnungen usw.) analysiert. Da die Körperhaltungen und die Bewegungsabläufe jedoch nicht unmittelbar daraus abzuleiten sind, wird der Zusammenhang zwischen den kommissionierspezifischen Parametern und den jeweiligen Körperhaltungen und Bewegungsabläufen bei der Lastenhandhabung exemplarisch durch Laborversuche untersucht.

### 2.2 Exemplarische Untersuchung der Bewegungsabläufe und Körperhaltungen

Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung von Hebehöhe, Lastabstand, Ausprägung der Symmetrie und Unterbrechung der Lastenhandhabung in Abhängigkeit von dem jeweiligen Lastgewicht sowie der in Abbildung 2 dargestellten Abmessungen.



**Abbildung 2:** Versuchsaufbau und variierte Abmessungen (Goldscheid 2008)

Die aus den Versuchen abgeleiteten Untersuchungsergebnisse ermöglichen es, für alle auftretenden manuellen Lastenhandhabungen die Ausprägungen der belastungsbezogenen Einflussgrößen mit Hilfe der kommissionierspezifischen Parameter und, darauf aufbauend, die jeweiligen Druckkräfte zu ermitteln.

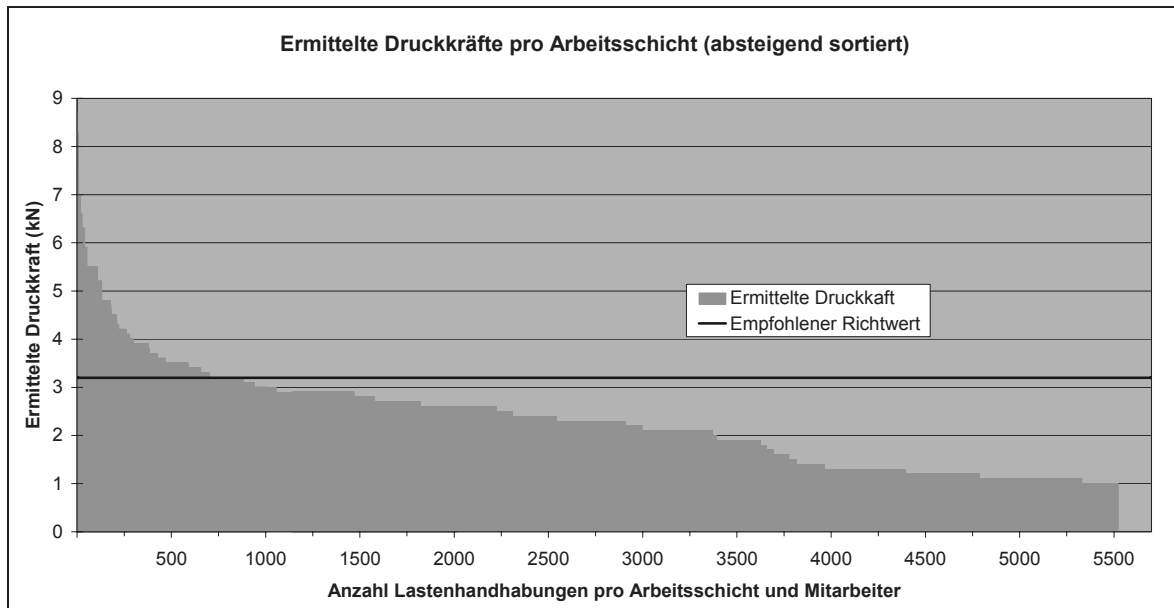
### 2.3 Entwicklung einer kommissionierspezifischen Vorgehensweise

Zur Ermittlung der Wirbelsäulenbelastung wird eine kommissionierspezifische Vorgehensweise für bestehende oder zu planende Kommissioniersysteme erarbeitet, die es ermöglicht, die jeweilige Druckkraft für alle auftretenden Lastenhandhabungen anhand der verfügbaren Informationen (Betriebsdaten, Layoutzeichnungen usw.) zu ermitteln und nachfolgend die Wirbelsäulenbelastung zu analysieren.

Hierzu erfolgt zunächst die Analyse des Kommissioniersystems und der Auftrags-, Leistungs- und Artikelstammdaten sowie die Ermittlung der belastungsspezifischen Einflussgrößen. Anhand der erhobenen Daten und Bewegungsabläufe werden anschließend für alle Handhabungsvorgänge die Druckkräfte auf die unterste Bandscheibe der Wirbelsäule ermittelt. Im letzten Schritt erfolgt die personenbezogene Analyse der Wirbelsäulenbelastung für die Dauer einer Arbeitsschicht. Die erarbeitete Vorgehensweise wird anhand eines Fallbeispiels exemplarisch auf ein konkretes System angewandt und validiert.

### 2.4 Exemplarische Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Die Validierung erfolgt anhand eines Kommissioniersystems, in dem die Kommissioniergüter (Artikel mit hoher Umschlagshäufigkeit aus den Bereichen Büro und Kommunikation, Hygiene und Gesundheit sowie Arbeits- und Umweltschutz) von Paletten entnommen und auf einem Transportband abgelegt werden (Pick-to-Belt-Kommissionierung). Wie in Abbildung 3 dargestellt ist, liegt hier der überwiegende Anteil der auftretenden Druckkräfte in diesem Beispiel zwar unterhalb des empfohlenen Richtwertes von 3,2 kN für männliche Personen ab 50 Jahre (Jäger et al. 2002); es treten jedoch auch rund 700 Richtwertüberschreitungen pro Mitarbeiterschicht mit Druckkräften von annähernd dem Dreifachen des Richtwertes auf. Daher ist die auftretende Belastung für die hier anzutreffende Personengruppe als wesentlich zu hoch zu beurteilen.



**Abbildung 3:** Druckkraftverteilung als Indikator für die Höhe der Wirbelsäulenbelastung für ein exemplarisches Kommissioniersystem und Vergleich mit empfohlener Maximalbelastung (Goldscheid 2008)

### 3. Zusammenfassung

Der vorgestellte Ansatz stellt eine praxistaugliche Methode zur Ermittlung, Bewertung und Beurteilung der auftretenden Wirbelsäulenbelastung hinsichtlich eventueller biomechanischer Überlastungen anhand der Druckkräfte in der Lendenwirbelsäule dar. Er ermöglicht die Quantifizierung und ggf. die Reduzierung der Belastung im Hinblick auf die ergonomische Gestaltung von Kommissioniersystemen unter humanitären, rechtlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten und kann somit einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung von belastungsbedingten Gesundheitsbeeinträchtigungen, sinkender Produktivität und temporärer oder dauernder Arbeitsunfähigkeit der Mitarbeiter in der Kommissionierung leisten.

### 4. Literatur

1. Deuse, J., Keßler, S. & Wischniewski 2006, Ganzheitliche Produktionssysteme für Logistik-Dienstleister – eine Aufgabe für die nahe Zukunft. In: H. Wolf-Kluthausen (Hrsg.), Jahrbuch Logistik 2006. Korschbroich: free, 46-51.
2. Goldscheid C. & Mackowiak J. 2006, Ganzheitliche Betrachtung manueller Kommissioniersysteme. In: H. Wolf-Kluthausen (Hrsg.), Jahrbuch Logistik 2006. Korschbroich: free, 284-286.
3. Goldscheid, C. 2008, Ermittlung der Wirbelsäulenbelastung in manuellen Kommissioniersystemen. Aachen: Shaker Verlag.
4. Jäger, M., Jordan, C., Luttmann, A., Dettmer, U., Bongwald, O. & Laurig, W. 1998, Dortmunder Lumbalbelastungsstudie: Ermittlung der Belastung der Wirbelsäule bei ausgewählten beruflichen Tätigkeiten. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG).
5. Jäger, M., Jordan, C., Theilmeier, A. & Luttmann, A. 2001, Dortmunder Lumbalbelastungsstudie 2: Ermittlung und Beurteilung vergleichbarer Tätigkeiten hinsichtlich der Körperhaltung und der Wirbelsäulenbelastung bei verschiedenen beruflichen Tätigkeiten. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG).
6. Jäger, M., Göllner, R., Jordan, C., Theilmeier, A. & Luttmann, A. 2002, Belastung der Lendenwirbelsäule beim Heben und Umsetzen von Lasten, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 56, 93-105.

## Wirbelsäulenbelastung beim Transfer von schwergewichtigen Patienten – Methodik und erste Ergebnisse

Andreas THEILMEIER<sup>1</sup>, Claus JORDAN<sup>1</sup>, Norbert WORTMANN<sup>2</sup>,  
Stefan KUHN<sup>3</sup>, Alwin LUTTMANN<sup>1</sup> und Matthias JÄGER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund

<sup>2</sup> Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)  
Hauptverwaltung, Pappelallee 35/37, D-22089 Hamburg

<sup>3</sup> Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege  
Präventionsdienst Mainz, Göttelmannstraße 3, D-55130 Mainz

**Kurzfassung:** Zur Quantifizierung der Wirbelsäulenbelastung von Pflegepersonal beim Bewegen schwergewichtiger Patienten werden verschiedene Kennwerte der mechanischen Belastung der Lendenwirbelsäule durch biomechanische Simulationsrechnungen mit dem computergestützten Analysewerkzeug Der Dortmundener dreidimensional und zeitvariant bestimmt. Für ausgewählte Tätigkeiten soll das Ausmaß der Belastungserhöhung im Vergleich zum Transfer von „normalgewichtigen“ Patienten ermittelt werden. Hierfür ist es notwendig, die Körperhaltungen von Patient und Pflegeperson sowie die von der Pflegeperson ausgeübten Kräfte messtechnisch gestützt zu erheben.

**Schlüsselwörter:** Pflegetätigkeiten, schwergewichtige Patienten, Wirbelsäulenbelastung, biomechanische Simulationsrechnungen.

### 1. Einleitung

In Kooperation mit der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) wurden am Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo) im Rahmen mehrerer Forschungsvorhaben Untersuchungen zur Belastung der Lendenwirbelsäule bei verschiedenartigen Pflegetätigkeiten, die mit dem Bewegen von Patienten verbunden sind, durchgeführt (Jäger et al. 2003, 2005, 2008). Daraus abgeleitete Kennwerte haben vormalige Werte zur Prüfung der arbeitstechnischen Voraussetzungen von Berufskrankheiten ersetzt und werden von der BGW in Feststellungsverfahren zur BK 2108 genutzt (Kuhn et al. 2001; Theilmeier et al. 2006). Weiterhin wurden verschiedene Arbeitsweisen („optimiert“, „optimiert mit Kleinen Hilfsmitteln“) identifiziert, anhand derer die Wirbelsäulenbelastung der Pflegepersonen erheblich reduziert werden konnte (Jordan et al. 2008; Theilmeier et al. 2008).

Im Gegensatz zu diesen vorangegangenen Untersuchungen, in denen Kennwerte der Wirbelsäulenbelastung für ein Patientenkollektiv mit weitgehend einheitlicher Körpergröße und einem Körpergewicht bis zu etwa 80 kg erhoben wurden, haben die hier beschriebenen Untersuchungen zum Ziel, die Wirbelsäulenbelastung von Pflegepersonal beim Bewegen von schwergewichtigen Patienten zu quantifizieren.

Vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung – mit einem allgemeinen Anstieg von Körpergewicht und Körpergröße – ist davon auszugehen, dass unter den

Patienten, die vom Pflegepersonal bewegt werden, zunehmend Personen mit hohem Gewicht vorkommen. In dem hier beschriebenen Forschungsvorhaben soll die Hypothese geprüft und mit Werten belegt werden, dass die Wirbelsäulenbelastung von Pflegepersonen bei Transfertätigkeiten mit schwergewichtigen Patienten höher ist als beim Bewegen normalgewichtiger Patienten. Zusätzlich soll exemplarisch der Einfluss des „Körperbautyps“ erhoben werden.

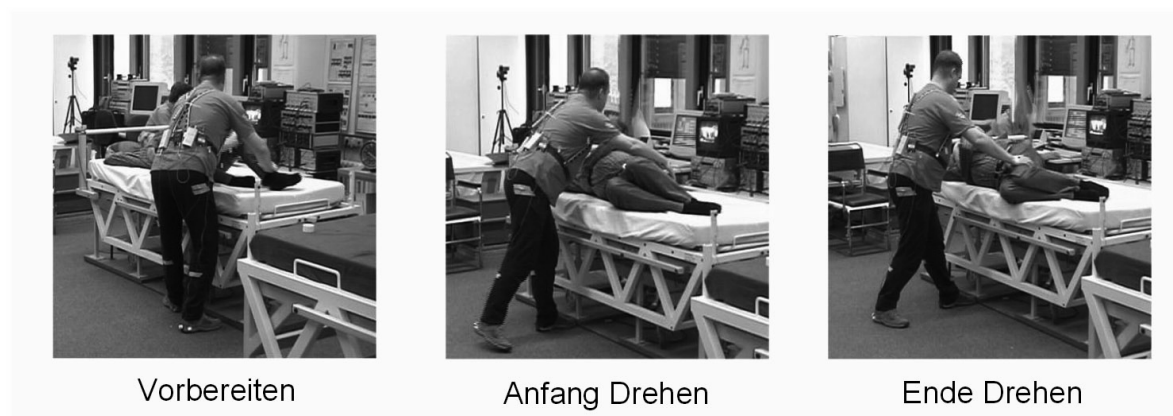
## 2. Methode

Für ausgewählte Tätigkeiten soll das Ausmaß einer vermeintlichen Belastungserhöhung im Vergleich zum Transfer von normalgewichtigen Patienten ermittelt werden, indem Zeitverläufe für verschiedene Kennwerte der mechanischen Belastung der Lendenwirbelsäule durch biomechanische Simulationsrechnungen mit dem computergestützten Analysewerkzeug Der Dortmundur bestimmt werden (Jäger et al. 2000). Die Erhebung der Wirbelsäulenbelastung erfolgte dabei durchgängig dreidimensional und zeitvariant. Neben dem zeitlichen Verlauf des in der Literatur häufig verwendeten Belastungskennwerts „Druckkraft auf die unterste Bandscheibe der Lendenwirbelsäule (L5-S1)“ wurden ebenfalls Scherkräfte „nach vorne“ und „zur Seite“ sowie entsprechende Momente an der Bandscheibe bestimmt. Für diese Vorgehensweise ist es notwendig, sowohl die Körperhaltungen und -bewegungen von Patient und Pflegeperson als auch die von der Pflegeperson ausgeübten Kräfte messtechnisch gestützt zu erheben (Jordan et al. 2005; Theilmeier et al. 2005).

Aus 16 Pflegetätigkeiten, die in vorangegangenen Studien bislang für Patienten mit einem Gewicht von 65 kg bzw. 80 kg hinsichtlich der Wirbelsäulenbelastung untersucht worden sind, wurden Tätigkeiten ausgewählt, bei denen einerseits eine außergewöhnliche Belastung des Pflegepersonals erwartet wird, die andererseits auch von einer Pflegeperson allein noch ausgeführt werden können, ohne offensichtliche biomechanische Überlastungen zu provozieren. Unter diesen Voraussetzungen werden zur Zeit die Tätigkeiten „Drehen des Patienten auf die Seite“, „Höherlagern des Patienten in Richtung Kopfende“ und „Bewegen des Patienten vom Liegen an die Bettkante und zurück“, soweit möglich, bei Patientengewichten von 90 kg bis zu 150 kg (in Stufen von 20 kg) untersucht. Für das Patientengewicht 110 kg wird zusätzlich zwischen einem eher kurzen, „gedrungenen“ und einem eher langen Körperbautyp unterschieden. Weitere Varianten ergeben sich aus den drei verschiedenen Arbeitsweisen (konventionell, optimiert und optimiert mit Kleinen Hilfsmitteln) und zwei Aktivitätsgraden des Patienten (eher aktiv sowie eher passiv).

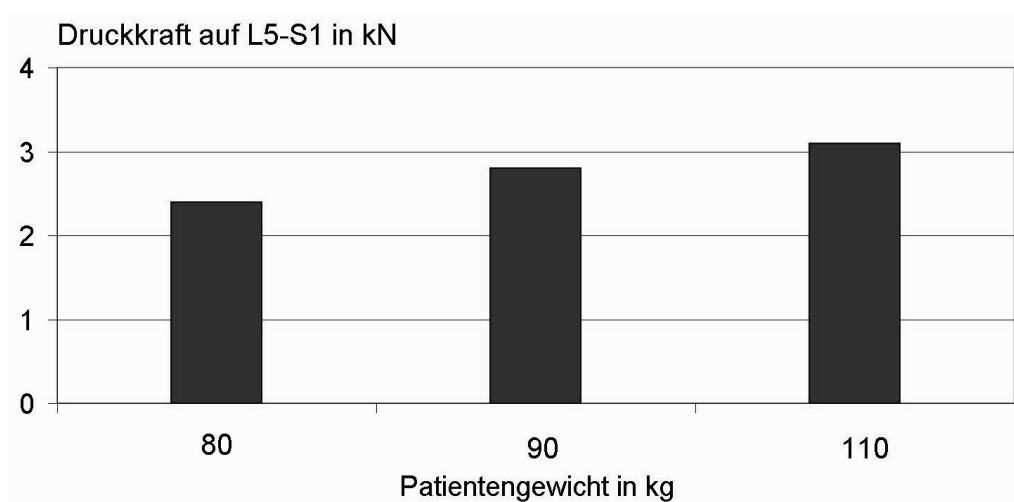
## 3. Ergebnisse

Als Beispiel für die bisher ausgewerteten Untersuchungen ist in Abbildung 1 die Tätigkeit „Drehen des Patienten auf die Seite“ in optimierter Arbeitsweise bei aktiven Patienten mit einem Körpergewicht von 90 kg anhand von drei Fotos dargestellt. Das linke Foto zeigt das Aufstellen der Füße des Patienten, das zur Verbreiterung des eigentlichen Transfers dient. Das mittlere Foto gibt den Beginn der Drehbewegung wieder; das Ende der Drehbewegung ist im rechten Foto dargestellt.



**Abbildung 1:** Fotos der Körperhaltung der Pflegeperson beim „Drehen des Patienten auf die Seite“

Die bisher erhobenen Zeitverläufe der Wirbelsäulenbelastung deuten darauf hin, dass in der Regel ein erhöhtes Patientengewicht zu einer Erhöhung der Wirbelsäulenbelastung führt. Dies zeigen auch die in der Abbildung 2 dargestellten Maximalwerte der Druckkraft auf die Bandscheibe L5-S1: In Abhängigkeit vom Patientengewicht steigt das Druckkraftmaximum von 2,4 kN für einen Patienten mit einem Körpergewicht von 80 kg über 2,8 kN bei 90 kg auf 3,1 kN bei 110 kg an. Die insgesamt eher niedrige Wirbelsäulenbelastung zwischen etwa 2½ kN und 3 kN resultiert aus den geringen für die Bewegung des Patienten erforderlichen Kräften, die im Wesentlichen aus einer horizontalen Komponente „nach hinten“ und einem etwa halb so großen vertikalen Anteil „nach oben“ bestehen.



**Abbildung 2:** Mittelwerte der maximalen Druckkraft auf die Bandscheibe L5-S1 beim „Drehen des Patienten auf die Seite“ in optimierter Arbeitsweise bei eher aktiven Patienten

#### 4. Diskussion

In dem hier beschriebenen Forschungsvorhaben wurden und werden Laboruntersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, die Wirbelsäulenbelastung beim Bewegen von Patienten in Abhängigkeit von deren Körpergewicht zu quantifizieren. Dabei wurde die Anwendung konventioneller und optimierter Pflorgetechniken sowie Transfertechniken mit Kleinen Hilfsmitteln untersucht. Erste Auswertungen deuten an, dass ein erhöhtes Patientengewicht mit einer erhöhten Wirbelsäulenbelastung einhergeht.



Vereinzelte wurden aber auch Vorgänge beobachtet, bei denen die Erhöhung des Patientengewichts zu einer Verringerung der Wirbelsäulenbelastung führte. Daraufhin durchgeführte Videoanalysen haben gezeigt, dass trotz relativ kontrollierter Bedingungen der Laboruntersuchungen Variationen in der Arbeitsweise der Pflegeperson auftreten, deren Einfluss auf die Wirbelsäulenbelastung teilweise höher zu sein scheint als der Effekt durch die Erhöhung des Patientengewichts.

Nach vollständiger Auswertung der Erhebungen werden als Ergebnisse wissenschaftlich abgesicherte Werte zu vermeintlich belastenden Tätigkeiten in Abhängigkeit vom Patientengewicht für die Verwendung in Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren zur Verfügung stehen. Mit Hilfe der erhobenen Daten soll es darüber hinaus möglich sein, präventive Maßnahmen zur Verringerung der Belastung bei entsprechenden Pflegetätigkeiten zu entwickeln und zu beurteilen.

## 5. Literatur

1. Jäger, M., Luttmann, A., Göllner, R. & Laurig, W. 2000, Der Dortmunder: Biomechanische Modellbildung zur Bestimmung und Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule bei Lastenhandhabungen. In: S. Radandt, R. Grieshaber & W. Schneider (Hrsg.), Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen. Leipzig: Monade, 105-124.
2. Jäger, M., Jordan, C., Theilmeier, A. & Luttmann, A. 2003, Dortmunder Lumbalbelastungsstudie 3: Ermittlung der Belastung der Lendenwirbelsäule bei ausgewählten Pflegetätigkeiten mit Patiententransfer. Teil 1: Entwicklung und exemplarische Anwendung der Methodik. Aachen, Shaker.
3. Jäger, M., Theilmeier, A., Jordan, C. & Luttmann, A. 2005, Dortmunder Lumbalbelastungsstudie 3: Ermittlung der Belastung der Lendenwirbelsäule bei ausgewählten Pflegetätigkeiten mit Patiententransfer. Teil 2: Belastungskennwerte von sicher gefährdenden Tätigkeiten im Sinne der Berufskrankheit 2108. Aachen: Shaker.
4. Jäger, M., Theilmeier, A., Jordan, C. & Luttmann, A. 2008, Dortmunder Lumbalbelastungsstudie 3: Ermittlung der Belastung der Lendenwirbelsäule bei ausgewählten Pflegetätigkeiten mit Patiententransfer. Teil 3: Biomechanische Beurteilung von Tätigkeiten im Gesundheitsdienst hinsichtlich der Möglichkeit zur Prävention von Gefährdungen der Wirbelsäule. Aachen: Shaker.
5. Jordan, C., Theilmeier, A., Luttmann, A. & Jäger, M. 2005, Erfassung der Lendenwirbelsäulenbelastung bei Kranken- und Altenpflegetätigkeiten mit Patiententransfer. In: T. Brüning, V. Harth, M. Zaghaw (Hrsg.), Dialog zwischen betrieblicher Praxis und arbeitsmedizinischer Wissenschaft, CD-ROM. Stuttgart: Gentner, 429-433.
6. Jordan, C., Theilmeier, A., Wortmann, N., Kuhn, S., Luttmann, A. & Jäger, M. 2008, Beurteilung der Wirbelsäulenbelastung bei Patiententransfers im Hinblick auf die Anwendung präventiver Maßnahmen. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin, 43, 178.
7. Kuhn, S., Baumann, W., Lang, R. & Wortmann, N. 2001, MDD-Pflege - Vorläufige Dosisberechnung (Gesundheitsdienst). Hamburg: BG für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege.
8. Theilmeier, A., Jordan, C., Luttmann, A. & Jäger, M. 2005, Messtechnisch gestützte Erfassung von Körperhaltungen und Aktionskräften zur Erhebung der Wirbelsäulenbelastung bei Pflegetätigkeiten, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 59, 162-171.
9. Theilmeier, A., Jordan, C., Wortmann, N., Kuhn, St., Nienhaus, A., Luttmann, A. & Jäger, M. 2006, Belastung der Lendenwirbelsäule von Pflegepersonen bei Patiententransfers – Kennwerte zur Nutzung in Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 56, 228-251.
10. Theilmeier, A., Jordan, C., Wortmann, N., Kuhn, St., Luttmann, A. & Jäger, M. 2008, Risk prevention for health-care workers by reduction of lumbar load during patient-transfer activities. In: P. Mondelo, M. Mattila, W. Karwowski & A. Hale (Eds.), Proceedings of the Sixth International Conference on Occupational Risk Prevention. La Coruña, Spain: ORP.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Barbara-Beate Beck und Frau Beate Wiedmann (Forum fBB Hamburg) sowie Herrn Dietmar Frenk (Herdecke) für die kompetente und konstruktive Zusammenarbeit.

# Einfluss der Körperhaltung auf die Kräfte in der Lendenwirbelsäule bei Ganzkörper-Schwingungen auf Containerbrücken

Martin FRITZ<sup>1</sup> und Klaus SCHÄFER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo),  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

<sup>2</sup> *Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution (BGHW),  
M 5, 7, D-68161 Mannheim*

**Kurzfassung:** Während der betriebsüblichen Einsätze von Containerbrücken sitzen die Fahrer häufig mit nach vorn geneigtem Oberkörper. Die hierbei auftretenden Kräfte in der Lendenwirbelsäule wurden mit einem biomechanischen Modell simuliert und mit den Kräften bei aufrechter Sitzhaltung verglichen. Die vorgeneigte Sitzhaltung führt zu einer Erhöhung der Mittelwerte der Druckkräfte und der Scherkräfte in dorsoventraler Richtung. Dies ist die Folge der erhöhten Muskelkräfte zur Stabilisierung der Rumpfneigung. Die erhöhten Kräfte sollten bei der Schwingungsbewertung berücksichtigt werden

**Schlüsselwörter:** Körperhaltung, statische und dynamische Kraftanteile, Schwingungsbewertung.

## 1. Einleitung

Zweck der VDI-Richtlinie 2057, Blatt 1 (2002) sowie von ISO 2631-1 (1997) ist es, ein einheitliches Verfahren zur Beurteilung der Einwirkung mechanischer Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen anzugeben. Die Kenntnis der frequenzbewerteten Beschleunigung und der Expositionsdauer ist eine Voraussetzung für Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen durch die Schwingungsbelastung. Das Beurteilungsverfahren wird für den stehenden, den sitzenden und den liegenden Menschen beschrieben. Bei sitzender Tätigkeit wird davon ausgegangen, dass der Oberkörper eine aufrechte Stellung einnimmt. Bei Tätigkeiten auf Containerbrücken, Portalstaplern oder Gabelstaplern neigt der Fahrer dagegen seinen Oberkörper häufig nach vorn oder zur Seite. Hierdurch weicht die Längsachse des Rumpfes deutlich von der vertikalen Schwingungsrichtung ab.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Einfluss der Rumpfneigung sowohl auf den statischen als auch auf den dynamischen Anteil der in der Lendenwirbelsäule wirkenden Druck- und Scherkräfte abzuschätzen. Anhand der Ergebnisse soll ermittelt werden, ob die unterschiedlichen Sitzhaltungen bei der Schwingungsbewertung berücksichtigt werden müssen.

## 2. Methode

In einer Pilotstudie wurde von der BGHW auf einer Containerbrücke der Zeitverlauf der Sitzbeschleunigungen in den drei Schwingungsrichtungen gemessen. Die Messung wurde während des betriebsüblichen Einsatzes durchgeführt und dauerte 75 min. Für die Berechnung der Wirbelsäulenkräfte wurden aus den Zeitverläufen

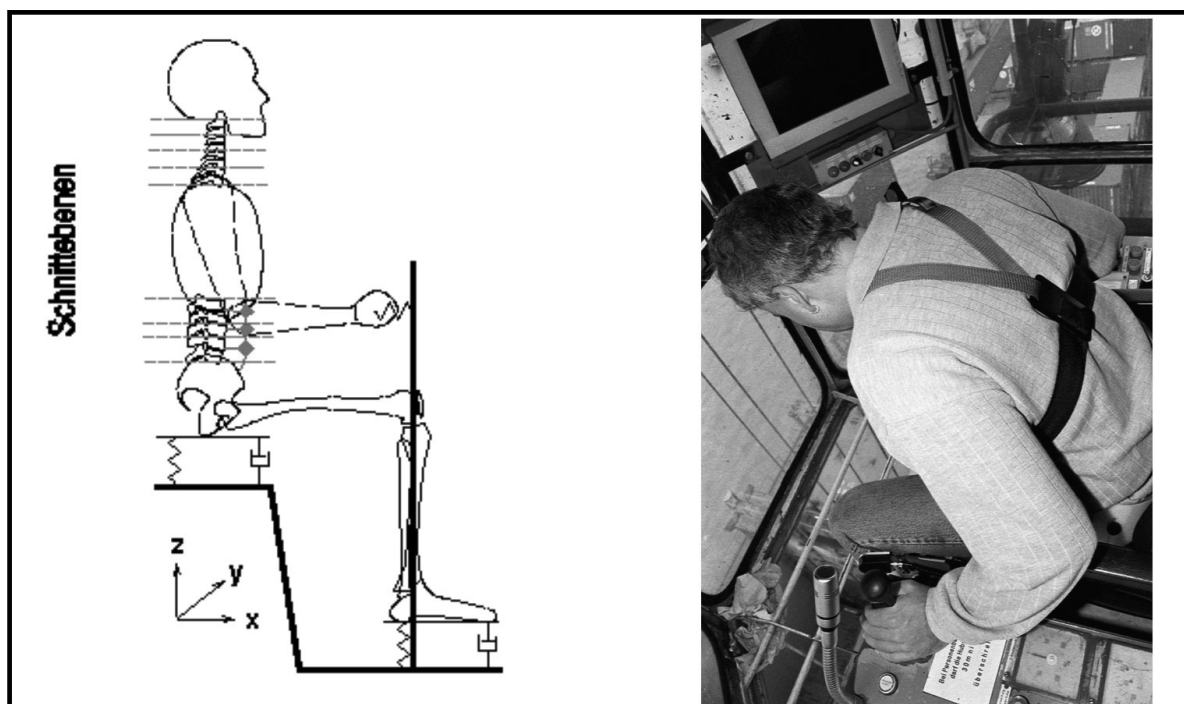
drei für die Tätigkeit des Fahrers typische Belastungsabschnitte von jeweils 4,5 min Dauer ausgewählt. Die sich in diesen Belastungsabschnitten ergebenden Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigungen sind in Tabelle 1 beschrieben.

Die Wirbelsäulenkräfte wurden mit dem am IfADo entwickelten und von Fritz (2000) ausführlich beschriebenen biomechanischen Modell simuliert. Im Einzelnen wurden die in den Bewegungssegmenten L3-L4 und L5-S1 der Lendenwirbelsäule übertragenen und parallel zu den Achsen des rumpfbezogenen Koordinatensystems verlaufenden Druck- und Scherkräfte berechnet.

**Tabelle 1:** Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigungen in den drei typischen Belastungsabschnitten

Belastungsabschnitt	Frequenzbewertete Beschleunigung		
	$a_{vx}$ [ m/s <sup>2</sup> ]	$a_{vy}$ [ m/s <sup>2</sup> ]	$a_{vz}$ [ m/s <sup>2</sup> ]
1	0,39	0,36	0,18
2	0,44	0,42	0,22
3	0,40	0,29	0,15

Mit dem Modell wurde sowohl eine aufrechte Sitzhaltung als auch eine Haltung mit weit nach vorn geneigtem Oberkörper nachgebildet (Abbildung 1). Um die typische Rumpfneigung zu erreichen, wurden die Modellkörper des Rumpfes bis zu 10 ° nach vorne geneigt, so dass sich eine Rumpfneigung von annähernd 50 ° ergab. Zusätzlich wurden die Modellarme nach außen gedreht, so dass sich die Hände auf den Stellteilen neben den Knien befanden.



**Abbildung 1:** Links: Biomechanisches Modell in aufrechter Sitzhaltung.  
Rechts: Typische Haltung eines Fahrers auf der Containerbrücke

### 3. Ergebnisse

Mit den Zeitverläufen der Sitzbeschleunigungen als Input für das Modell wurden

die Wirbelsäulenkräfte in den drei Belastungsabschnitten und den beiden Körperhaltungen simuliert.

Aus den Zeitverläufen der Kräfte wurden für den Vergleich der beiden Körperhaltungen jeweils Mittelwert und Spannweite (Differenz zwischen maximalem und minimalem Kraftwert) berechnet. Tabelle 2 enthält die beiden Parameter für die Druckkräfte und die Scherkräfte in dorsoventraler Richtung sowie in Seitwärtsrichtung.

Bei der Mehrzahl der Simulationsbeispiele ist die Spannweite größer als der Mittelwert. Dies bedeutet bei den Scherkräften in Seitwärtsrichtung sowie bei der Scherkraft in dorsoventraler Richtung des Bewegungssegmentes L3-L4, dass die Kräfte während der Schwingungsbelastung sowohl positive als auch negative Werte annehmen und somit den Richtungssinn ändern. Im Gegensatz hierzu sind die Druckkräfte immer positiv, was bedeutet, dass der obere Wirbel jeweils auf den untern gedrückt und von diesem gestützt wird.

**Tabelle 2:** Zeitlicher Mittelwert (M) und Spannweite (Sp) der Kräfte in den Bewegungssegmenten der Lendenwirbelsäule bei aufrechter und vorgeneigter Sitzhaltung

Belastungsabschnitt		Druckkraft [ N ]			
		Bewegungssegment L3-L4		Bewegungssegment L5-S1	
		aufrecht	vorgeneigt	aufrecht	vorgeneigt
1	M	649	1156	638	996
	Sp	1082	967	1030	934
2	M	672	1174	666	1014
	Sp	1337	1072	1370	1090
3	M	621	1155	607	993
	Sp	1210	853	1082	800

Belastungsabschnitt		Scherkraft [ N ] in dorsoventraler Richtung			
		Bewegungssegment L3-L4		Bewegungssegment L5-S1	
		aufrecht	vorgeneigt	aufrecht	vorgeneigt
1	M	42	-467	-263	-608
	Sp	1090	1038	831	625
2	M	47	-479	-268	-611
	Sp	1471	1137	989	738
3	M	29	-452	-260	-604
	Sp	1632	1253	1087	751

Belastungsabschnitt		Scherkraft [ N ] in Seitwärtsrichtung			
		Bewegungssegment L3-L4		Bewegungssegment L5-S1	
		aufrecht	vorgeneigt	aufrecht	vorgeneigt
1	M	1,4	25	-4,4	-22
	Sp	1140	1067	336	509
2	M	-0,3	22	-3,1	-23
	Sp	1621	1245	408	540
3	M	1,1	17	4,0	-22
	Sp	1128	711	322	251

#### 4. Diskussion

Der Tabelle 1 ist zu entnehmen, dass im zweiten Belastungsabschnitt die Schwingungsbelastung in den drei Schwingungsrichtungen die höchsten frequenzbewerte-

ten Beschleunigungen erreicht. Diese Schwingungsbelastung führte auch bei den Druck- und Scherkräften zu den höchsten Mittelwerten sowie zu den größten Spannweiten bei den Druckkräften und den Scherkräften in Seitwärtsrichtung (Tabelle 2). Abweichend hiervon führten einzelne Beschleunigungsspitzen, die sich nicht signifikant auf den Effektivwert dieser frequenzbewerteten Beschleunigung auswirkten, bei den Scherkräften in dorsoventraler Richtung im dritten Belastungsabschnitt zu den größten Spannweiten.

Der Vergleich der beiden Sitzhaltungen zeigt bei den Druckkräften einen Anstieg der Mittelwerte mit Zunahme der Rumpfnäigung (Tabelle 2). Diese Zunahme ist im Bewegungssegment L3-L4 stärker ausgeprägt als in L5-S1, da das untere Bewegungssegment schon in aufrechter Sitzhaltung nach vorn geneigt ist und sich beim Vorbeugen nur gering mitbewegt. Auch die Mittelwerte der Scherkraft in dorsoventraler Richtung sind in der vorgeneigten Sitzhaltung höher als in der aufrechten Haltung. Dies gilt insbesondere für das Bewegungssegment L3-L4, das beim Vorbeugen deutlich nach vorne gekippt wird. Die Spannweiten der Kräfte werden durch das Vorbeugen nicht vergrößert. Insgesamt erreichen die Kräfte bei der vorgeneigten Sitzhaltung ein höheres Niveau als bei der aufrechten Haltung, so dass die mechanische Festigkeit der Bewegungssegmente verstärkt ausgenutzt wird.

Bei den Scherkräften in Seitwärtsrichtung wird die Spannweite im Bewegungssegment L3-L4 durch das Vorbeugen kleiner und im unteren Segment L5-S1 größer. Dieser Effekt ergibt sich durch die deutliche Drehbewegung des Rumpfes um eine vertikale Achse bei vorgeneigter Haltung. Durch diese Drehung werden die Seitwärtsbewegungen des oberen Segmentes geringer als in der aufrechten Haltung, und die Seitwärtsbewegungen des unteren Segments werden größer.

Zur Stabilisierung des vorgeneigten Oberkörpers muss die Rumpfmuskulatur, insbesondere die Rückenstrecker stärker angespannt werden. Die höheren Muskelkräfte ergeben einen höheren statischen Anteil bei den Druck- und Scherkräften und führen in Verbindung mit den schwingungsinduzierten dynamischen Kraftanteilen zu einem insgesamt höheren Kraftniveau. Durch das vermehrte Ausschöpfen der Festigkeitsreserven der Bewegungssegmente ergibt sich die Notwendigkeit, dass nicht nur die Sitzhaltung allgemein wie in VDI 2057, Blatt 1 (2002) vorgegeben, sondern auch die arbeitsbedingt eingenommene Rumpfhaltung bei der Schwingungsbewertung berücksichtigt werden sollte.

Zur Berücksichtigung der Körperhaltung entwickelten Schäfer et al. (2006) einen Körperhaltungsfaktor, der von der Oberkörpervorneigung und der Oberkörperseitneigung abhängt. Mit diesem Faktor korrigierten sie die frequenzbewerteten Beschleunigungen. Anhand der simulierten Wirbelsäulenkräfte kann nun überprüft werden, ob durch den Körperhaltungsfaktor die Belastungen der Fahrer z.B. von Containerbrücken realistischer quantifiziert werden.

## 5. Literatur

1. Fritz, M. 2000, Simulating the response of a standing operator to vibration stress by means of a biomechanical model, *Journal of Biomechanics*, 33, 795-802.
2. ISO 2631-1: 1997, Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – General requirements. Berlin: Beuth.
3. Schäfer, K., Rokosch, F., Schick, R., Hermanns, I. & Ellegast, R. 2006, Gleichzeitige Messung von Ganzkörper-Schwingungen und Körperhaltung, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 56, 329-342.
4. VDI 2057, Blatt 1: 2002, Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Ganzkörper-Schwingungen. Berlin: Beuth.



## Welche beruflichen und individuellen Faktoren können im Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose stehen? Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie ArGon

André KLUßMANN<sup>1</sup>, Hansjürgen GEBHARDT<sup>1</sup>, Matthias NÜBLING<sup>2</sup>,  
Falk LIEBERS<sup>3</sup>, Bertil BOUILLON<sup>4</sup>, Monika A. RIEGER<sup>5,6</sup>  
und die ArGon-Studiengruppe

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie (ASER) e.V.,  
Corneliusstr. 31, D-42329 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin (ffas),  
Bertoldstr. 27, D-79098 Freiburg*

<sup>3</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),  
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin*

<sup>4</sup> *Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie,  
Klinikum Köln-Merheim, Ostmerheimer Str. 200, D-51109 Köln*

<sup>5</sup> *Schwerpunkt Arbeitsmedizin und Umweltmedizin,  
Institut für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, Universität Witten/Herdecke,  
Alfred-Herrhausen-Straße 50, D-58448 Witten*

<sup>6</sup> *Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Tübingen,  
Wilhelmstraße 27, D-72074 Tübingen*

**Kurzfassung:** Ziel der ArGon-Studie (Arbeit und Gonarthrose) ist es, die Bedeutung unterschiedlicher beruflicher und sonstiger Einflussfaktoren für die Entstehung von Gonarthrosen zu bewerten. 739 Fälle und 571 Kontrollen wurden im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie befragt. Übergewicht/Adipositas, Knien und familiäre Prädisposition (Kniegelenksarthrose in enger Verwandtschaft) standen sowohl bei Frauen als auch bei Männern in einem signifikanten Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose. Bei Frauen zeigten zudem Beinachsenfehlstellungen (X-/O-Bein) eine stark erhöhte, Sitzen und Rauchen (>21 Packungsjahre) eine schwach reduzierte Odds Ratio (OR). Bei Männern ging die häufige und umfangreiche Ausübung von Mannschaftssportarten mit einer erhöhten OR einher.

**Schlüsselwörter:** Kniegelenksarthrose, Gonarthrose, Knien, Fall-Kontroll-Studie.

### 1. Einleitung

Das Ziel des Forschungsprojektes ArGon (Arbeit und Gonarthrose) ist es, die verschiedenen beruflichen Faktoren in Beziehung zu anderen Faktoren zu betrachten, die zur Entwicklung und/oder zur Weiterentwicklung der Kniegelenksarthrose beitragen. Das Studiendesign wurde in Klußmann et al. (2009) beschrieben.

### 2. Methode

Für Fälle und Kontrollen wurden über kumulative Berechnungen Lebensdosen (z.B. Stunden/Leben oder Häufigkeit/Leben) ermittelt. Hierbei endete der retrospektive Be-



trachtungszeitraum für den Fall zu dem Zeitpunkt, zu dem erstmals die Diagnose Gonarthrose gestellt wurde. Bei den Kontrollen wurde der Mittelwert des Zeitraumes zwischen Erstdiagnose Gonarthrose und Interviewdatum in der Fallgruppe abgezogen. Einbezogen in die Berechnungen wurden individuelle Faktoren, berufliche Faktoren sowie Freizeitverhalten (Klußmann et al. 2009). Die Daten über die Lastenhandhabung wurden im Telefoninterview erhoben (die Erhebung ist noch nicht abgeschlossen). Jeweils getrennt für Männer und Frauen wurde eine bivariate Prediktorsuche durchgeführt. Mit den signifikanten Prädiktoren (alle Variablen mit  $p < 0.2$ ; Hosmer & Lemeshow 1989) wurden mittels logistischer Regression altersstratifizierte Modelle erstellt und optimiert (sukzessive verschlankt).

### 3. Ergebnisse

In den teilnehmenden drei Kliniken wurden 1.536 Fälle und 1.497 Kontrollen angesprochen bzw. angeschrieben. Hieraus konnten 739 Fälle und 571 Kontrollen für die Studie herangezogen werden (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Rekrutierung der Fälle und Kontrollen

	Fall		Kontrolle	
	N	%	N	%
<b>Gesamt</b>	<b>1536</b>	<b>100,0</b>	<b>1497</b>	<b>100,0</b>
Nicht zu ermitteln	104	6,8	88	5,9
verweigert	254	16,5	353	23,6
Adresse falsch	23	1,5	43	2,9
verstorben	1	0,1	13	0,9
kein Einschluss: Gesundheit	64	4,2	45	3,0
kein Einschluss: Sprache	113	7,4	122	8,1
<b>Eingegangene Fragebögen</b>	<b>977</b>	<b>63,6</b>	<b>833</b>	<b>55,6</b>
Ausschluss Kontrollen GA Verdacht	0	-	226	15,1
Ausschluss Fälle Beschwerden > 10 Jahre	78	5,1	0	-
Ausschluss sonstiger Grund	146	9,5	14	0,9
Fragebogen unzureichend ausgefüllt	14	0,9	22	1,5
<b>Eingeschlossene Teilnehmer</b>	<b>739</b>	<b>48,1</b>	<b>571</b>	<b>38,1</b>

Von den in der Studie betrachteten Prädiktoren ( $n=180$  bei den Männern und  $n=183$  bei den Frauen) blieben nach der bivariaten Prüfung  $n=36$  (bei den Männern) und  $n=39$  (bei den Frauen) für die multivariaten Modellrechnungen übrig. Stetige Merkmale wurden zunächst als metrische Parameter behandelt, dann zur besseren Darstellung in kategoriale Variablen umgeformt. Dies geschah auch, da die metrischen Parameter nur selten normalverteilt vorlagen. Bei der Kategorisierung der kumulativen Lebensdosen wurde die Null-Gruppe als separate Kategorie definiert, die restlichen Werte wurden dann in zwei Gruppen (Mediansplit) oder drei Gruppen (Terzile) aufgeteilt, je nach verbleibender Gruppengröße. Die „most parsimonious models“ (= sparsamsten Modelle, d.h. nur signifikante Prädiktoren eingeschlossen) für Männer und Frauen sind in den Tabellen 2 und 3 dargestellt.

### 4. Diskussion

Bei Männern und Frauen waren ein hoher BMI sowie eine familiäre Prädisposition



(Gonarthrose in enger Verwandtschaft) Prädiktoren für die Entstehung einer Kniegelenksarthrose. Die vorliegende Arbeit ist die erste Studie, in der sowohl für Männer als auch für Frauen eine Dosis-Wirkungs-Beziehung für kumulatives Knien aufgezeigt werden konnte. Bei Frauen stellten X-/O-Beine zusätzliche Prädiktoren dar. Einen schützenden Effekt zeigten langes/häufiges Sitzen und Rauchen (> 21 Packungsjahre) bei Frauen. Bei Männern war zusätzlich Mannschaftssport ein Prädiktor in Form einer erhöhten OR bei hoher „Lebenssportdosis“.

Präventionsmaßnahmen sollten bei der Reduzierung des Übergewichtes und (wo möglich) knienden Tätigkeiten ansetzen. Überraschenderweise scheint der Einfluss der ausgeübten Sportarten und von Freizeitbelastungen (wie z.B. Gartenarbeit) gering, nur Mannschaftssport zeigte bei Männern einen Zusammenhang zu Kniegelenksarthrose. Der Faktor Rauchen, gemessen in Packungsjahren, wies eine negative Assoziation zur Kniegelenksarthrose auf. Dieses Phänomen wurde bereits mehrfach in anderen Studien in der Literatur diskutiert. Es wird vermutet, dass es sich hierbei um eine Störgröße oder um Veränderungen im Stoffwechsel in den Knorpelzellen handelt (z.B. Elloumi & Kallel 2007). Zu dieser Thematik sind weitere Untersuchungen erforderlich. Die in der Literatur diskutierten weiteren beruflichen Belastungen wie z.B. Springen und Treppen/Leitern steigen zeigten in dieser Studie keinen signifikanten Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose. Dennoch spiegeln die Ergebnisse die Aussagen aus der Literatur recht gut wieder (vgl. Jensen 2008). Durch die umfassende Abfrage verschiedener Faktoren konnte in den Modellen zudem ein hohes Bestimmtheitsmaß (Nagelkerkes Pseudo  $R^2$ ) ermittelt werden.

## 5. Ausblick

Nach Abschluss der Telefoninterviews werden die erhobenen Daten zum Heben und Tragen sowie zum Ziehen/Schieben von Lasten eingefügt. Weitere detaillierte Auswertungen sind noch erforderlich. Insbesondere ist eine Analyse der arthroskopisch ermittelten Schadensbilder im Hinblick auf die Art der ausgeführten Tätigkeiten geplant. Mit dieser Analyse wird überprüft, ob belastungsspezifische Schadensbilder auftreten können. Weiterhin soll in den erhobenen Daten untersucht werden, ob sich, wie von Hartmann et al. 2006 vorgeschlagen, „eine gerade noch tolerierbare Belastungsdauer“, z.B. für das Knien ableiten lässt.

## 6. Literatur

1. Elloumi, M. & Kallel, M.H. 2007, Which relationship does osteoarthritis share with smoking?, *Osteoarthritis Cartilage*, 15, 1097-1098.
2. Hartmann, B., Seidel, D. & Rehme, G. 2006, Fragen zur wissenschaftlichen Begründung einer Berufskrankheit Gonarthrose, *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 41, 218-226.
3. Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. 1989, *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons.
4. Jensen, L.K. 2008, Knee osteoarthritis: influence of work involving heavy lifting, kneeling, climbing stairs or ladders, or kneeling/squatting combined with heavy lifting, *Occupational and Environmental Medicine*, 65, 72-89.
5. Klußmann, A., Gebhardt, H., Liebers, F., Bouillon, B. & Rieger, M.A. 2009, Welche beruflichen und individuellen Faktoren können im Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose stehen? Design der Fall-Kontroll-Studie ArGon. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 481-484.

# **Arbeitsbedingte Belastungen und ihre körperlichen, psychischen und sozialen Auswirkungen aus Sicht der Beschäftigten – Ergebnisse von Repräsentativbefragungen in NRW**

Martin FIGGEN und Kai SEILER

*Landesinstitut für Gesundheit und Arbeit NRW,  
Ulenbergstraße 127 – 131, D-40225 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Das Arbeitsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen führt seit 1994 regelmäßig - im Abstand von 5 Jahren - Repräsentativbefragungen der Beschäftigten durch, um aktuelle Belastungsschwerpunkte und deren individuelle körperliche, psychische und soziale Auswirkungen identifizieren zu können. Anhand der erhobenen Daten lassen sich berufsgruppen- bzw. tätigkeitsbezogene Belastungs-Beanspruchungsprofile erstellen und Risikogruppen im Hinblick auf die langfristige Beschäftigungsfähigkeit identifizieren. Die Informationen und Erkenntnisse, die aus den erhobenen Daten gewonnen werden, werden genutzt, um zielgruppenspezifische arbeitsschutz- und gesundheitspolitische Schwerpunktprogramme und -aktionen zu initiieren und umzusetzen. Es werden Daten zur aktuellen Beurteilung arbeitsbedingter Belastungen, deren kurz- und langfristige Auswirkungen und zu Belastungsverschiebungen im Zeitraum der letzten 15 Jahre vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** Beschäftigungsfähigkeit, Belastung, Repräsentativbefragungen, Beanspruchung.

## **1. Einleitung**

Nordrhein-Westfalen ist das bevölkerungsreichste Land der Bundesrepublik Deutschland: Nahezu 18 Millionen Menschen leben zwischen Rhein und Weser. Hiervon sind ca. 8,5 Millionen Menschen erwerbstätig, sie arbeiten in sehr unterschiedlichen Branchen und Wirtschaftszweigen, und gehen den verschiedensten Tätigkeiten nach.

Voraussetzung für eine starke und leistungsfähige Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen ist nicht nur die wirtschaftspolitische Förderung und Unterstützung der Betriebe, sondern insbesondere gesunde, leistungsfähige und zufriedene Beschäftigte.

Um die Beschäftigungsfähigkeit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu erhalten und zu fördern unterstützt das Arbeitsministerium Nordrhein-Westfalens die im Betrieb Verantwortlichen durch Beratung und die Bereitstellung von Informationen bei der Erfüllung ihrer Arbeitsschutzpflichten.

Bedingung für ein problem- und zielgruppenorientiertes Handeln im Arbeitsschutz ist die Verfügbarkeit von Informationen zu Problemschwerpunkten und aktuellen Entwicklungen in der Arbeitswelt Nordrhein-Westfalens.

Seit 1994 führt das Arbeitsministerium NRW Repräsentativbefragungen durch, um Informationen zu den Arbeitsbedingungen, arbeitsbedingte Belastungen und deren Auswirkungen aus Sicht der Beschäftigten systematisch zu erfassen. Darüber hinaus werden die Beschäftigten zu ihren Bedürfnissen, Meinungen und Einschätzungen im

Hinblick auf ihre Arbeitssituation befragt.

Die Repräsentativbefragungen verfolgen 3 Ziele:

- Erhalt von aktuellen Informationen zur subjektiven Belastungs- Beanspruchungssituation in der Arbeitswelt NRW.
- Aufzeigen bzw. Nachweis von Veränderungen oder Verschiebungen in Belastungs-Beanspruchungs-Profilen als Folge des stetigen Wandels in der Arbeitswelt NRW im Zeitraum von 1994 bis heute.
- Identifizierung von Problemschwerpunkten bzw. -gruppen im Hinblick auf Arbeitsbedingungen und den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz sowie Entwicklung zielgruppenspezifischer Handlungs-, Präventions- und Interventionsprogramme.

## 2. Methode

Der eingesetzte Fragebogen umfasst ca. 30 Fragen, die sich mit unterschiedlichen Aspekten der Arbeitswelt befassen. Neben demografischen Informationen zur Person (z. B. Familienstand, Alter) und zum Arbeitsverhältnis (z. B. berufliche Stellung, Wirtschaftszweig, ausgeübte Haupttätigkeit) werden im Rahmen der Befragung u. a. psychische und physische Belastungsfaktoren, deren körperliche und psychische Auswirkungen und die Qualität der Maßnahmen zum Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz erfragt.

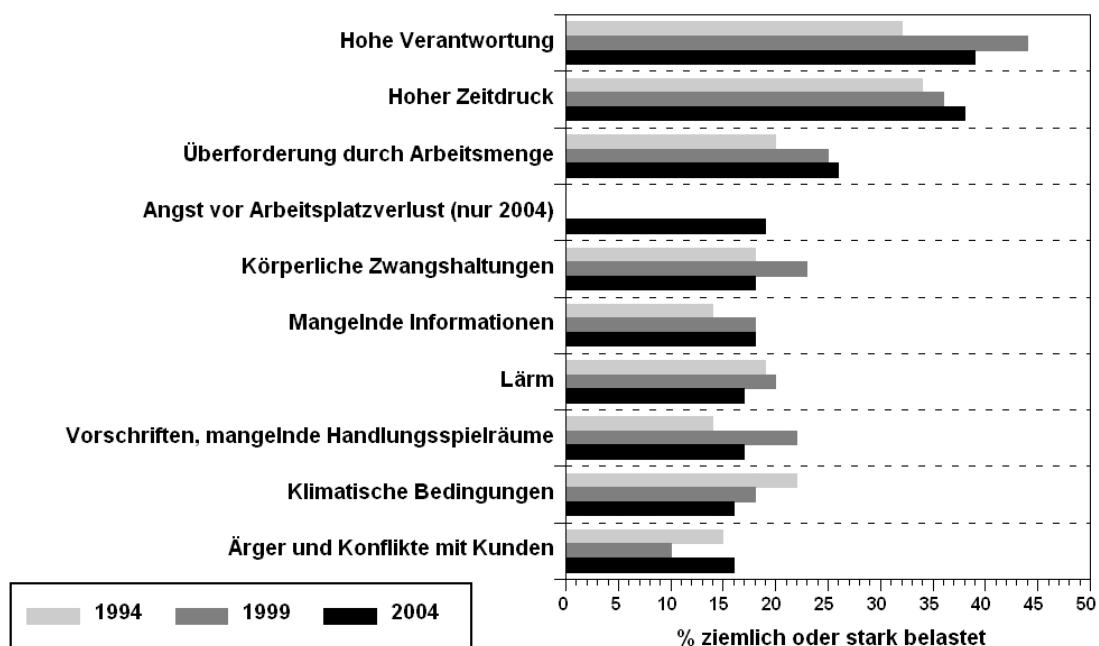
Aus forschungsökonomischen Gründen kommt als Befragungsmethode nur eine telefonische Befragung in Betracht. Die Interviews werden von einem Meinungsforschungsinstitut nach dem CATI-Verfahren (Computer Assisted Telephone Interviewing) durchgeführt. Wichtiges Merkmal für die Repräsentativität der Befragungsstudien ist die Auswahl der Befragungspersonen aus der Grundgesamtheit. Voraussetzung für die Repräsentativität ist eine Zufallsauswahl der Befragungshaushalte. Dieses wird mit dem sogenannten „Random Last Digit“-Verfahren (RLD) erreicht, bei dem die Stichprobenziehung auf Basis aller existierenden Telefonnummern erfolgt. Für die Genauigkeit der Stichprobe und der auswertbaren Teilstichproben ist die Stichprobengröße entscheidend. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müssen die Fehlertoleranzen beachtet werden. Aus diesem Grund werden im Rahmen der Repräsentativbefragungen ca. 2.000 Interviews mit abhängig Beschäftigten durchgeführt.

Im Folgenden werden einige zentrale Ergebnisse der Repräsentativbefragungen dargestellt. Eine ausführliche Beschreibung der Ergebnisse ist der Publikation „notiert in NRW. Arbeitswelt NRW 2004.“ (Landesanstalt für Arbeitsschutz des Landes NRW, 2005) zu entnehmen.

## 3. Ergebnisse

Im Hinblick auf die Belastungssituation am Arbeitsplatz wurden die Beschäftigten gebeten anzugeben, in welchem Ausmaß sie von insgesamt 26 psychischen und physischen Belastungsfaktoren betroffen seien. Die Ergebnisse der Repräsentativbefragung aus dem Jahr 2004 zeigten, dass für die Beschäftigten in NRW vor allem psychische Belastungen wie hohe Verantwortung, hoher Zeitdruck, die zu leistende Arbeitsmenge und die Angst vor Arbeitsplatzverlust eine bedeutsame Rolle spielen. Als körperlich belastend wurden insbesondere Zwangshaltungen, Lärm und die kli-

matischen Bedingungen am Arbeitsplatz empfunden (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Beurteilung der Belastungen am Arbeitsplatz 1994, 1999 und 2004, „Top-Ten“

Abbildung 1 ist ferner zu entnehmen, dass sich das Belastungsniveau – insbesondere im Hinblick auf die psychischen Belastungen – zwischen 1994 und 1999 deutlich erhöht und zwischen 1999 und 2004 auf hohem Niveau stabilisiert hat.

Ein wichtiges Ziel der Befragungsstudien ist es, Problemgruppen im Hinblick auf die Gestaltung ihrer Arbeitsbedingungen zu identifizieren. Folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Angaben der Beschäftigten verschiedener Tätigkeitsfelder bezüglich der Einschätzung der zehn bedeutsamsten Belastungsfaktoren (Tätigkeitsfelder: 1 = Planen/Leiten, 2 = Dienstleistungen, 3 = Ein-/Verkauf, 4 = Büroarbeit, 5 = Ausbilden/Lehren, 6 = Beraten, 7 = Pflegen/Heilen, 8 = Herstellen/Produzieren).

Die Tabelle zeigt, dass drei Tätigkeitsfelder besonders hoch belastet erscheinen: Pflegen, Heilen (7), Ausbilden und Lehren (6) und Herstellen, Produzieren (8).

Bezüglich acht der zehn meistgenannten Belastungsfaktoren liegen die Einschätzungen der Beschäftigten des Tätigkeitsfeldes Pflegen und Heilen, wenn auch in einigen Fällen lediglich geringfügig, über denen aller Befragter insbesondere hohe Verantwortung, körperliche Zwangshaltungen und Überforderung durch die Arbeitsmenge stelle spezifische Belastungsschwerpunkte bei Pflegetätigkeiten dar. Für Menschen, die in Lehr- und Ausbildungsberufen tätig sind ist vor allem Lärm von besonderer Bedeutung. Beschäftigte in diesem Bereich geben außerdem an, sich auch durch Überforderung durch die Arbeitsmenge und hohe Verantwortung besonders belastet zu fühlen.



**Tabelle 1:** Belastungseinschätzungen und Tätigkeitsfelder (prozentuale Anteile Befragter, die sich als ziemlich oder stark belastet bezeichnen)

Belastungsfaktor	Tätigkeitsfelder								
	Alle	1	2	3	4	5	6	7	8
Hohe Verantwortung	39	42	36	31	26	51	35	59	42
Hoher Zeitdruck	38	50	28	34	31	43	37	45	42
Überforderung durch die Arbeitsmenge	26	29	20	18	22	44	27	37	20
Angst vor Arbeitsplatzverlust	19	13	18	17	17	12	17	20	30
Mangelnde Informationen	18	16	22	19	14	11	15	22	16
Körperliche Zwangshaltungen	18	11	21	14	9	17	22	31	25
Vorschriften, Kontrolle	17	16	15	9	11	24	26	20	16
Lärm	17	7	14	11	4	40	6	10	38
Ärger und Konflikte mit Kunden und Patienten	16	17	17	20	8	22	28	22	12
Klimatische Bedingungen	16	12	23	15	4	8	9	15	24

#### 4. Ausblick

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrags (Dezember 2008) befindet sich die vierte Repräsentativbefragung des Arbeitsministeriums NRW in der Datenerhebungsphase. Um die Vergleichbarkeit mit den 1994, 1999 und 2004 durchgeführten Befragungen zu gewährleisten wurden zentrale Fragestellungen (z.B. Belastung und Beanspruchung) unverändert beibehalten. Im Rahmen der aktuellen Repräsentativbefragung werden die Aspekte veränderter Arbeitsverhältnisse (z. B. Befristung, Leiharbeit) sowie die Vereinbarkeit von Beruf und Familie besonders berücksichtigt.

Im Vortrag werden zentrale Ergebnisse dieser Repräsentativbefragung sowie Veränderungen in der Beurteilung der Arbeitsbedingungen seit 1994 vorgestellt.

#### 5. Literatur

1. Landesanstalt für Arbeitsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2005, notiert in NRW. Arbeitswelt NRW 2004 Belastungsfaktoren – Bewältigungsformen – Arbeitszufriedenheit. Verfügbar unter:  
[http://www.callnrw.de/broschuerenservice/commons/Download.php?artikel\\_id=1032&mlid=14](http://www.callnrw.de/broschuerenservice/commons/Download.php?artikel_id=1032&mlid=14) )

## **Verhältnisprävention in der Finanzverwaltung: Ein Ansatz zur Mitgestaltung der Arbeitsbedingungen durch die Beschäftigten**

Peter GÖRG und Rainer WIELAND

*Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, D-42119 Wuppertal*

**Kurzfassung:** Im Rahmen eines umfangreichen Interventionsprojekts zur gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltung und Teamentwicklung in einem Finanzamt wurde u.a. eine Maßnahme der partizipativen Arbeitsgestaltung durchgeführt. Den Beschäftigten einer Abteilung des Amtes wurde die Möglichkeit gegeben, Änderungen am Workflow Managementsystem vorzunehmen. Die Ergebnisse einer prae-post-Messung zeigen eine signifikante Verringerung der negativen emotionalen Beanspruchung und des negativen Gefühls sowie eine Erhöhung des Kontrollerlebens. Ebenfalls signifikant verbessert hat sich die Einschätzung der Beteiligten, auf ihre Arbeitsbedingungen Einfluss zu haben sowie deren Akzeptanz des Workflow Managementsystems.  
**Schlüsselwörter:** Partizipation, Arbeitsgestaltung, Beanspruchung, Kontrollerleben.

### **1. Einleitung**

Gegenstand des Verbundvorhabens INOPE ist die Einführung und Evaluation eines ganzheitlichen Betrieblichen Gesundheitsmanagementsystems in der Finanzverwaltung (Elke & Zimolong 2007). Die Bergische Universität Wuppertal (BUW) hat im Rahmen des Projekts u.a. das arbeitspsychologisch fundierte Modul „Gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung und Teamentwicklung“ konzipiert, bei dessen Umsetzung die hier berichteten Erkenntnisse gewonnen wurden. Das dem Modul zugrunde liegende Interventionskonzept hat zum einen das Ziel einer effizienteren Bewältigung der vorhandenen Anforderungen und einer Reduktion der mit diesen verbundenen psychischen Beanspruchungen. Zum anderen sollen vorhandene Handlungs- und Gestaltungsspielräume gemeinsam mit den Beteiligten identifiziert und durch partizipative Arbeitsgestaltung so genutzt werden, dass Gesundheit als Gemeinschaftsaufgabe mit einer gemeinsam getragenen Ziel- und Aufgabenorientierung etabliert wird. Für eine ausführliche Darstellung siehe Wieland & Görg (in Druck).

Die derzeitige Situation in der Finanzverwaltung ist gekennzeichnet durch zunehmende Arbeitsverdichtung, sich häufig ändernde Gesetzeslagen, Personalabbau und alternde Belegschaften. Die Ausgangslage in dem Finanzamt, in dem dieses Modul eingesetzt wurde, zeichnete sich durch geringere Zufriedenheitswerte im Vergleich zu anderen Finanzämtern, die im Jahr 2007 an einer Gesundheitsbefragung teilgenommen hatten, aus. Zudem waren vor Beginn der Intervention umfangreiche Umstrukturierungsmaßnahmen im Personalbereich vorgenommen worden, die Unruhe und eine insgesamt negative Stimmungslage nach sich gezogen hatten.

## 2. Methode

Das Modul „Gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung und Teamentwicklung“ sieht eine systematische Abfolge von Workshops mit Mitgliedern der verschiedenen Ebenen Unternehmensleitung, Führungskräfte und MitarbeiterInnen vor, in denen besonders belastete Abteilungen identifiziert, Probleme gesammelt, Maßnahmen abgeleitet und Gestaltungsspielräume ermittelt werden. Neben der Bearbeitung anderer relevanter Themen zielt diese Vorgehensweise hauptsächlich darauf ab, einen Ansatzpunkt für die Durchführung eines partizipativ ausgerichteten Arbeitsgestaltungsprojekts zu finden, um Führungskräfte und Beschäftigte zu veranlassen, gemeinsam Verhältnisprävention zu betreiben (Teamorientierte Gesundheitsförderung). Die wesentlichen Ergebnisse der einzelnen Workshops werden jeweils durch offene Briefe per E-Mail an alle Beschäftigten kommuniziert, um den Gesamtprozess transparent zu gestalten. Im vorliegenden Fall erstreckte sich der gesamte Interventionszeitraum von März 2007 bis September 2008. Die Veranlagungsstelle 2000 (VST 2000) wurde im Rahmen der o.g. Workshop-Reihe als am stärksten belastete Abteilung des Finanzamtes identifiziert. Als Ansatzpunkt für das gemeinsame Arbeitsgestaltungsprojekt wurde auf der Basis von Befragungen, Workshops und Tätigkeitsanalysen die Arbeitsgestaltung durch Mitbestimmung am Workflow Managementsystem (WfMS) gewählt, da sich gezeigt hatte, dass die Beschäftigten auf die Einschränkung des Handlungsspielraumes, welche die Einführung des WfMS zur Folge hatte, mit dysfunktionaler Beanspruchung und emotionalem Widerstand reagierten.

### 2.1 Ziele und Interventionsschritte

Die Ziele der Maßnahme waren: (1) den Beschäftigten eine größere Einflussnahme auf das WfMS zu ermöglichen (Partizipation), um dadurch (2) dessen Akzeptanz und Transparenz zu verbessern sowie (3) das Kontrollerleben und die Beanspruchungsbilanz der Beschäftigten positiv zu beeinflussen. Um diese Ziele zu erreichen wurde vereinbart, Änderungen am WfMS vorzunehmen, eine Zeit lang zu erproben, die Auswirkungen zu bewerten und erneut Änderungen vorzunehmen (formative Evaluation). Dieser Zyklus sollte wiederholt werden, bis eine zufrieden stellende Lösung erreicht wäre. Die ersten Änderungen wurden im Rahmen eines sog. Kombi-Workshops mit allen Beschäftigten und Führungskräften der Abteilung sowie der Amtsleitung beschlossen. Die weiteren Schritte wurden von einer Projektgruppe aus Beschäftigten und einem externen Moderator (BUW) vorgenommen, die sich über einen Zeitraum von 6 Monaten im Abstand von 4-6 Wochen getroffen hat. Die Ergebnisse der Maßnahme wurden wiederum im Rahmen eines Workshops mit allen Beteiligten diskutiert.

### 2.2 Stichprobe und Datenerhebung

An der Maßnahme haben alle Beschäftigten der Veranlagungsstelle 2000 teilgenommen (N = 29; 77,3% Frauen, 18,2% Männer, 4,5% machten keine Angabe). Neben der formativen Evaluation wurden an drei Messzeitpunkten Daten erhoben:

$t_0$  (Feb. 2008): Schriftliche Befragung aller Beschäftigten der VST 2000 im Rahmen des Kombi-Workshops (N = 22, Rücklaufquote: 75,9 %). Verwendet wurden Finanzamt-spezifische Fragen, die Synthetische Belastungs- und Arbeitsanalyse (SynBA; Wieland-Eckelmann et al. 1999) und die Eigenschaftswörterliste zur Erfassung von Emotionen und Beanspruchungserleben während der Arbeit (EEB, Wieland 2005).

$t_1$  (Juni 2008): Telefonische Befragung der Finanzamts-Leitung und der Führungskräfte der Veranlagungsstelle 2000 (N = 6) sowie Befragung der Projektgruppe

(N = 5) im Workshop zu ihrer Einschätzung bzgl. der Erreichung der Projektziele.

$t_2$  (Sept. 2008): Schriftliche Befragung aller Beschäftigten der VST 2000 zum Ende der Projektlaufzeit (N = 21, Rücklaufquote: 72,4 %), wobei dieselben Erhebungsinstrumente wie zum Zeitpunkt  $t_0$  zum Einsatz kamen. Darüber hinaus wurde eine Einschätzung bzgl. der Erreichung der Projektziele abgefragt.

### 3. Ergebnisse

Die Arbeitsanalysen (Tätigkeitsbeobachtungen und SynBa-Verfahren) haben gezeigt, dass die Beschäftigten den größten Teil (79,3%) der Arbeitszeit mit Aufgaben am Computer verbringen. Die untersuchten Arbeitsplätze weisen ein hohes negatives Beanspruchungspotenzial bei den Merkmalsbereichen kognitive Aufgabenanforderungen, Tätigkeitsspielräume, Regulationsbehinderungen sowie Möglichkeiten zur Kooperation und Kommunikation auf, lediglich bei dem Merkmal Leistungsvorgaben bestand nahezu kein Gestaltungsbedarf. Die fünf Beschreibungskategorien werden jeweils für die drei Schnittstellen „Mensch-Arbeitsaufgabe/-inhalt“, „Mensch-Maschine“ und „Mensch-Organisation“ erfasst. Der stärkste Gestaltungsbedarf zeigte sich bei der Mensch-Maschine-Schnittstelle, gefolgt von den Schnittstellen Mensch-Organisation und Mensch-Arbeitsaufgabe.

Die vor und nach der Phase der Mitbestimmung am WfMS mit der Eigenschaftswörterliste zur Erfassung von Emotionen und Beanspruchungserleben während der Arbeit (EEB) erhobenen Kennwerte zeigen eine signifikante Verringerung der dysfunktionalen Beanspruchung und somit eine Verbesserung der Beanspruchungsbilanz. Darüber hinaus hat sich das Erleben negativer Gefühle signifikant verringert und die wahrgenommene Kontrolle („Kontrollerleben“) über die Arbeitsbedingungen signifikant erhöht (s. Tabelle 1).

**Tabelle 1:** EEB-Kennwerte, Vergleich  $t_0$  -  $t_2$ , abhängige Stichproben  
(Skala: 1 = kaum - 7 = außerordentlich)

Messzeitpunkt	$t_0$		$t_2$		Wilcoxon-Test	
N = 16	MW	SD	MW	SD	Z	p
Funktionale Beanspruchung	4.56	0.86	4.70	0.87	-.78	.43
Dysfunktionale Beanspruchung	2.98	1.07	2.66	0.90	-2.02	.04
Kontrollerleben	3.06	0.91	3.56	0.87	-2.11	.03
Monotonie	1.44	0.73	1.31	0.79	-.63	.52
Positives Gefühl	3.15	0.74	3.33	0.93	-.07	.93
Negatives Gefühl	2.38	0.66	1.99	0.52	-2.17	.03

Gefragt nach ihrer Einschätzung bzgl. der Erreichung der Projektziele gaben die Beschäftigten (schriftliche Befragung zu  $t_2$ , 5-stufige Skala von 0 = „gar nicht“ über 2 = „etwas“ bis 4 = „völlig“, N = 21) an, dass die Ziele (Mit-)Gestaltung der Arbeitsbedingungen (MW = 2,1), Akzeptanz des WfMS (MW = 2,0) und Transparenz des WfMS (MW = 1,9) etwas erreicht worden seien. Dies deckt sich mit der signifikanten Verbesserung, welche die Auswertung der „Finanzamt spezifischen Fragen“ bzgl. der Items „Auf die Gestaltung meiner Arbeitsbedingungen habe ich keinen Einfluss / sehr viel Einfluss“ und „Meiner Meinung nach ist das Workflow Managementsystem nicht sinnvoll / sinnvoll“ gezeigt hat (s. Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Finanzamt spezifische Fragen, Vergleich  $t_0 - t_2$ , abh. Stichproben (Skala: 0 - 4, Anker s. o.)

Messzeitpunkt	$t_0$		$t_2$		Wilcoxon-Test	
	MW	SD	MW	SD	Z	p
N=16						
Einfluss auf Arbeitsgestaltung	2.31	0.87	3.00	0.89	-2.20	.02
WfMS ist sinnvoll	1.25	0.58	1.88	0.72	-2.87	.00

Die formative Evaluation hat ergeben, dass für die Anpassung des Workflow Managementsystems an die Bedürfnisse der Beschäftigten drei Änderungs-Zyklen benötigt wurden. Obwohl beim Projektauftritt die Option benannt worden war, Änderungen ggf. wieder zurück zu nehmen, falls sie zu deutlichem Mehraufwand führen, plädierten die Beteiligten auch bei zwischenzeitlich auftretenden Mehrbelastungen für eine Weiterführung der geänderten Arbeitsabläufe, da sie diese als sinnvoll erachteten. Auf die Controlling-Zahlen (im Vergleich zum Vorjahr) hatten die Änderungen am WfMS keinen nennenswerten Einfluss. Darüber hinaus berichteten die Führungskräfte, dass sich die Kommunikation zwischen den Beteiligten im Verlauf der Maßnahme verbessert und deren Unzufriedenheit nachgelassen habe.

#### 4. Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass durch Partizipation und Erweiterung des Handlungsspielraumes die intendierten positiven Effekte auf Beanspruchungsbilanz, Kontrollerleben und Akzeptanz des Arbeitsmittels WfMS erreicht werden konnten. Darüber hinaus hat sich die arbeitsbezogene Kommunikation zwischen den Beteiligten verbessert. Die Verbesserung der Beanspruchungsbilanz geht im Wesentlichen auf die Verringerung der dysfunktionalen Beanspruchung zurück. Auch die von den Führungskräften berichtete Verbesserung der Stimmungslage im Finanzamt äußerte sich hauptsächlich in einem Rückgang von Beschwerden, trotz gleich bleibender bzw. teilweise sogar gestiegener Arbeitsbelastung. Die Ergebnisse stützen damit die in zahlreichen Studien belegte Erkenntnis, dass nicht ausschließlich der Arbeitsaufwand die für das Beanspruchungserleben ausschlaggebende Größe ist, sondern auch das Ausmaß, wie sinnvoll eine Tätigkeit von den Beschäftigten erlebt wird. Optimierungsmöglichkeiten gibt es beim Aufwands-Ertrags-Verhältnis des Ansatzes.

#### 5. Literatur

1. Elke, G. & Zimolong, B. 2007, Betriebliche Kompetenz- und Gesundheitsförderung durch Integrierte Netzwerk-, Organisations- und Personalentwicklung INOPE. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen. Dortmund: GfA Press, 679-682.
2. Wieland, R. & Görg, P. in Druck, Gesundheitskompetenzentwicklung in der Finanzverwaltung durch gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung und Teamentwicklung. In: K. Henning, I. Leisten & F. Hees (Hrsg.), Präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz 2020 - Tagungsband zur Jahrestagung 2008 des BMBF-Förderschwerpunkts. Aachen: Wissenschaftsverlag Mainz.
3. Wieland, R. 2005, Handbuch und Manual zum SynBA-Verfahren. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal, Kompetenzzentrum für Fortbildung und Arbeitsgestaltung (KomFor).
4. Wieland-Eckelmann, R., Saßmannshausen, A., Rose, M. & Schwarz, R. 1999, Synthetische Beanspruchungsanalyse SynBA-GA. In: H. Dunckel (Hrsg.), Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Zürich: vdf, 421-463.

INOPE (Integrierte Netzwerk-, Organisations- und Personalentwicklung; [www.inope.de](http://www.inope.de)), gefördert vom BMBF, Projektträger im DLR, Förderschwerpunkt Präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz.



## Lebensarbeitszeit von Polizeibeamten – Ergebnisse einer Pilotstudie

Friedhelm NACHREINER, Anna WIRTZ, Daniela BROWATZKI, Ole GIEBEL  
und Carsten SCHOMANN

*GAWO e.V., Achterdiek 50, D-26131 Oldenburg*

**Kurzfassung:** In einer Machbarkeitsstudie wurde geprüft, ob mit Hilfe von Daten über den Verlauf von Erwerbsbiographien eine Analyse des mit der Lebensarbeitszeit verbundenen Risikos eines vorzeitigen Austritts aus dem Erwerbsleben möglich ist. Die Ergebnisse einer Internetbefragung von Polizeibeamten zeigen, dass ein nicht unbedeutendes Risiko besteht, das gesetzliche Rentenalter nicht oder nur mit eingeschränkter Diensttauglichkeit zu erreichen.

**Schlüsselwörter:** Arbeitszeit, Lebensarbeitszeit, gesundheitliche Beeinträchtigungen.

### 1. Einleitung

Der deutsche Bundestag hat die Anhebung des Renteneintrittsalters von 65 auf 67 Jahre beschlossen. Arbeitswissenschaftliche Überlegungen, etwa zu der Frage, ob dies unter Belastungs- und Beanspruchungsaspekten vertretbar ist, wurden unseres Wissens, bis auf Plattitüden und Vorurteile, nicht berücksichtigt. Offensichtlich erreichen viel zu viele viel zu früh das Rentenalter, so dass sich Probleme der Finanzierung des Rentensystems ergeben. Diese dürften denn auch der wesentliche Grund für die beschlossene Verlängerung der Lebensarbeitszeit sein.

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht erscheint dies jedoch nicht unproblematisch, weil eine erträgliche Arbeit ein ganzes Arbeitsleben lang ohne gesundheitliche oder soziale Beeinträchtigung, ausführbar sein muss. Eine Verlängerung der Lebensarbeitszeiten und damit der Belastungseinwirkung, müsste daher mit einer Senkung der Intensität der Belastung einhergehen, wenn man zumindest den derzeitigen Status an Beeinträchtigungen bzw. Beeinträchtigungsfreiheit aufrecht erhalten will. Schaut man sich jedoch an, welche Erkenntnisse zu Fragen der Lebensarbeitszeit vorliegen, muss man, abgesehen von einer großen Zahl empirisch unbegründeter Mutmaßungen, im Prinzip ein völliges Fehlen derartiger Informationen feststellen (vgl. auch Seifert 2008). Über die Gründe dafür soll hier nicht spekuliert werden.

Aus Analysen der Daten der Rentenversicherung ist bekannt, dass in einigen Berufen ein Großteil der Beschäftigten bereits vor Erreichen der gesetzlichen Altersgrenze aus dem Erwerbsleben ausscheidet, unabhängig von der Tatsache des politisch gewollten und subventionierten, und wirtschaftlich ausgesprochen teuren (vgl. Bödecker 2006) und mit erheblichem organisationalen Kompetenzverlusten verbundenen Abbaus älterer Arbeitnehmer in den zurückliegenden Jahren. In anderen Tätigkeitsbereichen ist, abhängig von der jeweiligen konkreten Belastungssituation, eine Beschäftigung bis zum 65. oder 67. Lebensjahr dagegen durchaus vorstellbar. Scheubel & Winter (2008) berichten, dass sich nur etwa 50% der Erwerbstätigen in Deutschland bis ins Alter (von hier 63 / 65 / 67 Jahren) als erwerbsfähig einschätzen.

Es ist unseres Wissens allerdings bisher noch nie untersucht worden, welche Lebensarbeitszeiten denn tatsächlich sozial verträglich sind, welche Einflüsse und Be-



lastungskonstellationen über die Lebensarbeitsdauer hinweg auf die Beschäftigten einwirken, inwieweit spezifische Konstellationen aus Intensität und Dauer der Belastung im Verlaufe des Arbeitslebens zu gesundheitlichen Risiken führen und ob und in welchem Ausmaß sie mit dem vorzeitigen Ausscheiden aus dem Beruf zusammenhängen. Daher können bislang keine wissenschaftlich fundierten Aussagen darüber getroffen werden, wie lange Beschäftigte in ihren Berufen oder unter bestimmten Bedingungen am Erwerbsleben teilnehmen können.

Im Rahmen der hier berichteten Machbarkeitsstudie sollte daher untersucht werden, ob es möglich ist, biografische Daten über den Verlauf des Arbeitslebens zu gewinnen, die eine Analyse und Beurteilung des mit der Lebensarbeitszeit verbundenen Risikos gesundheitlicher sowie Beeinträchtigungen der Erwerbsfähigkeit erlauben. Als Untersuchungsfeld bot sich dafür die Lebensarbeitszeit von Polizeibeamten an, da hier in einigen Bundesländern Verlängerungen diskutiert werden bzw. bereits eingeführt wurden und geeignete Daten vorhanden sein sollten.

## 2. Methode

Nachdem die ursprünglich geplante Erhebung des Gesundheitszustandes und des Ausscheidens aus dem Polizeivollzugs- und dem Polizeidienst anhand der Aktenlage mangels Erfolgchancen aufgegeben werden musste, wurde in der Zeit von September bis Dezember 2008 eine kurze Internetbefragung von Polizeibeamten in drei Bundesländern mit deren Unterstützung durchgeführt. Gefragt wurde dabei lediglich nach demografischen Daten und Zeitpunkten, wie Einschränkungen der Polizeidiensttauglichkeit (PDT) (als Ergebnis anlassbezogener polizeiärztlicher Untersuchungen), dem Ausscheiden aus dem Polizeivollzugsdienst (PVD) und dem Ausscheiden aus dem Polizeidienst (PD). Daraus ließen sich Lebens- und Dienstalster beim Eintritt der jeweiligen Ereignisse berechnen.

Die Auswertung dieser Daten (n=1222) erfolgte mit Hilfe verschiedener Methoden der Überlebensanalyse.

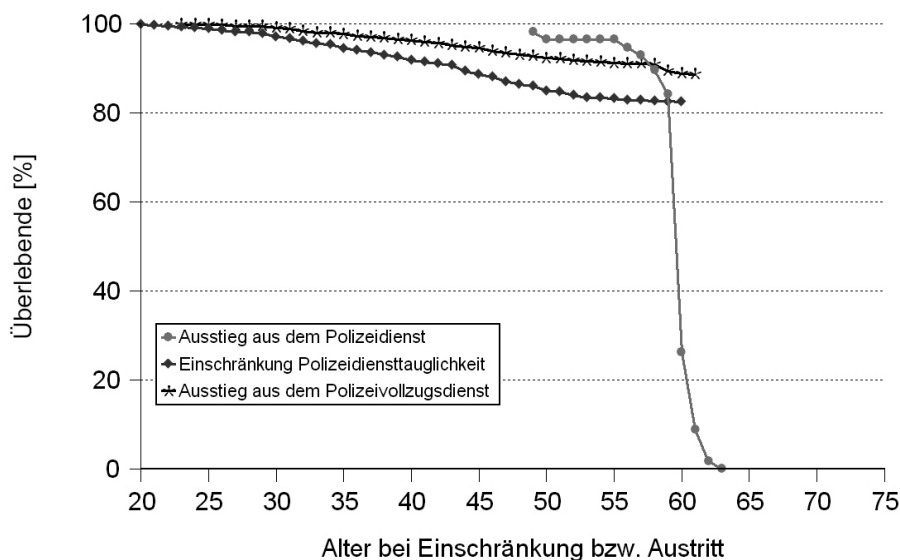
## 3. Ergebnisse

Die Stichprobe besteht zu 88% aus männlichen Teilnehmern, mit einer Altersspannweite zwischen 21 und 74 Jahren (MW 46,5). 17,7% davon sind eingeschränkt diensttauglich, 11,5% bereits aus dem PVD ausgeschieden, 4,7% bereits pensioniert (davon 80,7% wegen Erreichens der Altersgrenze, 8,8% wegen Dienstuntauglichkeit, 10,5% wegen sonstiger Gründe). Das mittlere Renteneintrittsalter beträgt 59,75 Jahre.

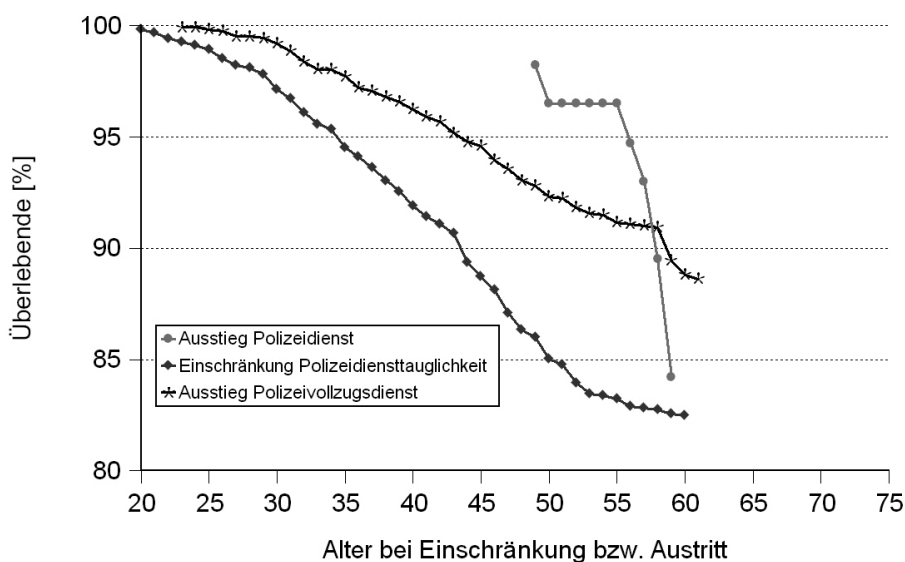
Abbildung 1 zeigt die deskriptiven Ergebnisse der Analysen des Eintritts der einzelnen Ereignisse. Wie man erkennen kann, beginnen die Einschränkung der PDT und der Ausstieg aus dem PVD relativ bald nach Eintritt in den Polizeidienst, während die Verrentung im Wesentlichen ab dem 50. Lebensjahr einsetzt und im 60. Lebensjahr ihr regelbedingtes Maximum aufweist. Der Anteil der Frühpensionierung hält sich damit anscheinend in Grenzen, während der Anteil mit eingeschränkter PDT immerhin nahezu 1/5 beträgt. Offensichtlich kann damit die in der Arbeitswissenschaft übliche Gestaltungsmarke des 95. Perzentils nicht mehr eingehalten werden.

Schaut man sich diese Lage jedoch einmal genauer an, wie dies in Abbildung 2 dargestellt ist, so findet man, dass etwa ab dem Alter zwischen 50 und 60 Jahren die

Schere zwischen PDT und „Überlebenden“ im PVD wie im PD immer weiter auseinanderklafft. Während mit 55 Jahren nur noch rund 83% voll diensttauglich sind, haben erst um die 8% den PVD und 4% den PD quittieren können; d.h. der Anteil eingeschränkt diensttauglicher Polizeibeamter nimmt in diesem Altersbereich erheblich zu. Insgesamt ergibt sich damit ein beträchtlicher Anteil nur noch eingeschränkt diensttauglicher Beamter (Fläche zwischen den Kurvenzügen) vor dem regelmäßigen Ausscheiden aus dem Polizeidienst.



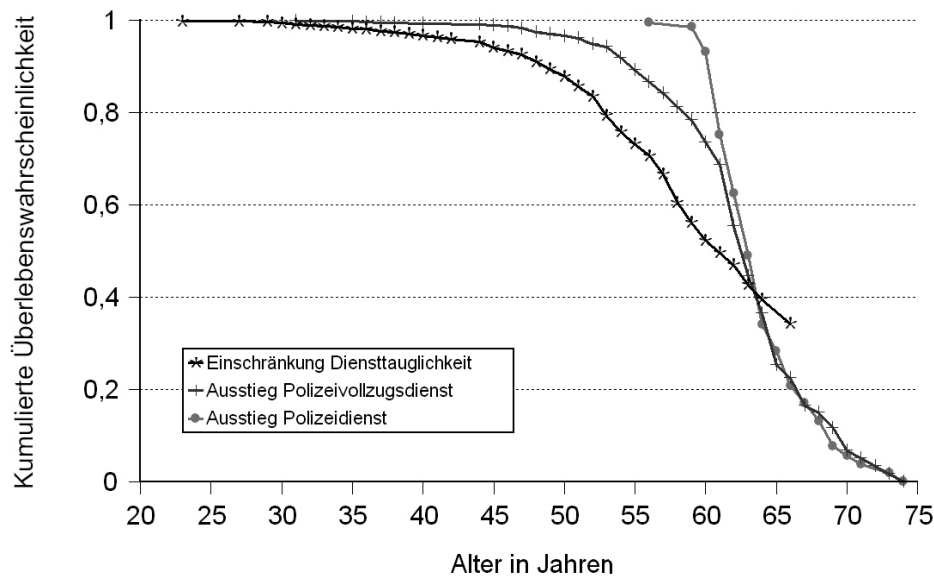
**Abbildung 1:** Kumulierte Überlebenshäufigkeiten in Abhängigkeit vom Lebensalter



**Abbildung 2:** Kumulierte Überlebenshäufigkeiten in Abhängigkeit vom Lebensalter, Ausschnitt

Berechnet man nun mit Hilfe von Überlebensanalysen die Wahrscheinlichkeiten eines Zustandswechsels (von uneingeschränkt nach eingeschränkt diensttauglich, Ausstieg aus dem PVD oder dem PD) als Funktion des Alters, erhält man die in Abbildung 3 dargestellten kumulierten Überlebenswahrscheinlichkeiten. Diese unterscheiden sich von den deskriptiven Ergebnissen dadurch, dass bei der Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeiten die Tatsache berücksichtigt wird, dass noch nicht bei allen das jeweilige Ereignis eingetreten ist, die Daten also rechtszensiert

sind. Damit dürfte sich bei der gegebenen Datenlage eine konservative Schätzung des tatsächlichen Risikos ergeben. Wie man Abbildung 3 entnehmen kann, liegt die kumulierte Überlebenswahrscheinlichkeit für alle Ereignisse bei einem Lebensalter von 65 Jahren bei 0,4. Nur jeweils 40% der Polizeibeamten hätten danach die Chance, mit 65 Jahren gesundheitlich unbeeinträchtigt (per Feststellung gemäß PDV 300 durch den Polizeiarzt) in den Ruhestand zu treten.



**Abbildung 3:** Kumulierte Überlebenswahrscheinlichkeiten für die ausgewählten Ereignisse in Abhängigkeit vom Lebensalter

Neben humanitären Gesichtspunkten erscheint damit auch fraglich, ob sich eine Heraufsetzung des Rentenalters für den Dienstherrn tatsächlich lohnt.

#### 4. Schlussfolgerungen

Eine Verschiebung des Regelalters für den Renteneintritt um 2 Jahre, wie dies in einigen Bundesländern geplant bzw. bereits eingeführt worden ist, erscheint danach nicht unproblematisch. Es erschien uns daher wichtig, eine solche Untersuchung auch in den Ländern durchzuführen, die diese Heraufsetzung des Regelalters bereits eingeführt haben. Leider war in diesen Ländern jedoch keine Kooperationsbereitschaft vorhanden. Es wird daher zurzeit erwogen, wie eine solche Untersuchung bundesweit durchgeführt werden kann, um die Wirksamkeit spezifischer Belastungsmerkmale auf die Einschränkung der PDT und das Verbleiben im PVD sowie im Polizeidienst untersuchen und die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie auf ihre Generalisierbarkeit prüfen zu können.

#### 5. Literatur

1. Bödecker, W., Friedel, H. & Friedrichs, M. 2006, Kosten der Frühberentung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
2. Scheubel, B. & Winter, J. 2008, Rente mit 67: Wie lange die Deutschen arbeiten können und wollen, ifo Schnelldienst, 61, 26-32.
3. Seifert, H. 2008, Altersgerechte Arbeitszeiten, Aus Politik und Zeitgeschichte, 18-19/2008, 23-30.

# Stress und Burnout in der Erwerbsspanne – eine geschlechtsdifferenzierte Analyse bei IT-Fachleuten

Anja GERLMAIER und Erich LATNIAK

*Institut Arbeit und Qualifikation, Universität Duisburg/Essen,  
Munscheidstr. 14, D-45886 Gelsenkirchen*

**Kurzfassung:** Im Rahmen einer Untersuchung zur Veränderung der Arbeitsfähigkeit in der Erwerbsspanne wird der Frage nachgegangen, inwiefern sich männliche und weibliche IT-Fachkräfte im Ausmaß des erlebten Stresses bzw. Burnouts unterscheiden und welche arbeits- und lebensweltlichen Einflussfaktoren dabei eine Rolle spielen. Dabei zeigt sich, dass Frauen in der Stichprobe bedeutsam häufiger Stress- und Burnout-Symptome aufweisen. Weibliche IT-Fachkräfte in der Familienphase unterscheiden im Ausmaß des Burnouts nicht von kinderlosen Kolleginnen. Dagegen weisen weibliche Befragte im Vergleich zu männlichen partiell höhere arbeitsbedingte Belastungen bzw. andere Belastungs-/Ressourcenmuster auf, die im Wesentlichen auf unterschiedliche Tätigkeitsprofile zurückführbar sind.

**Schlüsselwörter:** Burnout, Stress, Wissensarbeit, psychische Belastungen.

## 1. Einleitung

Stress und daraus resultierende gesundheitliche Beeinträchtigungen zählen insbesondere in der Wissensökonomie zu den zentralen Risikofaktoren, die zu einer verminderten Arbeits- und Erwerbsfähigkeit führen können. Folglich stellt die Prävention psychischer Belastungen und Beanspruchungen in diesem Wirtschaftsbereich einen zentralen Ansatzpunkt dar, die Beschäftigungs- und Innovationsfähigkeit von „Wissensarbeitern“ über den gesamten Erwerbsverlauf hinweg zu fördern und zu sichern (Gerlmaier & Latniak 2007).

Angesichts einer steigenden Zahl gesundheitlich durch Stress und psychische Erschöpfung beeinträchtigter Wissensarbeiter soll das BMBF-geförderte Vorhaben „Demografischer Wandel und Prävention in der IT-Wirtschaft (DIWA-IT)“ dazu beitragen, innovative Präventionskonzepte für den Bereich der IT Wirtschaft zu entwickeln. Einen konzeptionellen Schwerpunkt bildet dabei die Frage, inwiefern in bestimmten Arbeitslebensphasen der Erwerbsbiografie „kritische“ Belastungs- und Ressourcenmuster vorzufinden sind, die einen besonderen Präventionsbedarf notwendig machen (z.B. den Eintritt in die Familienphase). In diesem Zusammenhang soll auch der Frage nach geschlechtsspezifischen Unterschieden nachgegangen werden. Erste Befunde einer noch laufenden Erhebung bilden die empirische Basis des vorliegenden Beitrags.

In der Stress- und Gesundheitsforschung wurde der Frage nach geschlechts- oder lebensbiografischen Unterschieden lange Zeit wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Inzwischen finden sich in einer wachsenden Anzahl von Untersuchungen Hinweise auf geschlechtsspezifische Differenzen, etwa im Hinblick auf das Präventionsverhalten, die Prävalenz von Stress sowie die Bedingungsfaktoren für diese Beeinträchtigungen (Eurofound 2005; Wang et al. 2008). Diese werden in der Regel durch Mehrfachbe-

lastungen bzw. Rollenkonflikte zwischen Arbeit und Familie zu erklären versucht, mit denen weibliche Erwerbstätige häufiger konfrontiert sind als männliche Erwerbstätige.

Vor diesem Hintergrund sollen in der vorliegenden Untersuchung folgende Fragestellungen untersucht werden:

- Können bei hoch qualifizierten Wissensarbeitern geschlechtsspezifische Unterschiede im Stress- und Erschöpfungserleben sowie dem Ausmaß stressbedingter Erkrankungen beobachtet werden?
- Welchen Einfluss hat dabei die familiäre Situation (Anwesenheit versorgungsbedürftiger Kinder) bzw. die Arbeitssituation (psychische Belastung und arbeitsbezogene Ressourcen)?

## 2. Methode

Das für die Analyse genutzte Sample setzt sich aus 192 IT-Fachleuten zusammen. Die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer stammen aus insgesamt fünf IT-Unternehmen – davon drei mit weniger als 25 Beschäftigten, zwei mit mehr als 200 Beschäftigten. Der Frauenanteil in der Stichprobe beträgt 25% und ist etwa vergleichbar mit dem Frauenanteil in der Branche. 39% der Männer und 33% der Frauen haben Kinder im Alter zwischen 0 und 12 Jahren, wobei bei den männlichen Befragten der Eintritt in die Familienphase früher stattfindet als bei den weiblichen Befragten. Ab einem Alter von 40 Jahren geben etwa gleich viele Männer wie Frauen an, Kinder zu haben.

Die Daten wurden im Rahmen eines Belastungs- und Ressourcenscreenings gewonnen. Das verwendete Screeninginstrument basiert auf arbeitswissenschaftlich fundierten Verfahren zur Diagnose von Stress und Burnout sowie Verfahren zur stressbezogenen Arbeitsanalyse (u.a. Maslach Burnout Inventory, Tätigkeits- und Arbeitsanalyseverfahren TAA von Büssing et al. 2002).

## 3. Ergebnisse

In der zugrundeliegenden Stichprobe weisen bedeutsam mehr Frauen als Männer Anzeichen von Burnout ( $p=0,042$ ) und Stress ( $p=0,016$ ) auf. Weibliche IT-Fachkräfte geben zudem deutlich mehr stressbedingte Beschwerden an als ihre männlichen Kollegen ( $p=0,08$ ). Dies gilt insbesondere für das erlebte Ausmaß von Kopf- und Magenbeschwerden sowie Beschwerden im Nacken-/Schulterbereich.

Welche Bedingungsfaktoren für das unterschiedliche Ausmaß emotionaler Erschöpfung und psychosomatischer Erkrankungen verantwortlich sein könnten, wurde in einem zweiten Schritt untersucht. Überprüft werden sollte, inwiefern der Eintritt in die Familienphase und damit u. U. verbundene Rollenkonflikte zwischen Arbeit und Familie einen Einfluss auf das Stress-/Erschöpfungserleben haben. Hier zeigen varianzanalytische Gruppenvergleiche zwischen IT-Fachleuten mit und ohne Kinder/n, dass IT-Fachkräfte ohne Kinder ein ebenso hohes Stress- und Erschöpfungsniveau aufweisen wie Mütter oder Väter von Kindern im Alter zwischen 0 und 12 Jahren.

In einem weiteren Analyseschritt zeigt sich, dass weibliche und männliche IT-Fachleute zum Teil unterschiedliche tätigkeitsbezogene Belastungs- und Ressourcenumuster aufweisen. Weibliche IT-Fachkräfte geben deutlich häufiger an, von sozio-emotionalen Belastungen etwa im Umgang mit Kunden betroffen zu sein als männli-

che Kollegen. Sie sind zudem bedeutsam stärker mit ungeplantem Zusatzaufwand konfrontiert. Deutlich unterscheiden sich weibliche und männliche IT-Fachkräfte auch im Ausmaß der erlebten sozialen und organisationalen Ressourcen. Die Frauen in der Stichprobe erleben deutlich weniger soziale Unterstützung durch ihre Kollegen. Sie fühlen sich durch ihre Führungskräfte weniger anerkannt und unterstützt und erleben weniger Einflussmöglichkeiten auf ihre Arbeitssituation. Darüber hinaus sind sie in vergleichbar hohem Maße wie ihre männlichen Kollegen von Zeitdruck, Arbeitsunterbrechungen und überlangen Arbeitszeiten betroffen. Zusätzlich durchgeführte Tätigkeitsanalysen verweisen darauf, dass männliche und weibliche IT-Fachkräfte in der Stichprobe bei ähnlicher Grundqualifikation verschiedene Tätigkeiten ausüben. Während die Frauen in der Stichprobe in hohem Ausmaß für Aufgaben mit Organisations-/ Kommunikationsanteilen sowie „kritischen“ Kundenkontakten (z. B. telefonische Annahme von Störungen) verantwortlich sind, dominieren bei Männern Entwicklungs-, Koordinations- und Konzeptionsaufgaben.

**Tabelle 1:** Erlebte Belastungen und Ressourcen bei männlichen und weiblichen IT-Fachleuten im Vergleich

Belastungen Ressourcen	Mittelwert		P-Wert	Range
Sozio-emotionale Belastungen	männlich	2,47	0,052	1 – 5
	weiblich	2,69		
Zeitdruck	männlich	3,04	0,100	1 – 5
	weiblich	3,25		
Arbeitsunterbrechungen	männlich	2,40	0,733	1 – 5
	weiblich	2,44		
Ungeplanter Zusatzaufwand	männlich	3,12	0,002	1 – 5
	weiblich	3,54		
Gestaltungseinfluss	männlich	3,01	0,020	1 – 5
	weiblich	2,62		
Soziale Unterstützung Kollegen	männlich	4,01	0,014	1 – 5
	weiblich	3,69		
Führungsklima	männlich	3,64	0,019	1 – 5
	weiblich	3,31		

#### 4. Diskussion

Die ersten Ergebnisse sind als vorläufig zu bewerten, da die Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist. Sie verweisen jedoch darauf, dass es in der Gruppe der untersuchten Wissensarbeiter offenbar geschlechtsspezifische Unterschiede im Ausmaß des erlebten Burnouts und stressbedingter Erkrankungsformen zu geben scheint. Diese sind, wie weitere Untersuchungen zu arbeits- und lebensweltlichen Einflussfaktoren zeigen konnten, eher durch die jeweiligen Belastungs- und Ressourcenmuster in der Tätigkeit erklärbar als durch die familiäre Situation.

Für die Prävention stressbedingter Erkrankungen und die Erhaltung der Arbeitsfähigkeit über die gesamte Lebensspanne bedeutet dies zum Einen, dass bei der Konzeption und Durchführung von Präventionsmaßnahmen Geschlechterdifferenzen berücksichtigt und weiblichen Beschäftigten, ihres höheren Risikopotenzials wegen, eine besondere Beachtung geschenkt werden sollte. Da weibliche IT-Fachkräfte offenbar aufgrund anderer Tätigkeitsinhalte als ihre männlichen Kollegen belastet sind,



sollte dabei ein besonderes Augenmerk auf die Arbeitsgestaltung gelegt werden.

Erfolgversprechende Maßnahmen können in einem regelmäßigem Positions- bzw. Aufgabenwechsel sowie der Einführung von Blockzeiten für ungestörtes Arbeiten liegen. Die Einführung von Tandems, d.h. Doppelverantwortlichkeiten für bestimmte Aufgaben, könnte darüber hinaus dazu beitragen, das Ausmaß der erlebten Unterstützung und des Gestaltungseinflusses zu erhöhen.

## 5. Literatur

1. Gerlmaier, A. & Latniak, E. 2007, Zwischen Innovation und täglichem Kleinkrieg: Arbeits- und Lernbedingungen bei Projektarbeit im IT-Bereich. In: M. Moldaschl, (Hrsg.), Verwertung immaterieller Ressourcen: Nachhaltigkeit von Unternehmensführung und Arbeit III. München: Mering, 131-170.
2. Wang, J.L., Lesage, A. & Schmitz, N. 2008, The relationship between work stress and mental disorders in men and women, *Journal of epidemiology and community health*, 62, 42-47.
3. European Foundation for the improvement of Living and Working conditions 2005, Work-related stress, [www.eurofound.eu.int/publications/files/EF05127EN.pdf](http://www.eurofound.eu.int/publications/files/EF05127EN.pdf)
4. Büssing, A., Glaser, J. & Höge, T. 2002, Screening psychischer Belastungen in der stationären Krankenpflege (Belastungsscreening TAA-KH-S) – Handbuch zur Erfassung und Bewertung psychischer Belastungen bei Beschäftigten im Pflegebereich, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschung FB 932. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

# Direkte, indirekte und Interaktionseffekte von Arbeitsbelastungen und Selbstkontrollanforderungen auf Indikatoren der Arbeitsbeanspruchung

Stefan DIESTEL und Klaus-Helmut SCHMIDT

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die psychischen Mechanismen, die die Beanspruchungseffekte von hohen Konzentrationsanforderungen und Arbeitsvolumen bedingen, sind noch weitgehend ungeklärt. Ausgehend von der Handlungsregulationstheorie (Hacker 2005) überprüft die vorliegende Studie Mediator- und Moderatoreffekte von Selbstkontrollanforderungen in der Belastungs-Beanspruchungsbeziehung. Die auf einer Stichprobe von 574 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern einer Landesverwaltung basierenden Ergebnisse zeigen, dass Selbstkontrollanforderungen diesen Zusammenhang sowohl statistisch vermitteln als auch verstärkend moderieren. Indikatoren der psychischen Beanspruchung waren Burnout, Ängstlichkeit und depressive Symptome.

**Schlüsselwörter:** Burnout, Ängstlichkeit, depressive Symptome, Selbstkontrollanforderungen, qualitative und quantitative Belastung.

## 1. Einleitung

Nicht zuletzt aufgrund der starken Zunahme von psychischen, arbeitsbedingten Belastungen, wie beispielsweise hohe Konzentrationsanforderungen (qualitative Arbeitsbelastung) sowie hohes Arbeitsvolumen (quantitative Arbeitsbelastung), in einer stärker dienstleistungsorientierten Arbeitswelt, haben Selbstregulationsprozesse eine zunehmend wichtige Bedeutung für den beruflichen Erfolg gewonnen. Ungeachtet der nachgewiesenen Wirkung von hohen Konzentrationsanforderungen und hohem Arbeitsvolumen auf Fehlzeiten, Arbeitsleistung und Indikatoren der Beanspruchung sind die spezifischen Mechanismen, vermittels derer sie ihre beeinträchtigenden Effekte entfalten, weitgehend unerforscht. Der Handlungsregulationstheorie (Hacker 2005) zufolge sind flexible Selbstregulationsprozesse notwendig, um mit derartigen Arbeitsbelastungen effektiv umzugehen. Flexible Selbstregulationsprozesse sind in jüngster Zeit unter dem Begriff Selbstkontrolle in der arbeitspsychologischen Forschung untersucht worden. Selbstkontrolle beinhaltet das Bestreben, spontane und habituelle Gedanken, Emotionen und Verhaltensmuster zu hemmen, zu kontrollieren oder zu modifizieren um geplante und zielgerichtete Handlungsabläufe zu ermöglichen. Das Ausüben von Selbstkontrolle ist allerdings mit psychischen Kosten verbunden. Experimentalpsychologische Befunde sowie Ergebnisse aus der Feldforschung legen ein begrenztes regulatorisches Ressourcenkapazitätsmodell nahe. Demzufolge führen Selbstkontrollprozesse dauerhaft zu einer Erschöpfung der begrenzten Ressourcen und in Folge dessen zu Beeinträchtigungen des psychischen Wohlbefindens. Die aus der Handlungsregulationstheorie abzuleitende Annahme, dass das Bewältigen von hohen Konzentrationsanforderungen und hohem Arbeitsvolumen bzw. Zeitdruck auf intrapsychischer Ebene den Einsatz von Selbstkontrollprozessen notwendig macht, legt zwei Implikationen nahe. Zum einen kann vermutet

werden, dass Anforderungen an die Selbstkontrolle den positiven Zusammenhang zwischen Arbeitsbelastungen und psychischer Beanspruchung statistisch vermitteln (Hypothese 1). Zum anderen kann ein verstärkender Wechselwirkungseffekt zwischen Arbeitsbelastungen und Selbstkontrollanforderungen in der statistischen Vorhersage des psychischen Beanspruchungserlebens erwartet werden (Hypothese 2).

Die vorliegende Untersuchung beabsichtigt, durch Testung beider Hypothesen einen Einblick in die spezifischen, intrapsychischen Mechanismen zu erhalten, die den Beanspruchungseffekt von Arbeitsbelastungen determinieren.

## 2. Methode

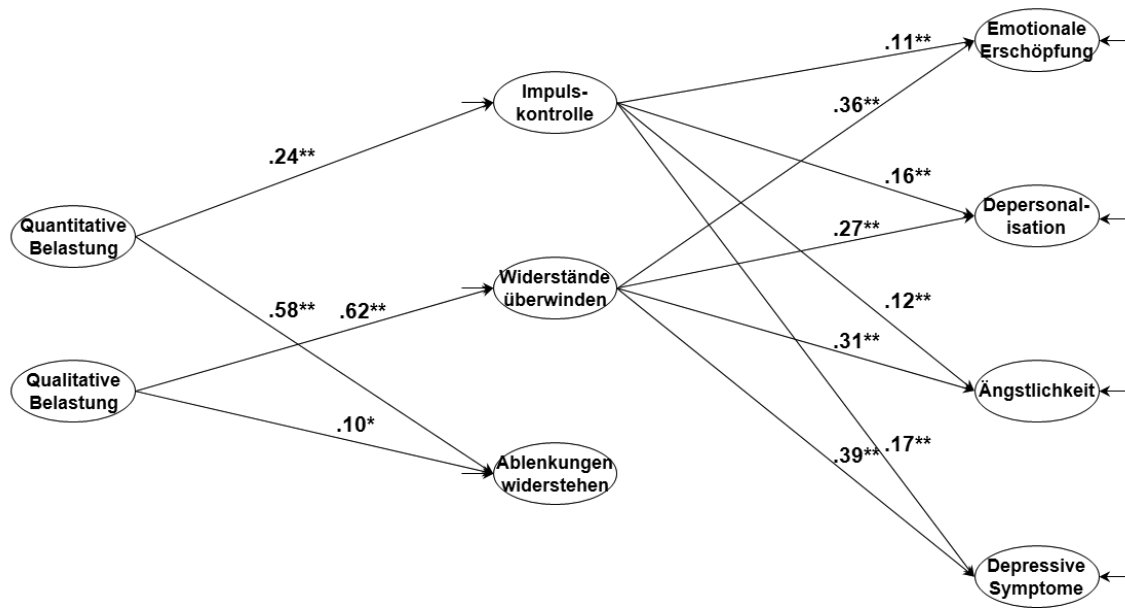
An der Untersuchung nahmen 574 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Verwaltungsbereich einer großen Landesbehörde teil. Alle Untersuchungsvariablen wurden mittels Fragebogen erhoben. Die Befragung fand in Gruppen „vor Ort“ in den Verwaltungseinheiten während der regulären Arbeitszeit statt. Das Durchschnittsalter betrug 41.15 Jahre ( $SD = 10.09$ ) und der Frauenanteil lag bei 57.32 %.

Die Messung der qualitativen (3 Items) und quantitativen Arbeitsbelastungen (3 Items) basierte auf einem Verfahren von Prümper, Hartmannsgruber und Frese (1995). Die Erfassung der Selbstkontrollanforderungen erfolgte mit einem von Neubach und Schmidt (2007) entwickelten Verfahren, das zwischen drei Facetten von arbeitsbedingten Selbstkontrollanforderungen differenziert. Die erste Skala „Impulskontrolle“ (6 Items) bildet die Kontrolle spontaner, habitueller Reaktionstendenzen und der hiermit assoziierten Emotionen ab. Die zweite Skala „Ablenkungen widerstehen“ (4 Items) bezieht sich auf das Ausmaß, indem die erfolgreiche Aufgabenbearbeitung das Ignorieren aufgabenirrelevanter Stimuli erfordert. Schließlich spiegelt die dritte Skala „Überwinden innerer Widerstände“ (5 Items) die Anforderung an das Überwinden von Unlustzuständen oder inneren Hemmungen wider, die die Aufgabenbearbeitung erschweren. Kriteriumsmaße der Arbeitsbeanspruchung waren die beiden Burnout-Dimensionen Emotionale Erschöpfung (9 Items) und Depersonalisation (4 Items) (Büssing und Perrar 1992), eine Ängstlichkeitsskala (20 Items, Laux et al. 1981) sowie depressive Symptome (20 Items, Schmitt & Maes 2000).

## 3. Ergebnisse

Die statistische Testung der zu Grunde gelegten Hypothesen wurde mittels linearer und nicht-linearer Strukturgleichungsmodellierungen (Klein & Moosbrugger, 2000) durchgeführt, die eine Messfehlerkorrektur der Untersuchungsvariablen und somit eine im Vergleich zu Regressionsanalysen validere sowie reliablere Parameterbestimmung erlauben. Abbildung 1 gibt die standardisierte Lösung für das Modell an, welches Mediatoreffekte der Selbstkontrollanforderungen in der Beziehung zwischen qualitativer sowie quantitativer Belastung und den vier Beanspruchungsindikatoren annimmt. Die Fitindizes (siehe Abbildung 1) weisen eine adäquate Datenapproximation für diese Spezifikation aus. Die Ergebnisse zeigen eine durch Überwinden innerer Widerstände vollständig vermittelte statistische Beziehung zwischen qualitativer Belastung und Indikatoren der Arbeitsbeanspruchung. Für Impulskontrolle konnte eine partielle Mediatorfunktion in der Vorhersage der vier Beanspruchungsmaße durch quantitative Belastung nachgewiesen werden. Obschon die Pfadkoeffizienten zwischen beiden Belastungen und der Variablen Ablenkungen widerstehen ein signifi-

kantes Niveau erreichen, sprechen die nicht signifikanten Pfade zu den Beanspruchungsvariablen gegen eine Mediatorfunktion dieser Variablen.



Chi <sup>2</sup>	df	p	RMSEA	CI <sub>90%</sub> (RMSEA)	CFI	SRMR	Gamma Hat
355.90	216	< .01	.034	.027 - .040	.985	.026	.981

**Abbildung 1:** Indirekte Effekte der Selbstkontrollanforderungen (angegeben sind die signifikanten Pfade; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ )

Tabelle 1 beinhaltet die geschätzten Parameter für die latenten Interaktionseffekte zwischen qualitativen und quantitativen Belastungen und den Selbstkontrollanforderungen.

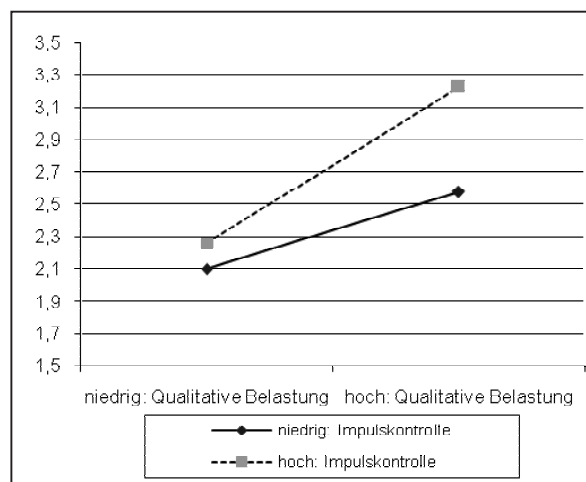
**Tabelle 1:** Parameterschätzung für die Interaktionen zwischen Arbeitsbelastung und Selbstkontrollanforderungen (QUANT = quantitative Belastung; QUAL = qualitative Belastung; IK = Impulskontrolle; AW = Ablenkungen widerstehen; ÜW = Überwinden innerer Widerstände); \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Interaktion	Emotionale Erschöpfung	Depersonalisation	Ängstlichkeit	Depressive Symptome
IK x QUAL ( $\Delta R^2$ )	.05 (.01)	.14** (.01)	.16** (.02)	.20** (.03)
$\Delta$ -2LL (df <sub>diff</sub> )	15.07** (4)			
IK x QUANT ( $\Delta R^2$ )	.06 (.00)	.03 (.00)	.05 (.00)	.08 (.01)
$\Delta$ -2LL (df <sub>diff</sub> )	2.29 (4)			
AW x QUAL ( $\Delta R^2$ )	.10* (.01)	.16** (.02)	.13* (.01)	.10 (.01)
$\Delta$ -2LL (df <sub>diff</sub> )	10.91* (4)			
AW x QUANT ( $\Delta R^2$ )	.11** (.01)	.13* (.02)	.11* (.01)	.08 (.01)
$\Delta$ -2LL (df <sub>diff</sub> )	10.36* (4)			
ÜW x QUAL ( $\Delta R^2$ )	.04 (.00)	.14** (.02)	.08 (.01)	.08 (.01)
$\Delta$ -2LL (df <sub>diff</sub> )	10.00* (4)			
ÜW x QUANT ( $\Delta R^2$ )	.06 (.01)	.10 (.01)	.05 (.00)	.07 (.01)
$\Delta$ -2LL (df <sub>diff</sub> )	3.48 (4)			

Wie die Ergebnisse der Moderatoranalysen zeigen, interagieren beide hier betrachteten Formen der Arbeitsbelastungen mit der Variable Ablenkungen widerstehen in der Vorhersage der beiden Burnoutvariablen und Ängstlichkeit. Zudem konnten für die Impulskontrolle Moderatoreffekte in der Beziehung zwischen qualitativen Belastungen und den Beanspruchungsdimensionen Depersonalisation, Ängstlichkeit und depressive Symptome nachgewiesen werden.

Die auf die signifikanten Interaktionsterme zurückzuführenden inkrementellen Varianzaufklärungen ( $\Delta R^2$ ) variieren zwischen einem und drei Prozent. Die auf eine Verbesserung der Modellanpassung hin prüfenden Log-Likelihood-Differenztests ( $\Delta 2LL$ ) bestätigen im Falle ihrer Signifikanz die Annahme von Interaktionseffekten in der zu Grunde liegenden Population.

Abbildung 2 zeigt die Wechselwirkung von qualitativen Belastungen und Impulskontrolle in der Vorhersage der depressiven Symptome. Wie die Abbildung erkennen lässt, fällt bei hoch ausgeprägter Anforderung an die Impulskontrolle (+ 1SD) die Belastungs-Beanspruchungsbeziehung erheblich stärker aus als bei niedrig ausgeprägten Impulskontrollanforderungen (- 1SD).



**Abbildung 2:** Interaktionseffekt zwischen Impulskontrolle und qualitativer Belastung

#### 4. Diskussion

Die vorliegende Untersuchung liefert empirische Hinweise auf eine differentielle Funktion von Selbstkontrollprozessen in der Belastungs-Beanspruchungsbeziehung. So zeigen die hier vorgestellten Ergebnisse, dass das Überwinden innerer Widerstände den Zusammenhang zwischen qualitativen Belastungen und Beanspruchungserleben statistisch vermittelt, wohingegen Impulskontrolle als Mediator in der Beziehung zwischen qualitativer Belastung und Beanspruchung fungiert sowie als Moderator die Beanspruchungseffekte der quantitativen Belastung verstärkt. Für Ablenkungen widerstehen konnte eine verstärkende Moderatorfunktion für Beanspruchungseffekte beider Belastungsarten nachgewiesen werden.

#### 5. Literatur

1. Büssing, A., & Perrar, K. M. 1992, Die Messung von Burnout. Untersuchung einer Deutschen Fassung des Maslach Burnout Inventory (MBI-D). Diagnostica, 38, 328-353.

2. Hacker, W. 2005, Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit (2. vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Bern: Huber.
3. Klein, A., & Moosbrugger, H. 2000, Maximum likelihood estimation of latent interaction effects with the LMS method. *Psychometrika*, 65, 457-474.
4. Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. 1981, Das State-Trait Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung. Weinheim, Germany: Beltz.
5. Neubach, B., & Schmidt, K.-H. 2007, Entwicklung und Validierung von Skalen zur Erfassung verschiedener Selbstkontrollanforderungen bei der Arbeit. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 61, 35–45.
6. Prümper, J., Hartmannsgruber, K., & Frese, M. 1995, KFZA. Kurz-Fragebogen zur Arbeitsanalyse. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 39, 125-132.
7. Schmitt, M., & Maes, J. 2000, Vorschlag zur Vereinfachung des Beck-Depressions-Inventary (BDI). *Diagnostica*, 46, 38–46.





## **Arbeits- und Gesundheitsschutz**



# Anreizsysteme zur Verbreitung eines betrieblichen Gesundheitsmanagements – Ein Konzept für einen Anreizverbund

Achim MAIER, Martin J. THUL und Klaus J. ZINK

*Institut für Technologie und Arbeit e.V., Technische Universität Kaiserslautern,  
Kurt-Schumacher-Straße 74a, D-67663 Kaiserslautern*

**Kurzfassung:** Externe Anreize können Unternehmen motivieren, systematische Aktivitäten im Bereich der betrieblichen Gesundheit durchzuführen. Besondere Chancen eröffnen abgestimmte Anreizverbünde, in denen unterschiedliche Anreizanbieter kooperieren. Im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit der Bertelsmann Stiftung hat das Institut für Technologie und Arbeit ein entsprechendes Konzept entwickelt, das im vorliegenden Beitrag vorgestellt wird.

**Schlüsselwörter:** Anreize, betriebliches Gesundheitsmanagement.

## 1. Problemstellung

Die Mitarbeiter eines Unternehmens haben einen großen Einfluss auf die Qualität der Leistungen einer Organisation. Dass der Gesundheit und Motivation der Mitarbeiter dabei eine besondere Bedeutung zukommt ist unbestritten. Dementsprechend haben Ansätze zur Förderung der Gesundheit im Unternehmen in der Vergangenheit zunehmende Verbreitung gefunden. Allerdings werden entsprechende Aktivitäten noch nicht in allen Unternehmen systematisch – im Sinne eines Gesundheitsmanagements – vorangetrieben. Die Expertenkommission „Die Zukunft einer zeitgemäßen betrieblichen Gesundheitspolitik“ sieht im Angebot externer Anreize eine Möglichkeit, diese Entwicklung weiter voranzutreiben und Unternehmen zu motivieren, sich stärker für die Gesundheit ihrer Mitarbeiter zu engagieren (Bertelsmann Stiftung & Hans-Böckler-Stiftung 2004).

Gemeinsam mit der Bertelsmann Stiftung hat das Institut für Technologie und Arbeit an der TU Kaiserslautern diese Empfehlung der Expertenkommission aufgegriffen und im Rahmen eines von der Bertelsmann Stiftung finanzierten Projektes konkrete Umsetzungsvorschläge erarbeitet (Bertelsmann Stiftung 2009). Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse dieses Projektes vorgestellt.

## 2. Methode

Aufgrund des komplexen Akteursgeflechts im Bereich der betrieblichen Gesundheit war es zu Beginn des Projekts erforderlich, eine Stakeholderanalyse durchzuführen. Im Rahmen der Analyse wurden die für das Themenfeld „Anreizsysteme“ relevanten Anspruchsgruppen identifiziert und ihre vielschichtigen Interessenslagen in Bezug auf die Verbesserung der betrieblichen Gesundheitssituation transparent gemacht.

Um Verbesserungspotenziale für die Gestaltung zukünftiger Anreizsysteme identifizieren zu können, wurden existierende Anreizkonzepte recherchiert und deren charakteristische Merkmale mit Hilfe eines Strukturierungsansatzes analysiert. Zusätzlich

wurden problemzentrierte Interviews und Gruppendiskussionen mit Vertretern, der im Rahmen der Stakeholderanalyse identifizierten Anspruchsgruppen, durchgeführt. Dabei kam ein strukturierter Interviewleitfaden zum Einsatz. Die Ergebnisse der Datenerhebungen wurden mit der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (Mayring 2002).

Aufbauend auf den zentralen Erkenntnissen der Datenerhebungen, wurde dann ein Konzept für einen Anreizverbund entwickelt, welches den zuvor interviewten Experten im Rahmen eines Workshops vorgestellt und auf Basis der Rückmeldungen weiter verfeinert wurde.

### 3. Ergebnisse

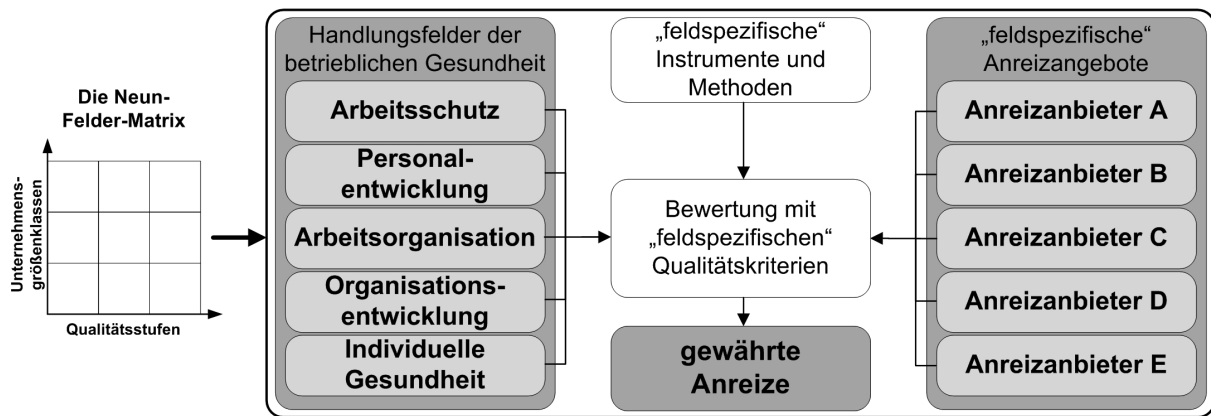
Der Entwicklung eines Anreizverbundes lag die Zielsetzung zugrunde, dass Anreize betriebliche Entscheidungsträger zur Umsetzung von solchen Maßnahmen veranlassen sollten, die aus ihrer Sicht – aber auch für alle Beteiligten – zu einer positiven Kosten-Nutzen-Bilanz führen. Durch die konsequente Umsetzung geeigneter Maßnahmen soll die Gesundheitssituation im Unternehmen so verbessert werden, dass dann auch auf der Seite des Anreizanbieters positive Effekte entstehen (Kohstall 2007).

Die Ergebnisse der Analyse existierender Anreizsysteme haben bestätigt, dass einige Ansätze teilweise deutliche Verbesserungspotenziale aufweisen. Auf diese Potenziale wurde zum Teil schon durch unterschiedliche Autoren hingewiesen. (Elsler 2008; Clinch et al. 1999; European Agency for Safety and Health at Work 2005; Krüger et al. 2000; u. a.) Ein Kernproblem der vorhandenen Anreizsysteme ist darin zu sehen, dass diese speziell auf die Bedürfnisse einzelner Anbieter zugeschnitten sind und auf jeweils spezifische Gesundheitsaspekte fokussieren. Insofern handelt es sich fast immer um mehr oder weniger breit angelegte Partialkonzepte, welche einem umfassenden Gesundheitsverständnis nur begrenzt gerecht werden. Darüber hinaus variieren die Anreizkonzepte teilweise enorm bzgl. der zu erfüllenden Anforderungen durch die Unternehmen sowie der Art und des Umfangs der Nachweisführung. Dies kann dazu führen, dass Anforderungen im Widerspruch zueinander stehen oder einen erheblichen Mehraufwand verursachen (z. B. durch unterschiedliche Vorgaben bzgl. der Dokumentation durchgeführter Maßnahmen).

Zur Überwindung dieser Defizite wurde ein Konzept für einen Anreizverbund entwickelt. Die Kernelemente dieses Ansatzes gehen aus Abbildung 1 hervor. Das Konzept verfolgt das Ziel, durch die Integration von untereinander abgestimmten Partialkonzepten in ein übergeordnetes Bezugssystem Synergieeffekte zu erschließen und Schwachstellen auszuräumen. Der Anreizverbund sollte sich dadurch auszeichnen, dass ein differenzierter und gleichzeitig offener Ansatz verfolgt wird, der

- für definierte Zielgruppen
- spezifische Anreize bereitstellt, die an die abgestimmten Anforderungen der Anreizanbieter gekoppelt sind und darüber hinaus
- die Anforderungserfüllung durch einen geeigneten Bewertungsansatz überprüfbar macht.

Für das Konzept des Anreizverbundes war es nicht sinnvoll, Regelungen zu treffen, die jedes Detail klären. Vielmehr wurden „Leitplanken“ erarbeitet, die den Ansatz konkretisieren ohne jedoch die Gestaltungsspielräume zu sehr einzuengen. Dies war unumgänglich, da sich existierende Anreizsysteme ohne grundlegende Überarbeitung in den übergeordneten Bezugsrahmen integrieren lassen sollten.



**Abbildung 1:** Kernelemente des Anreizverbundes

Die Einsatzmöglichkeiten bisheriger Anreizsysteme werden insbesondere durch strukturelle Rahmenbedingungen der Unternehmen beschränkt. Hierbei sind vor allem die Faktoren Unternehmensgröße und Reifegrad der betrieblichen „Gesundheitsaktivitäten“ zu nennen. Die Unternehmensgröße steht in engem Zusammenhang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen und unterscheidet die Größenklassen „bis 100 Mitarbeiter“, „101 bis 1000 Mitarbeiter“ und „mehr als 1000 Mitarbeiter“. Der Reifegrad ist stärker inhaltlich fokussiert und bezieht sich auf vorhandene betriebliche Ansätze, auf denen aufgebaut werden kann. Damit lässt sich sicherstellen, dass „passende“ Anforderungen an einen potenziellen Anreizempfänger gestellt werden, die diesen weder über- noch unterfordern. Die Berücksichtigung des Reifegrades trägt auch der Tatsache Rechnung, dass nicht nur Unternehmen durch Anreize zu fördern sind, die bislang noch keine Aktivitäten im Bereich der betrieblichen Gesundheit umgesetzt haben, sondern auch solche Unternehmen, die im betrieblichen Gesundheitsmanagement fortgeschritten oder gar exzellent sind. Für den Reifegrad wurden die drei Qualitätsstufen „Einstieg“, „Fortschritt“ und „Excellence“ definiert.

Für die Positionierung im Anreizverbund ergibt sich damit eine Neun-Felder-Matrix. Sie ermöglicht es, ein Unternehmen hinsichtlich seiner individuellen Ausgangssituation in eines von neun Felder einzuordnen. Für jedes der neun Felder legen die jeweils kooperierenden Anreizanbieter Anreizbündel bzw. zu erbringende Gegenleistungen (z. B. Art von Maßnahmen, Umfang der zu bearbeitenden Handlungsfelder, Dokumentationsstandards, Bewertungskriterien etc.) fest. Das Konzept des Anreizverbundes skizziert damit auch einen idealtypischen Entwicklungspfad: Auf der ersten Stufe sollen die Anreize Unternehmen zum Einstieg in ein betriebliches Gesundheitsmanagement bewegen, auf der zweiten Stufe eine kontinuierliche Weiterentwicklung fördern und auf der dritten Stufe den Erhalt eines exzellenten Niveaus garantieren. Je nach Ausgangslage können interessierte Unternehmen auf unterschiedlichen Stufen „einsteigen“ und müssen dementsprechend unterschiedliche Anforderungen zur Gewährung abgestimmter Anreize erfüllen.

Ein weiteres Kernelement des Anreizverbundes ist die Bewertungssystematik, mit der die Entscheidung zur Anreizgewährung getroffen wird. Die Bewertung muss fundiert und für alle beteiligten Akteure nachvollziehbar sein. Hierzu ist es unumgänglich, dass sich alle Anreizanbieter auf einen abgestimmten Ansatz einigen. Das Konzept des Anreizverbundes sieht vor, dass die bearbeiteten Handlungsfelder anhand allgemeiner Qualitätskriterien bewertet werden. Vereinfacht gesagt wird dadurch das **Was?** (Handlungsfelder der betrieblichen Gesundheit) vom **Wie?** (allgemeine Qualitätskriterien) getrennt. Die kontinuierliche Verbesserung der betrieblichen Ansätze erfordert zudem eine gleichzeitige Betrachtung der realisierten Maßnahmen sowie



der damit erzielten Ergebnisse. Beide Aspekte sind durch geeignete, von allen Akteuren des Anreizverbundes anerkannte Qualitätskriterien zu erfassen. Unterstützt wird der gesamte Bewertungsprozess durch geeignete Instrumente und Methoden (z.B. Datenerhebungs- und -analysemethoden zur Gewinnung von Kennzahlen), die auf die spezifischen Anforderungen der einzelnen Matrix-Felder abzustimmen sind.

Im Ergebnis kann der hier vorgestellte Lösungsansatz zur Ausgestaltung eines Anreizverbundes für alle beteiligten Akteure zu Vorteilen führen. Den Unternehmen wird es möglich, ihre betrieblichen Aktivitäten durch mehrere Anreizanbieter fördern zu lassen, wobei ein angemessenes Anforderungsniveau gesichert und ein Mehraufwand durch unkoordinierte Einzelsysteme vermieden wird. Hierdurch wird die Aufwand-Nutzen-Bilanz so verändert, dass ein größeres Interesse an der systematischen Umsetzung eines betrieblichen Gesundheitsmanagements entsteht.

Die Anreizanbieter können durch die Teilnahme an einem abgestimmten Anreizverbund dazu beitragen, dass sich ein qualitativ hochwertiges betriebliches Gesundheitsmanagement in den Unternehmen stärker verbreitet. Die konsequente und kontinuierliche Auseinandersetzung mit Gesundheitsthemen führt langfristig zur Senkung von Gesundheitskosten und damit auch zu einer angemessenen „Refinanzierung“ des Investment in betriebliche Anreize.

#### 4. Ausblick

Die Ergebnisse des Projektes liefern die Basis für die praktische Erprobung eines Anreizverbundes. Diese ist unumgänglich, um die Wirksamkeit des Konzeptes zu überprüfen. Dazu ist es allerdings erforderlich, dass sich sowohl Anbieter von Anreizen im Gesundheitsbereich als auch Unternehmen für ein solches Vorhaben zur Verfügung stellen, nachdem die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen wurden.

#### 5. Literatur

1. Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) 2009, Für gesunde Arbeitsplätze motivieren – Anreizsysteme für die Verbreitung eines betrieblichen Gesundheitsmanagements wirksam gestalten. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.
2. Bertelsmann Stiftung & Hans-Böckler-Stiftung (Hrsg.) 2004, Zukunftsfähige betriebliche Gesundheitspolitik – Vorschläge der Expertenkommission. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.
3. Clinch, P., Convery, F.J., Fitzgerald, E. & Rooney, S.M. 1999, Economic Instruments for Sustainable Development : Improving the External and Working Environments - Part 1. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
4. Elsler, D. 2008, Europäisches Projekt über wirtschaftliche Anreize zur Förderung der Prävention. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktionsergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 521-524.
5. European Agency for Safety and Health at Work (Hrsg.) 2005, Effectiveness of economic incentives to improve occupational safety and health. Belgium: European Agency for Safety and Health at Work.
6. Kohstall, T. 2007, Qualität in der Prävention – Anreizsysteme als Mittel der Prävention, Die BG, 12, 503.
7. Krüger, W., Heß, D., Müller, P. & Stegemann, K. 2000, Wirtschaftliche Anreize für betriebliche Maßnahmen zur Unfallverhütung und zur Verringerung arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
8. Mayring, P. 2002, Einführung in die qualitative Sozialforschung – Eine Anleitung zu qualitativem Denken. Weinheim: Beltz Verlag.

# Stufen der Veränderungsbereitschaft zur Unterstützung der betrieblichen Gesundheitsförderung bei Führungskräften

Stephan HINRICHS, Barbara WILDE,  
Carolina BAHAMONDES-PAVEZ und Heinz SCHÜPBACH

*Arbeitsgruppe Arbeits- und Organisationspsychologie, Institut für Psychologie,  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Engelbergerstr. 41, D-79106 Freiburg*

**Kurzfassung:** Führungskräfte sind eine wichtige Zielgruppe betrieblicher Gesundheitsförderung. Sowohl verhaltens- als auch verhältnisorientierte Gesundheitsprogramme in Unternehmen können häufig nur gelingen, wenn zumindest die direkt vorgesetzte Führungskraft das Programm für die Mitarbeiter sichtbar und glaubhaft unterstützt. Es gilt demnach durch gezielte Interventionen die Führungskraft für die Unterstützung der betrieblichen Gesundheitsförderung zu gewinnen. In Anlehnung an Stufenmodelle wie das Transtheoretical Model of Behaviour Change (TTM) muss jedoch davon ausgegangen werden, dass auch grundsätzlich Erfolg versprechende Interventionen häufig an falschen Erwartungen und Annahmen über die Zielgruppe scheitern. Effektive Interventionen müssen speziell an die Zielgruppe und die jeweilige Stufe der Veränderungsbereitschaft angepasst sein, damit sie wirksam werden können. In der vorliegenden Studie wurde geprüft, ob Führungskräfte Stufen der Veränderungsbereitschaft zuordenbar sind und ob sich spezifische Zusammenhänge mit Stressoren, Ressourcen und Befinden zeigen.

**Schlüsselwörter:** Führungskräfte, Gesundheit, Stages of Change.

## 1. Einleitung

Der Arbeitsplatz bietet beste Voraussetzungen für eine systematische Förderung der Gesundheit der Mitarbeiter. Zum einen können die Arbeitsbedingungen gesundheitsförderlich oder zumindest schädigungsfrei gestaltet werden (Ulich 2005), zum anderen können Maßnahmen ergriffen werden, die das gesundheitsbewusste und gesundheitsförderliche Verhalten von Mitarbeitern unterstützen und über die eigentliche Arbeitszeit hinaus in weitere Lebensbereiche wirken. Die Möglichkeit zu einer Positiv-Spirale zu mehr Gesundheit und Leistungsfähigkeit ist also gegeben.

Führungskräfte kommt dabei eine erfolgskritische Rolle in der betrieblichen Gesundheitsförderung zu (Schulte & Bamberg 2002). Sie gelten als deren Motor, da sie maßgeblich Einfluss darauf haben, ob und wie Maßnahmen in ihrem Bereich durchgeführt werden. Sowohl verhaltens- als auch verhältnisorientierte Gesundheitsprogramme in Unternehmen können häufig nur gelingen, wenn zumindest die direkt vorgesetzte Führungskraft das Programm für die Mitarbeiter sichtbar und glaubhaft unterstützt (Wilde et al. 2008). Führungskräfte sind daher eine wichtige Zielgruppe betrieblicher Gesundheitsförderungsmaßnahmen. Es gilt demnach durch gezielte Interventionen die Führungskraft für die Unterstützung der betrieblichen Gesundheitsförderung zu gewinnen. In Anlehnung an Stufenmodelle des Gesundheitsverhaltens wie das Transtheoretical Model of Behaviour Change (TTM) (Prochaska & DiClemente 1982) muss jedoch davon ausgegangen werden, dass auch grundsätzlich Erfolg ver-

sprechende Interventionen häufig an falschen Erwartungen und Annahmen über die Zielgruppe scheitern (Weinstein et al. 1998).

## 2. Stages of Change

Stufenmodelle gehen davon aus, dass sich eine Person in einer bestimmten Stufe hinsichtlich ihres spezifischen Gesundheitsverhaltens befindet. Diese Stufen sind qualitativ unterschiedlich und werden sukzessive durchlaufen. Effektive Maßnahmen müssen speziell an die Zielgruppe angepasst sein, damit sie wirksam werden können. Im Stages of Change-Modell des TTM wird von insgesamt fünf Stufen der Veränderungsbereitschaft ausgegangen. Für jede Stufe sind spezifische Maßnahmen wirksam. Auf den betrieblichen Kontext bezogen können diese hierarchisch aufeinander folgenden Stufen wie folgt beschrieben werden:

- Sorglosigkeit („precontemplation“): Die Notwendigkeit, sich in der Präventionsarbeit zu engagieren, wird nicht gesehen. Es besteht keine Intention, sich mit dem Thema zu beschäftigen.
- Bewusstwerden („contemplation“): Die Notwendigkeit der Präventionsarbeit ist bekannt und es wird erwogen, aktiv zu werden.
- Vorbereitung („preparation“): Es werden bereits erste Vorbereitungen zur Veränderung getroffen und konkrete Maßnahmen sind in Kürze geplant.
- Handlung („action“): Konkrete Maßnahmen zur Prävention werden seit einiger Zeit durchgeführt.
- Aufrechterhaltung („maintenance“): Maßnahmen zur Prävention laufen seit längerer Zeit. Ziel ist es, eine kontinuierliche Präventionsarbeit zu etablieren.

Maßnahmen müssen an die Zielgruppe angepasst sein, damit sie wirksam werden können. So müssen beispielsweise Führungskräfte, die keine Gesundheitsgefahren für ihre Mitarbeiter sehen anders angesprochen werden, als Führungskräfte, die Gesundheitsgefahren sehen und etwas dagegen unternehmen möchten. Es ist daher notwendig auch die vorhandenen potentiellen Maßnahmen den Stufen der Veränderungsbereitschaft zuzuordnen. Diese können dann zielgruppenspezifisch eingesetzt werden und die Führungskräfte dabei unterstützen, die nächst höhere Stufe zu erreichen.

In außerbetrieblichen Kontexten hat sich die Maßnahmenableitung auf Grundlage der vorherigen Ermittlung der Stufe der Veränderungsbereitschaft als wirkungsvoll und erfolgreich gezeigt (Prochaska et al. 2008). Stufenangepasste Maßnahmen, die das Individuum zur nächsten Stufe führen, bewirken bei bestimmten Problemstellungen nicht nur eine höhere Teilnehmerquote, sondern letztlich auch eine höhere Erfolgsquote (Keller et al. 2001). Über verschiedene Problembereiche hinweg ergeben sich jedoch uneinheitliche Ergebnisse (bspw. Bridle et al. 2005), die es notwendig erscheinen lassen, die Anwendung des Modells im betrieblichen Kontext systematisch zu prüfen.

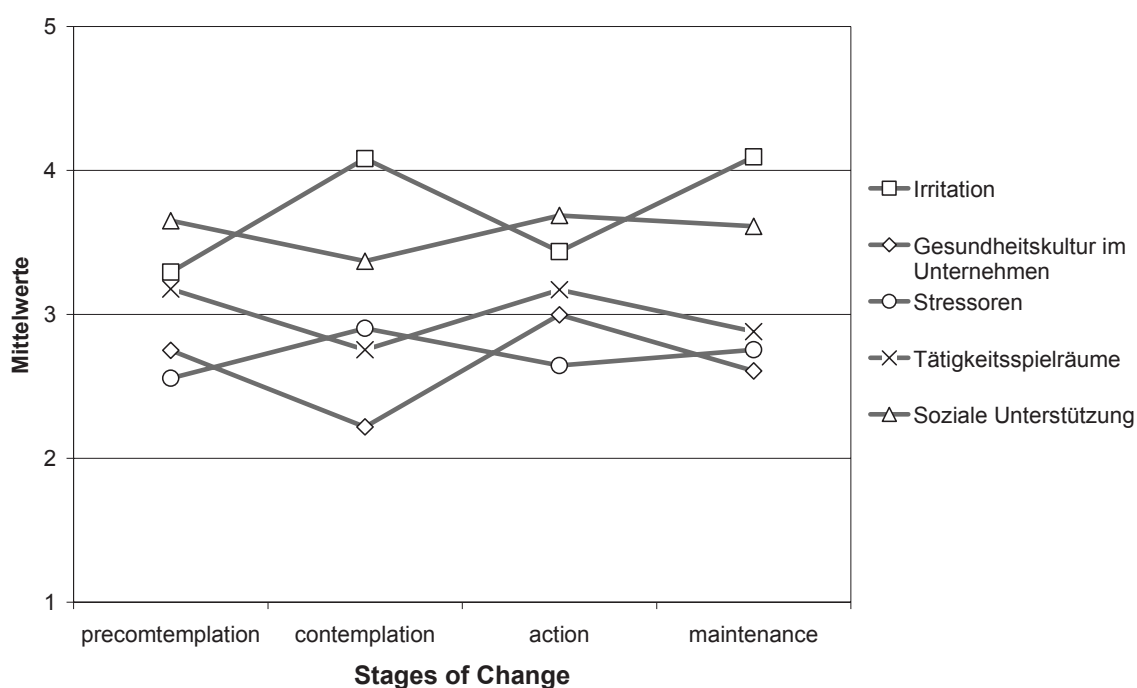
## 3. Fragestellung und Methode

In der vorliegenden Studie sollte geprüft werden, ob Führungskräfte Stufen der Veränderungsbereitschaft zuordenbar sind und ob sich hier spezifische Zusammenhänge mit wahrgenommenen Stressoren, Ressourcen (Tätigkeitsspielräume, soziale Unterstützung) und Befinden sowie der Gesundheitskultur im Unternehmen zeigen. Dafür wurde ein Fragebogen entwickelt, der die vier empirisch am besten bestätigten

Stufen der Veränderungsbereitschaft (precontemplation, contemplation, action, maintenance) für das betriebliche Gesundheitsthema „Gesundheitsgefahren für die Mitarbeiter“ erhebt. Die Stufen wurden mit jeweils zwei Items erhoben. Die Stufen wurden wie folgt operationalisiert: a) In der Stufe precontemplation werden Gesundheitsgefahren für die Mitarbeiter nicht gesehen oder als nicht relevant für Veränderungen wahrgenommen; b) In der Stufe contemplation werden Gesundheitsgefahren wahrgenommen und die Notwendigkeit dagegen etwas zu unternehmen wird gesehen; c) In der Stufe action wird gegen die erkannten Gesundheitsgefahren vorgegangen; d) In der Stufe maintenance wird zusätzlich zur Stufe action die Möglichkeit gesehen, dass das aktive Vorgehen gegen die Gesundheitsgefahren nicht dauerhaft durchgehalten werden kann und daher Unterstützung gewünscht wird. Im Fragebogen wurden zudem die Variablen Gesundheitskultur im Unternehmen, Irritation als Befindensindikator, Stressoren, Tätigkeitsspielräume und soziale Unterstützung erfragt. Führungskräfte (N = 166) von drei Dienstleistungs- und Industrie-Unternehmen wurden befragt.

#### 4. Ergebnisse

Führungskräfte sind den Stufen der Veränderungsbereitschaft zuordenbar: Zum Thema „Gesundheitsgefahren der Mitarbeiter“ ist die Verteilung der Führungskräfte auf die vier erhobenen Stufen wie folgt: 39% befinden sich in der Stufe precontemplation, 26% in der Stufe contemplation, 33% in der Stufe action und 2% in der Stufe maintenance. Betrachtet man die Ergebnisse näher, so zeigt sich, dass sowohl auf Unternehmensebene als auch auf Abteilungsebene Unterschiede in der Verteilung der Stufen zu finden sind. Die Stufen haben einen varianzanalytisch signifikanten Einfluss auf die zudem erhobenen Variablen. Sie zeigen im Zusammenhang mit den Stufen ein auffälliges „Zickzack-Muster“ (s. Abbildung 1): In den Stufen contemplation und maintenance sind die psychische Erschöpfung und die Stressoren relativ



**Abbildung 1:** Stressoren, Ressourcen und Befinden in Abhängigkeit von den Stages of Change

hoch und die Gesundheitskultur, die Tätigkeitsspielräume und die soziale Unterstützung relativ niedrig ausgeprägt.

## 5. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass Führungskräfte auf Grund ihrer Angaben den erhobenen Stufen der Veränderungsbereitschaft zugeordnet werden können. Fasst man die Stufen precontemplation und contemplation zusammen, muss festgestellt werden, dass 65% der Befragten sich bisher nicht gegen Gesundheitsgefahren ihrer Mitarbeiter engagieren. Dies ist ein Hinweis für die Unternehmen, sich aktiv um das Engagement der Führungskräfte für die Gesundheit der Mitarbeiter unter Beachtung der Stufen der Veränderungsbereitschaft zu bemühen. Dabei deuten die Auswertungen nach Unternehmen und Abteilungen darauf hin, dass sich die Verteilung der Führungskräfte auf die Stufen je nach Situations- und Umfeldbedingungen unterscheidet. Dies würde abteilungsspezifische Maßnahmen erforderlich machen. „One size fits all“-Programme würden unter diesen Bedingungen eher scheitern. Die Ergebnisse der zusätzlich erhobenen Daten lassen auf typische wahrgenommene Bedingungen in Abhängigkeit von den Stufen schließen. Diejenigen Führungskräfte in den Stufen contemplation und maintenance haben ungünstigere Werte als diejenigen in den Stufen precontemplation und action. Dies sind Hinweise auf eine genauere Betrachtung der dahinter liegenden Prozesse und Arbeitsbedingungen, um zielgruppenspezifische Maßnahmen weiter zu optimieren.

## 6. Literatur

1. Bridle, C., Riemsma, R.P., Pattenden, J., Sowden, A.J., Mather, L., Watt, I.S. & Walker, A. 2005, Systematic review of the effectiveness of health behavior interventions based on the transtheoretical model, *Psychology & Health*, 20, 283-301.
2. Keller, S., Kaluza, G. & Basler, H.D. (2001). Motivierung zur Verhaltensänderung. prozessorientierte Patientenedukation nach dem Transtheoretischen Modell der Verhaltensänderung, *Psychomed*, 13, 101-111.
3. Prochaska, J.O. & DiClemente, C.C. 1982, Transtheoretical therapy: Toward a more integrative model of therapy, *Psychotherapy: Theory, Research, and Practice*, 19, 267-288.
4. Prochaska, J.O., Wright, J.A. & Velicer, W.F. 2008, Evaluating Theories of Health Behavior Change: A Hierarchy of Criteria Applied to the Transtheoretical Model, *Applied Psychology*, 57, 561-588.
5. Schulte, M. & Bamberg, E. 2002, Ansatzpunkte und Nutzen betrieblicher Gesundheitsförderung aus der Sicht von Führungskräften, Gruppendynamik und Organisationsberatung, 33, 369-384.
6. Ulich, E. 2006, Arbeitspsychologie. Stuttgart: Schäffer-Pöschel.
7. Weinstein, N.D., Rothman, A.J. & Sutton, S.R. 1998, Stage theories of health behavior: Conceptual and methodological issues, *Health Psychology*, 17, 290-299.
8. Wilde, B., Hinrichs, S. & Schüpbach, H. 2008, Der Einfluss von Führungskräften und Kollegen auf die Gesundheit der Beschäftigten – Zwei empirische Untersuchungen in einem Industrieunternehmen, *Wirtschaftspsychologie*, 10, 100-106.

Der Beitrag wurde im Rahmen des Projekts PARGEMA (Partizipatives Gesundheitsmanagement; Projektförderer: BMBF, Projektträger: DLR) verfasst.



## Benchmarking in einem Gesundheitsnetzwerk: Projekt BiG

Veronika BÜCH, Eva-Maria SCHRAUB, Björn MICHAELIS, Ralf STEGMAIER  
und Karlheinz SONNTAG

*Psychologisches Institut, Arbeits-, Betriebs- und Organisationspsychologie,  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Hauptstr. 47-51, D-69117 Heidelberg*

**Kurzfassung:** Im Projekt BiG wurde das Modell eines nachhaltigen Gesundheitsmanagements entwickelt. Darauf aufbauend wurden die enthaltenen Variablen in einem Fragebogen abgebildet und in einer groß angelegten Mitarbeiterbefragung angewendet. Die Ergebnisse ermöglichen es zum Einen, einen Gesundheitsindex zum Vergleich verschiedener Unternehmen hinsichtlich ihres Gesundheitsmanagements zu berechnen. Zum Anderen wird ein Austausch zwischen Unternehmen angeregt, der zur Ableitung von Interventionen im Gesundheitsmanagement führt.

**Schlüsselwörter:** Gesundheitsindex, ökonomischer Erfolg, Best-Practice-Austausch, nachhaltiges Gesundheitsmanagement.

### 1. Einleitung

Die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und die Gesundheit der Mitarbeiter sind eng miteinander verknüpft. Permanenter Wettbewerbsdruck führt zu einer hohen Technologiedynamik, anhaltenden Reorganisationen im Unternehmen, der Flexibilisierung von Beschäftigungsverhältnissen sowie der Auflösung klassischer Berufsbiographien. Folglich müssen die Mitarbeiter ebenso leistungsfähig und -bereit wie anpassungsfähig sein, damit das Unternehmen langfristig wettbewerbsfähig bleiben kann. Voraussetzung für diese hohe Leistungs- und Anpassungsfähigkeit sind die Gesundheit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter. Die demographische Entwicklung verschärft die Bedeutung der Gesundheit für den Erfolg von Unternehmen, da bei älteren Beschäftigten der Faktor Gesundheit noch stärker die Leistungsfähigkeit bestimmt (Bertelsmann- & Hans-Böckler-Stiftung 2004; DaimlerChrysler 2004).

Im Mittelpunkt des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekts BiG steht die Weiterentwicklung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu einem nachhaltigen Gesundheitsmanagement (Benchmarking in einem Gesundheitsnetzwerk, das Projekt BiG wird von der Abteilung Arbeits- und Organisationspsychologie der Universität Heidelberg und der Daimler AG gemeinsam durchgeführt, Projektträger ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Homepage: [www.projekt-big.de](http://www.projekt-big.de)).

### 2. Forschungsanspruch

Ein Ziel des Projekts BiG ist es, Faktoren herauszustellen, die sich auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter auswirken. Weiterhin soll die Bedeutung der Gesundheit für den ökonomischen Erfolg der Unternehmen geklärt werden. Es sollen außerdem Interventionen abgeleitet werden, die an den wichtigen Faktoren



ansetzen, die Schwächen des betrieblichen Gesundheitsmanagements beheben und damit sowohl die Gesundheit als auch die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter verbessern und letztendlich auch den ökonomischen Erfolg steigern (Schraub et al. 2008).

Das übergeordnete Ziel stellen folglich die Abbildung und Gestaltung eines nachhaltigen Gesundheitsmanagements sowie die Auswirkungen des Gesundheitsmanagements auf die Arbeitsfähigkeit der Beschäftigten und die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen dar.

### **3. Vorgehen**

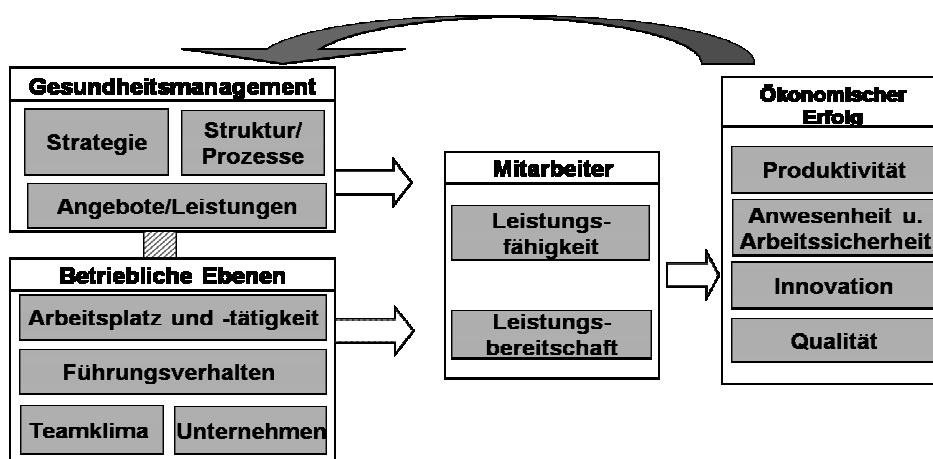
Grundlage des Projekts stellt ein Modell des nachhaltigen Gesundheitsmanagements dar, das anhand von Forschungsergebnissen aus verschiedenen Quellen (wissenschaftliche Veröffentlichungen, Projektergebnisse aus BMBF-Studien und Erfahrungen des Projektpartners Daimler AG) abgeleitet wurde. Messbar wurde das Modell durch einen validierten Fragebogen, der die Modellvariablen in einem Gesundheitsindex abbildet. Der Gesundheitsindex soll als anschauliche und unternehmensübergreifend vergleichbare Kennzahl zur Beschreibung eines nachhaltigen Gesundheitsmanagements dienen. Der Fragebogen wurde in fünf Kooperationsunternehmen verschiedener Branchen von fast 2000 Mitarbeitern sowie ca. 100 Gesundheitsexperten ausgefüllt. Für den Erfahrungsaustausch und die Ableitung der Maßnahmen wurden nach dem ersten Messzeitpunkt sowohl bei der Daimler AG als auch bei den Kooperationsfirmen der Gesundheitsindex bestimmt und ein Benchmarking-Workshop durchgeführt. Im Workshop wurden, neben der Vorstellung des Gesundheitsmanagements der beteiligten Unternehmen, die Befragungsergebnisse im Vergleich dargestellt und Schwächen und Stärken diskutiert. Die Unternehmensvertreter stellten weiterhin zu einer ausgewählten Stärke ihres Unternehmens die Maßnahmen vor, die zu diesem Status geführt hatten. Durch den Austausch unter den Unternehmen wurde das Lernen voneinander im Sinne des Best-Practice-Ansatzes explizit gefördert.

Das Projekt BiG ist als Längsschnittstudie mit zwei Messzeitpunkten angelegt. Zwischen den beiden Messzeitpunkten werden Interventionen, die im Best-Practice-Austausch abgeleitet wurden, in den Unternehmen ein- und durchgeführt. Der Erfolg der Interventionen kann im zweiten Messzeitpunkt überprüft werden. Durch die Bestimmung der Effekte des Gesundheitsindex auf den ökonomischen Erfolg kann der Nutzen eines nachhaltigen Gesundheitsmanagements und somit auch der Nutzen von Investitionen in gesundheitsfördernde Maßnahmen dargestellt werden.

Den Abschluss des Projekts stellt die Aufbereitung und Präsentation der Ergebnisse dar.

### **4. Modell des nachhaltigen Gesundheitsmanagements**

Der bisherige Forschungsstand kann keine ganzheitliche Modelldarstellung der gesundheitsrelevanten Faktoren und ihrer Zusammenhänge zum ökonomischen Erfolg aufweisen. Das im Projekt BiG entwickelte Modell versucht, diesem Anspruch gerecht zu werden. Es sind Variablen enthalten (s. Abbildung 1), die über die übliche Charakterisierung des Gesundheitsmanagements hinausgehen (vgl. Sonntag & Spellenberg 2005; Sonntag et al. 2001; Ulich & Wülser 2005).



**Abbildung 1:** Modell eines nachhaltigen Gesundheitsmanagements

## 5. Ergebnisse des Best-Practice-Austausches

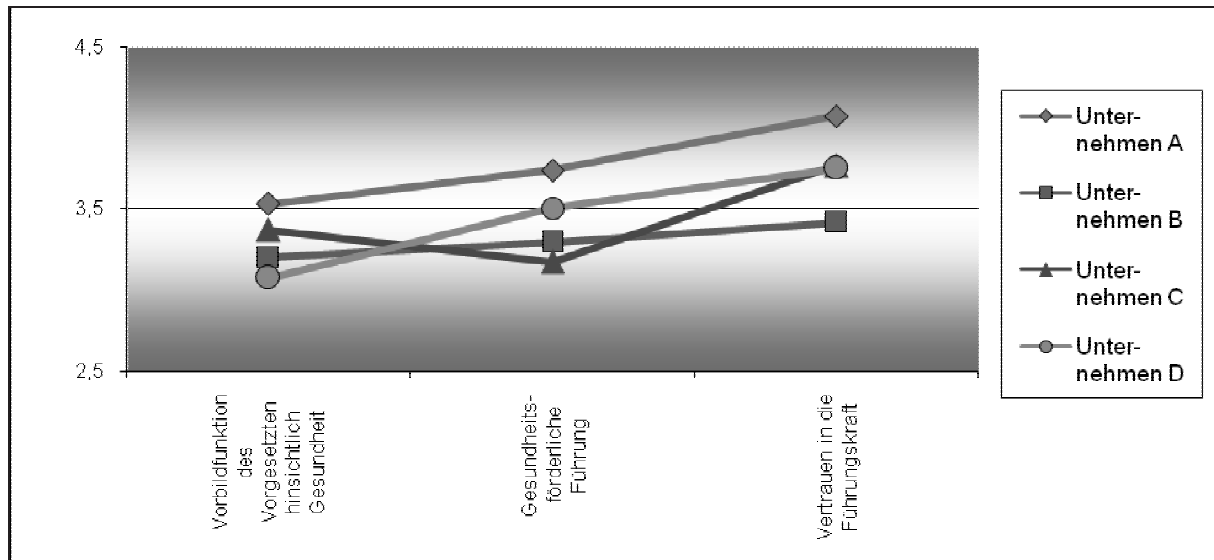
Im Best-Practice-Austausch der Unternehmen zeigte sich, dass die Unternehmen Qualitäten in verschiedenen Kategorien (wie z.B. Vertrauen in die Führungskraft, Teamklima) aufweisen.

Im Unternehmen A ist das Vertrauen in die Führungskraft besonders hoch ausgeprägt. In Abbildung 2 ist dies beispielhaft dargestellt (auch für die anderen Variablen liegen ähnliche Diagramme vor). Um dieses Vertrauen aufzubauen und aufrechtzuerhalten setzt das Unternehmen sein Augenmerk auf die persönliche Ansprache der Mitarbeiter durch die Führungskraft, die aktive Vorbildfunktion der Führungskraft, eine frühe Kontaktierung neuer Mitarbeiter und die aktive Begleitung der Azubis und Mitarbeiter. Ebenso zeigte sich, dass das Unternehmen Nachwuchsführungskräfte aus den eigenen Reihen fördert, wodurch zum Einen ein starkes Unternehmenszugehörigkeitsgefühl entsteht und auch das Vertrauen in die Führung gestärkt wird.

Unternehmen B zeichnet sich durch die hohe Kenntnis der Angebote des Betrieblichen Gesundheitsmanagements bei den Mitarbeitern aus. Dies wird gewährleistet, indem das Gesundheitsmanagement integraler Bestandteil des Führungsprozesses ist und die Bedarfe und Maßnahmen transparent sind. Überdies erfolgt die Kommunikation des Gesundheitsmanagements über interne Medien, z.B. in Veranstaltungen. Ebenso wird darauf geachtet, dass die Kommunikation der Angebote auf die Bedürfnisse der Mitarbeiter zugeschnitten ist, d.h. sie ist kurz, einfach, klar, ehrlich und bedarfsorientiert.

Die hohe Förderung der Partizipation bei Entscheidungen von Seiten der Mitarbeiter ist in Unternehmen C durch die geringen Führungsspannen, die Mitgestaltung der Einsatzplanung und die hohe Flexibilität sicher gestellt.

Unternehmen D überzeugt durch ein hervorragendes Teamklima, das durch die drei Faktoren Information, Motivation und Qualifizierung positiv beeinflusst wird. Die Mitarbeiter werden umfassend und rechtzeitig mittels Datenbank, Magazinen und Newslettern informiert. Motiviert werden die Mitarbeiter durch verschiedene Anreizsysteme, wie z.B. Umsatzbeteiligung und Verkaufswettbewerbe. Unternehmen D bietet seinen Mitarbeitern die Möglichkeit, sich bedarfsgerecht und gezielt in Seminaren, Kompetenzgesprächen und fachspezifischen Trainings weiterzubilden. Das Zusammenspiel dieser drei Faktoren ist verantwortlich für das gute Teamklima in diesem Unternehmen.



**Abbildung 2:** Vergleich der Unternehmen hinsichtlich gesundheitsrelevanter Führungsvariablen

## 6. Beispiele für Interventionen

Wie bereits erwähnt, sind aus den Befragungsergebnissen Interventionen abgeleitet worden, die das Gesundheitsmanagement und somit die Gesundheit der Mitarbeiter verbessern sollen. Als Beispiele für mögliche Interventionen kann die Schulung „Die Führungskraft als Gesundheitscoach“ zur Verbesserung des Führungsverhaltens genannt werden. In der Schulung werden in interaktiver Form Themen wie (Arbeits-) Sicherheitsklima, Kommunikation von Gesundheitsthemen und die Führungskraft als Vorbild etc. behandelt. Die Schulung dient neben der konkreten Wirkung (Verbesserung des Führungsverhaltens) auch einer Sensibilisierung für die entsprechenden Themen. Die Intervention wird durchgeführt und daraufhin evaluiert.

## 7. Literatur

1. Bertelsmann Stiftung & Hans-Böckler-Stiftung (Hrsg.) 2004, Zukunftsfähige betriebliche Gesundheitspolitik, Vorschläge der Expertenkommission. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
2. DaimlerChrysler 2004, Internationales Forum Aging Workforce – wettbewerbsfähig im demografischen Wandel, Tagungsband.
3. Schraub, E.M., Stegmaier, R., Sonntag, Kh., Büch, V., Michaelis, B. & Spellenberg, U. 2008, Bestimmung des ökonomischen Nutzens eines ganzheitlichen Gesundheitsmanagements. In: B. Badura, H. Schröder & C. Vetter (Hrsg.), Fehlzeiten- Report 2008: Betriebliches Gesundheitsmanagement: Kosten und Nutzen. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 101-110.
4. Sonntag, Kh., Benz, D., Edelmann, M. & Kipfmüller, K. 2001, Gesundheit, Arbeitssicherheit und Motivation bei innerbetrieblichen Restrukturierungen. In: M. Kastner, K. Kipfmüller & W. Quaas (Hrsg.), Gesundheit und Sicherheit in Arbeits- und Organisationsformen der Zukunft. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 329-399.
5. Sonntag, Kh. & Spellenberg, U. 2005, Erfolgreich durch Veränderungen – Veränderungen erfolgreich managen, Abschlussbericht Projekt SERO. Stuttgart: IPA-Verlag.
6. Ulich, E. & Wülser, M. 2005, Gesundheitsmanagement in Unternehmen: Arbeitspsychologische. Wiesbaden: Gabler Verlag.

# proLIFE – Medizinisches Dienstleistungssystem

Sabine KRAUSE und Birgit SPANNER-ULMER

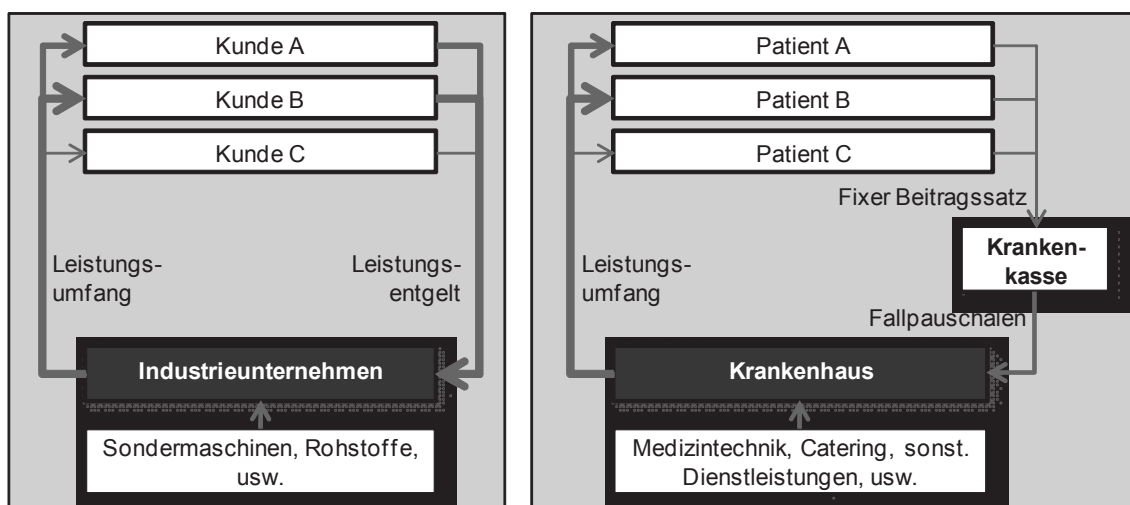
*Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, TU Chemnitz,  
Professur Arbeitswissenschaft,  
Erfenschlager Strasse 73, D-09125 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Die Krankenhäuser in Deutschland stehen zunehmend unter Rationalisierungsdruck. Somit wird die Forderung zur Ausschöpfung der eigenen Ressourcen immer größer, d.h. es muss die Leistungsfähigkeit aller Bereiche, unter Berücksichtigung der Verbesserung der Arbeitsbedingungen, durch gezielte Maßnahmen gesteigert werden. Dafür sollen Ansätze zur Übertragung industrieller Methoden aus sogenannten Produktionssystemen entwickelt werden. Der Beitrag erläutert die Vorgehensweise in einem Pilotbereich.

**Schlüsselwörter:** Produktionssystem, Prozessoptimierung, medizinische Versorgung, KVP.

## 1. Einleitung

Die gegenwärtige Situation der Krankenhäuser ist gekennzeichnet durch steigende Patientenerwartungen, steigenden Kostendruck (Fallpauschalen), komplexere Medizintechnik, kürzere Behandlungszeiten und damit immer anspruchsvollere Leistungen, die durch das medizinische Personal zu erfüllen sind. Die Krankenhäuser stehen mittlerweile unter dem Druck als vielseitig ausgerichtetes Gesundheitszentrum für alle kranken Patienten auf höchstem Niveau zu agieren und gleichzeitig die Rolle eines „erfolgreichen wirtschaftlichen Unternehmens“ zu erfüllen (Rüegg-Stürm 2007). Dies erfordert langfristig wirksame Strategien. Allerdings muss beachtet werden, dass die Kunden-/Lieferantenbeziehungen eines Krankenhauses anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegen als Unternehmen in der freien Marktwirtschaft (Greiling 2006). Die Abbildung 1 zeigt den Leistungskreislauf.



**Abbildung 1:** Industrieunternehmen versus Krankenhauses

In einem Industrieunternehmen werden die Leistungen bezahlt (Preis), die am

Produkt erbracht werden. Im Vergleich dazu steht das Krankenhaus in einer Dreiecksbeziehung zwischen Patient und Krankenkasse und bekommt für seine Leistungen Fallpauschalen gezahlt. Das Krankenhaus soll unabhängig vom persönlichen Status des Patienten alle qualitativ hochwertig versorgen. Der Versorgungsprozess ist für alle Beteiligten dann qualitativ hochwertig, wenn dem Patient in angemessener Zeit (Patientensicht, Krankenhaussicht, Krankenkassensicht), zu angemessenen Kosten (Krankenhaus- und Krankenkassensicht) und in angemessener Weise (Patientensicht) geholfen werden kann. Aus Krankenhaussicht müssen somit Doppeluntersuchungen, unnötige Liegetage, Terminverschiebungen usw. auf ein Mindestmaß reduziert werden. Weiterhin muss die Kommunikation zwischen den Ärzten und dem Pflegepersonal verbessert werden (Sisignano 2001).

Die deutsche Industrie, insbesondere die Automobilindustrie war vor einigen Jahren in einer ähnlichen Situation. Sie musste in kurzer Zeit ihre Gesamtsituation gegenüber dem Kunden durch geeignete Maßnahmen verbessern. Darauf wurde mit der Entwicklung und Einführung von sogenannten „Produktionssystemen“ unter Einbindung wissenschaftlicher Methoden, wie z.B. Problemlösemethoden reagiert. Seitdem konnte bislang ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess realisiert werden. Die Ziele sind Qualitätssteigerung, Kostenreduzierung, Standardisierung sowie Verbesserung der Arbeitsbedingungen. Ein „Transfer“ der Erfahrungen aus der Industrie, mit entsprechend der Situation angemessenen Modifikationen, soll die Krankenhäuser dazu befähigen auf den derzeitigen Druck zu reagieren. Das Krankenhaus wird nunmehr zum Dienstleistungsunternehmen, welches seine Prozesse permanent überdenken und optimieren muss.

## 2. Transferansatz

Der Kernpunkt eines Produktionssystems im Industriebereich ist das Konzept zur Reduzierung von Verschwendung und die Konzentration der Produktion auf rein wertschöpfende Tätigkeiten. Elemente von Produktionssystemen sind beispielsweise kontinuierliche Verbesserung (KVP), Standardisierung von Abläufen oder Problemlösetechniken. Dazu existieren eine Vielzahl von Methoden, wie Ordnung und Sauberkeit (5S), Kanban oder Methoden zur Fehlervermeidung (Poka Yoke), um im Unternehmen die Prozess- und Arbeitsorganisation zu optimieren (Syska 2006). Ein weiteres Element ist beispielsweise das sogenannte „Just-in-Time“. Eine Produktions- und Logistikstrategie, die es ermöglicht, Güter zur richtigen Zeit in der richtigen Menge an den richtigen Ort zu liefern.

Um die Methoden eines Produktionssystems auf eine andere Branche zu übertragen, müssen die Rahmenbedingungen und die Systemeigenschaften verglichen werden. In Tabelle 1 ist auszugsweise ein solcher Vergleich dargestellt.

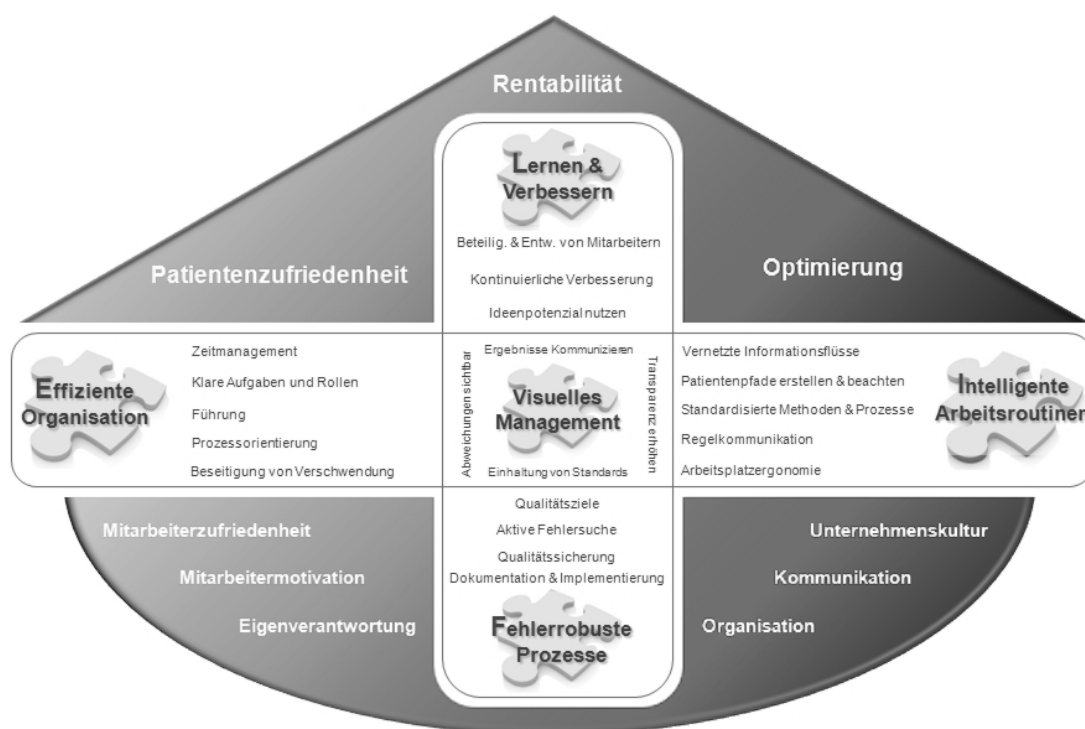
**Tabelle 1:** Vergleich der Systemeigenschaften

	<b>Industrielles Produktionssystem</b>	<b>Medizinisches Dienstleistungssystem</b>
Betrachtungsgegenstand	Prozesse/Abläufe	Prozesse/Abläufe
Arbeitsgegenstand	Produkt	Mensch
Prozessbeteiligte	Mitarbeiter-Maschinen	Patient-Mitarbeiter-Maschinen
Qualifikationsbreite	von angelernt bis Facharbeiter	medizinisch qualifiziertes Personal
Physische Belastung	mittel bis hoch	eher hoch
Psychische Belastung	gering bis mittel	mittel bis hoch

Aus der Gegenüberstellung der Systemeigenschaften leitet sich ab, dass bestimmte vorhandene Methoden (z.B. Optimierung der Prozesse und Abläufe) mit geringer Modifikation übertragbar sind. Allerdings sind für die medizinischen Branche zusätzlich spezifische Lösungen notwendig, die die Systemunterschiede berücksichtigen. Egal welche Methoden übertragbar sind oder neu erarbeitet werden müssen, die Hauptsache ist dass alle Beteiligten den Willen zum Umdenken und zur Veränderung beitragen.

### 3. Vorgehensweise

Im September 2008 wurde ein Kooperationsprojekt zwischen der Klinikum Chemnitz gGmbH und der Professur Arbeitswissenschaft der TU Chemnitz gestartet, in dem ein speziell für das Klinikum entwickeltes „Medizinisches Dienstleistungssystemkonzept“ mit dem Namen „proLIFE“ eingeführt werden soll (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Konzept Medizinisches Dienstleistungssystem „proLIFE“

An der Spitze des gemeinsam erarbeiteten Konzeptes stehen Patientenzufriedenheit, Rentabilität und Optimierung (=pro). Die Dimensionen „Lernen & Verbessern“, „Intelligente Arbeitsroutinen“, „Fehlerrobuste Prozesse“, „Effiziente Organisation“ (=LIFE) bilden sich aus den identifizierten Handlungsfeldern des Klinikums. Jede Dimension wiederum umfasst eine Reihe von Prinzipien und Methoden, um die gesteckten Ziele zu erfüllen. Alle Dimensionen werden durch ein „Visuelles Management“ miteinander verbunden.

Für das Forschungsvorhaben wurde eine Pilotklinik, Klinik für Neurochirurgie, ausgewählt, in der nach intensiver Analyse der Handlungsfelder der Transfer eingeleitet wird. Es gilt nun die einzelnen Dimensionen mit „Leben“ zu füllen. Dabei ist es von enormer Wichtigkeit, die Mitarbeiter zu Betroffenen zu machen und frühzeitig mit ins Boot zu holen. So sind derzeit Workshops geplant, in denen Ärzte und Pflegeper-



sonal an einen Tisch geholt werden, um Ideen für Verbesserungen zu sammeln. Diese Workshops sind der erste Schritt in die Richtung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Die Klinikleitung ist aktiv daran beteiligt, die Mitarbeiter zu Veränderungen zu animieren und das Vorgehen zu erklären. In der nächsten Zeit werden eine Vielzahl von Maßnahmen getroffen, um eine effiziente Einführung zu gewährleisten. Insbesondere die Unternehmenskultur ist als Führungsinstrument von großer Bedeutung. Dazu gehört auch eine gut funktionierende Kommunikationskultur, die in der Klinik belebt werden soll. So bedeutet die Schaffung von Transparenz durch klare Ziele und Aufgaben eine bessere Orientierung (Schreyögg 1996).

Oft wissen Ärzte oder Pflegekräfte für die existierenden Probleme bereits eine Lösung. Jedoch fehlen ihnen für die Umsetzung ihrer Vorschläge die notwendigen Methoden. Diese sollen im Laufe des Forschungsvorhabens erarbeitet und nach und nach im Dienstleistungssystem verankert werden. Ziel ist es langfristig die Methoden in der tägliche Routine einzusetzen. Nach Abschluss der Aktivitäten in der Pilotklinik sollen die Ergebnisse auf andere Kliniken der Klinikum Chemnitz gGmbH übertragen werden.

#### **4. Ausblick**

In den nächsten zwei Jahren werden die Probleme der Klinikum Chemnitz gGmbH mit Hilfe arbeitswissenschaftlicher und arbeitsorganisatorischer Ansätze strukturiert bearbeitet. Daraus abgeleitete Maßnahmen sollen zur Steigerung der Qualität, zur Kostenreduzierung und der Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Klinikum Chemnitz führen. Die Mitarbeiter des Klinikums werden aktiv an den Inhalten des „proLIFE“ mitwirken und somit die Implementierung positiv beeinflussen. Weiterhin soll ein Erfahrungsbericht zeigen, wie vorhandene Lösungen aus der Industrie auf den medizinischen Bereich übertragen und zusätzlich neue Lösungen gefunden werden können.

Langfristig soll die Umsetzung des Medizinischen Dienstleistungssystems „proLIFE“ zu einer nachhaltigen Entwicklung der Gesundheitsregion zu einem attraktiven und leistungsfähigen Netzwerk von Ärzten, Krankenhäusern, Pflegeeinrichtungen und Dienstleistern mit einer gewissen regionalen Nähe führen.

#### **5. Literatur**

1. Greiling, M. 2006, Pfade zu effizienten Prozessen. Prozessgestaltung im Krankenhaus. Kulmbach: Baumann Fachverlage GmbH & CO. KG.
2. Rüegg-Stürm, J. 2007, Krankenhäuser unter Druck, Ärzteblatt, 104(50), A3464-7
3. Schreyögg, G. 1996, Organisation. Grundlagen moderner Organisationsgestaltung. Wiesbaden: Gabler.
4. Sisignano, A. 2001, Kommunikationsmanagement im Krankenhaus. Kriftel: Luchterhand.
5. Syska, A. 2006, Produktionsmanagement. Das A-Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. Wiesbaden: Gabler.

# Entwicklung integrativer Präventionsansätze am Beispiel von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie

Gabriele WINTER, Karlheinz SCHAUB, Ralph BRUDER und Kurt LANDAU

*Institut für Arbeitswissenschaft Darmstadt, Technische Universität Darmstadt,  
Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** Die hier vorgestellten Modelle und Konzepte bilden das methodische Fundament zur Umsetzung eines präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutzes. Hierauf aufbauend lassen sich Screening-Verfahren zur Gefährdungsanalyse körperlicher Arbeit in der Montage ableiten, die sich zur Identifikation von ergonomischen Schwachstellen eignen. Damit die produkt- und produktionsspezifischen Interventionspotenziale bereits in der Entwicklungs- und Planungsphase erfasst und gestaltet werden können, werden ergonomische Risikoanalysen innerhalb der verschiedenen Prozessphasen entlang der Wertschöpfungskette als Ergonomieprozess implementiert.

**Schlüsselwörter:** Montage, Prävention, Gefährdungsanalyse, Interventionspotenziale.

## 1. Einleitung

Ein wesentliches Ziel ist es, die nach dem heutigen Kenntnisstand nachweislichen Defizite zur Montagegestaltung eindeutig zu identifizieren, so dass sowohl eine Prävention von arbeitsbezogenen Erkrankungen erfolgen, als auch der ökonomischer Ertrag der Arbeitsprozesse gesteigert werden kann. Ein Modell zur Prävention baut im Wesentlichen auf einer Auswahl von adäquaten Indikatoren auf, die primär aus der Charakteristik des Arbeitsprozesses abgeleitet werden können. Präventive Maßnahmen am Arbeitsplatz zielen auf die Verhütung / Verminderung von arbeitsbezogenen Beschwerden und Erkrankungen ab. Vorrangiges Ziel ist hierbei, möglichst früh Gestaltungspotenziale zu erkennen und diese umzusetzen. Dementsprechend fordern betriebliche Entscheidungsträger eindeutige Aussagen über Prioritäten bei den erforderlichen Umgestaltungen und evidente Entscheidungsgrundlagen für anstehende Investitionen (vgl. Landau et al. 2004).

Innerhalb der Automobilmontage ist aufgrund der geforderten Flexibilität und Variantenvielfalt der Automatisierungsgrad gering; der Personaleinsatz jedoch, in der ein erheblicher Anteil der Wertschöpfung stattfindet, besonders intensiv. Daher werden Instrumente zur Bewertung und Steuerung des Mitarbeitereinsatzes sowie zur Produktionsplanung hier besonders benötigt. Anhand ausgewählter Fallstudien zeigt sich, dass durch die Integration eines Ergonomieprozesses in das Produktionssystem bislang verdeckte Interventionspotenziale bereits in der Produktentwicklung festgestellt werden.

## 2. Methode

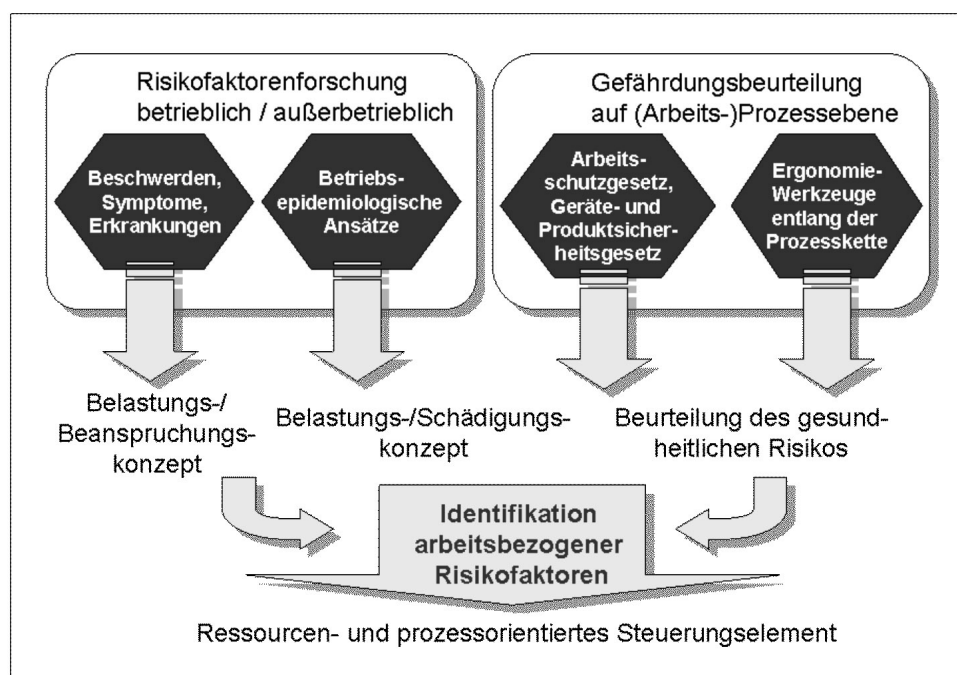
Innerhalb der Fahrzeugmontage sind zahlreiche Tätigkeiten mit körperlichen Belastungen durch beanspruchende Körperhaltungen, das Ausüben von Aktionskräften,

das Handhaben von Lasten sowie hoher Wiederholungsfrequenz (Finger-Hand-Arm-Systems) verbunden. Muskulo-skelettale Beschwerden und Erkrankungen stehen daher immer noch an der Spitze der Arbeitsunfähigkeit. Um hierzu effektive Interventionen durchführen zu können, bedarf es der Ermittlung von arbeitsbezogenen Risikoindikatoren.

Neben den arbeitsmedizinischen Abteilungen der Unternehmen sind es vor allem die Krankenkassen, Berufsgenossenschaften oder Institutionen wie z.B. die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, welche Forschungen zur Identifikation relevanter Risikofaktoren innerhalb der Betriebe initiieren oder beauftragen. Ziel ist es hierbei, arbeitsbezogene Ursachen für mögliche Beschwerden und Erkrankungen aufzudecken, um letztendlich im Sinne der Prävention beratend zu wirken. Einen rechtlichen Rahmen für das Vorsorgekonzept bilden u.a. das Siebte Buch Sozialgesetzbuch (SGB VII), das Arbeitssicherheits- und Arbeitsschutzgesetz sowie die Lastenhandhabungsverordnung. Ebenfalls wird nach dem SGB IX gefordert, dass im Rahmen von Präventions- und Rehabilitationsprogrammen eine systematische Analyse (z.B. Frühindikatoren, Risikogruppen) durchgeführt wird.

## 2.1 Modellansatz

Innerhalb der Unternehmen sind verlässliche Prognosen über die ursächlichen Zusammenhänge zwischen arbeitsbedingten Erkrankungen und Arbeitsanforderungen aufgrund der erhöhten Mobilität zwischen Berufen und aufgrund möglicher Verschädigung nur teilweise möglich. So gibt es zu ausgewählten Problembereichen wissenschaftlich abgesicherte Studien, die z.B. die Entstehung von Skelett und Muskelerkrankungen in Verbindung mit rückenschädigenden Organisationsabläufen und Verhaltensauffälligkeiten aufzeigen (vgl. Badura 2000, Kowalski 2000). Daher ist es sinnvoll, eine Zuordnung von Belastungen zu medizinischen Befunden - nicht nur für Betriebsbereiche oder für Betriebe, sondern auch über die Betriebsgrenzen hinaus zu ermitteln.



**Abbildung 1:** Übersicht zu bestehenden Konzepten und Modellen - Ansätze für eine betriebliche Prävention von muskulo-skelettalen Erkrankungen

Eine erste Möglichkeit ist die Entwicklung eines Indikatorensystems, so dass mögliche Kausalitäten zwischen der beruflichen Tätigkeit und den körperlichen Beschwerden bzw. Erkrankungen im Sinne einer betriebsbezogenen Mikro-Epidemiologie ermittelt werden können. Parallel hierzu wird eine Gefährdungsbeurteilung auf der Basis des Arbeitsschutzgesetzes sowie des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes durchgeführt. Die hierauf aufbauenden Ergonomie-Werkzeuge wie zum Beispiel Automotive Assembly Worksheet (AAWS) oder DesignCheck (vgl. Schaub et al. 2004; Winter et al. 1999) werden zur Gefährdungsbeurteilung in verschiedenen Phasen des Produktentstehungsprozesses (PEP) eingesetzt. Auf der Basis des hier skizzierten Konzeptes (vgl. Abbildung 1) werden somit alle relevanten Risikofaktoren ermittelt, die grundsätzlich mit dem Arbeitsprozess in Verbindung stehen. Es lassen sich nun gezielt Interventionspotenziale ableiten, die wiederum nach dem oben beschriebenen Vorgehen beurteilt werden. Hieraus lässt sich nun ein Steuerungsinstrument (mit Rückführung) entwickeln, mit dem die Bedingungen der Mitarbeiter sowie die Ressourcen und Prozessabläufe im Planungsstadium gestaltet und evaluiert werden.

## 2.2 Anwendung

Der hierdurch aufgebaute „Evaluationsregelkreis“ zur Bewertung der Montageprozesse wird im Rahmen unterschiedlicher Entwicklungs- und Planungsstufen von den betrieblichen Akteuren bereichsübergreifend angewendet. In der Prototypenphase zeigt sich der Nutzen einer konzeptiven Ergonomie, da in diesem Stadium die Montierbarkeit des Produktes erstmalig in der Technologiestufe unter nahezu realen Bedingungen getestet wird. Allerdings sollten spätestens jetzt die letzten ergonomischen Optimierungen durchgeführt werden, da in dieser Stufe die erforderlichen Produkt- und Prozessänderungen noch relativ kostenneutral gegenüber der Produktionsphase sind. Innerhalb der verschiedenen Fallstudien (mit ca. 400 Stationen) wurden ergonomiebezogene Interventionspotenziale zur Verhaltens- und Verhältnisprävention abgeleitet.

## 3. Ergebnisse

Nachfolgend werden einige der ergonomisch begründeten Maßnahmen zur Belastungsreduzierung beispielhaft aufgeführt:

Vorwiegend Technik/Technologie sowie produktseitig: Konstruktive Neugestaltung von Bauteilen (z.B. Schwellerblende, Frontdeckel), teilautomatisches Fügen von Schraubarbeiten am Unterboden (z.B. Tankpratze, Achsschrauben), höhenverstell- und drehbare Karossträger, Modulbauweise (insbesondere für Bauteile im Mittelbereich der Karosse), Verlängerung von Werkzeughebeln (Spezialwerkzeuge), Mitfahrpodeste, Reduktion von Kabelkanälen an erschwert zugänglichen Stellen, Reduktion von Fügekräften beim Clipsen, Einsatz von Drehclipsen.

Vorwiegend organisations- und ablaufbezogen: Rotation mit gezielten Belastungswechseln (z.B. Körperhaltungswechsel), Arbeitsvorgänge mit körperlich belastungsarmen Tätigkeiten ergänzen (z.B. Qualitätsprüfungen), Arbeitsablauf hinsichtlich der physischen Belastung austakten, Versetzen von Arbeitsvorgängen (Arbeitshöhe optimieren), Materialfluss und Bereitstellung anpassen (Bauteile auf einer ergonomisch günstigen Arbeitsebene).

Vorwiegend verhaltensbezogen: Sachgerechte Anwendung und Instandhaltung

der bereitgestellten Betriebsmitteln (z.B. Hebehilfen, Werkzeuge und Balancer), Training von Arbeitsgängen (links- und rechtsseitiges Arbeiten, Montagetätigkeiten unabhängig von Händigkeit), eindeutige Arbeitsanweisungen und ergonomische Hinweise.

Das Zusammenführen der Risikofaktorenforschung mit den Instrumenten der Gefährdungsanalyse bewirkt eine gezielte Bestimmung von arbeitsbezogenen Risikofaktoren. Hierdurch können ergonomisch begründete Interventionen ermittelt und durchgeführt werden. Im Kontext einer konzeptiven Produkt- und Arbeitsprozessgestaltung werden die Ergonomie-Werkzeuge in den verschiedenen Phasen der Wertschöpfungskette angewendet. Hierdurch erhalten die Entwickler und Planer eine Entscheidungshilfe im PEP bereits in frühen Projektphasen. Weitere Vorteile sind: Erkennen und Bewerten von körperlichen Belastungen, die möglicherweise ein Gesundheitsrisiko bergen; Bewertung unterschiedlicher Fertigungsprozesse und Identifikation des ergonomischen Verbesserungspotenzials; Ergonomisch optimierte Prozesse führen zu einer Reduzierung der Montagezeiten, Materialeinsparung und Mitarbeiterbelastung; Stabilität der Prozessabläufe.

Inzwischen sind die Screening-Verfahren AAWS und DesignCheck auch in den Planungs- und Entwicklungsprozess weiterer Unternehmen übertragen worden (vgl. Bogus & Dorn 2008). Mit dem Transfer und der Anwendung der Verfahren im Produktentstehungsprozess verbreitet sich folglich ein nachhaltiger Ergonomieprozess, so dass ein präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz sich langfristig etablieren kann.

#### 4. Literatur

1. Badura, B., Litsch, M. & Vetter, C. 2000, Fehlzeiten-Report 2000: Zukünftige Arbeitswelten. Gesundheitsschutz und Gesundheitsmanagement. Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft. Berlin: Springer.
2. Bogus, Th. & Dorn, R. 2008: Arbeitswissenschaftliche Methoden im Planungs- und Fertigungsprozess. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktionsergonomie für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 297-300.
3. Kowalski, H. 2000, Erfolgsfaktoren „gesunder“ Betriebe. In: B. Badura, M. Litsch & C. Vetter (Hrsg.), Fehlzeiten-Report 2000: Zukünftige Arbeitswelten. Gesundheitsschutz und Gesundheitsmanagement. Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft. Berlin: Springer.
4. Landau, K., Schaub, K. & Huetmann, K. 2004, Die Wissenschaft und Praxis eng verzahnt: die Entwicklung des NPW bei der Adam Opel AG: New Production Worksheet. In: Kongress Arbeit und Organisation: Kongress für Arbeit und Organisation, 13 – 14 Mai 2004. Berlin.
5. Schaub, Kh. 2004, Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: K. Landau (Hrsg.), Montageprozesse Gestalten. Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. Stuttgart: Ergonomia, 91-111.
6. Winter, G., Schaub, Kh., Landau, K., Großmann, K. & Laun, G. 1999, DESIGN-CHECK – ein Werkzeug zur ergonomischen Bewertung von körperlicher Arbeit bei Montagetätigkeiten, Angewandte Arbeitswissenschaft, Zeitschrift für die Unternehmenspraxis, 160, 16 – 35.



# Minderung negativer Langzeitwirkungen bei sitzenden Arbeitstätigkeiten durch Vigilanz- und Konditionserkennung mit diskomfortbasierter Bewegungsstimulation

Torsten HAUBERT, Holger UNGER und Birgit SPANNER-ULMER

*Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme,  
Professur Arbeitswissenschaft, Technische Universität Chemnitz,  
Erfenschlager Straße 73, D-09125 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Bei Arbeitstätigkeiten im Sitzen befindet sich der Mensch in einer Zwangshaltung. Im Vergleich zum Gehen oder Stehen ist hier die Belastung der Wirbelsäule deutlich höher. Statische Langzeitbelastung und Monotonie können zu subjektivem Schmerzempfinden sowie einem beschleunigten Abbau der Kondition führen. Dieser ist als Rückgang der Leistungsfähigkeit messbar. Der Beitrag beschäftigt sich mit der Entwicklung und ersten Ergebnissen eines Verfahrens, dass negativen körperlichen Auswirkungen sitztätigkeitsbasierter Arbeiten entgegenwirken soll. Dies geschieht durch die Integration einer aktiven Vigilanz- und Konditionserkennung in Sitze, gekoppelt mit Diskomfortemittern. Die Zustandserkennung basiert primär auf der Detektion der Sitzbeinhöcker (os pubis) und deren Bewegungsmuster auf der Sitzgundfläche. Hieraus sind Rückschlüsse auf die Sitzhaltung möglich. Ein prozessabhängig in die Sitzgrundfläche eingebrachter Diskomfort soll zu einer Änderung der Sitzhaltung motivieren. Annahme ist es, dass eine diskomfortbasierte Bewegungsmotivation die negativen Folgen statischer Beanspruchung mindert, den Konditionsabbau abmildert und gleichzeitig dem sitzbedingtem subjektivem Schmerzempfinden entgegengewirkt. Praktische Bedeutung kann der Ansatz in Produktionssystemen mit überwiegend sitzender Tätigkeit und gleichzeitig hohen Anforderungen an die Aufmerksamkeit haben. Aber auch bei der Bedienung von Kfz und Sonderfahrzeugen ist die Anwendung der Ergebnisse möglich.

**Schlüsselwörter:** Zustandserkennung, Sitz, Bewegungsstimulation, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Diskomfort.

## 1. Forschungsgebiet und erste Untersuchungen

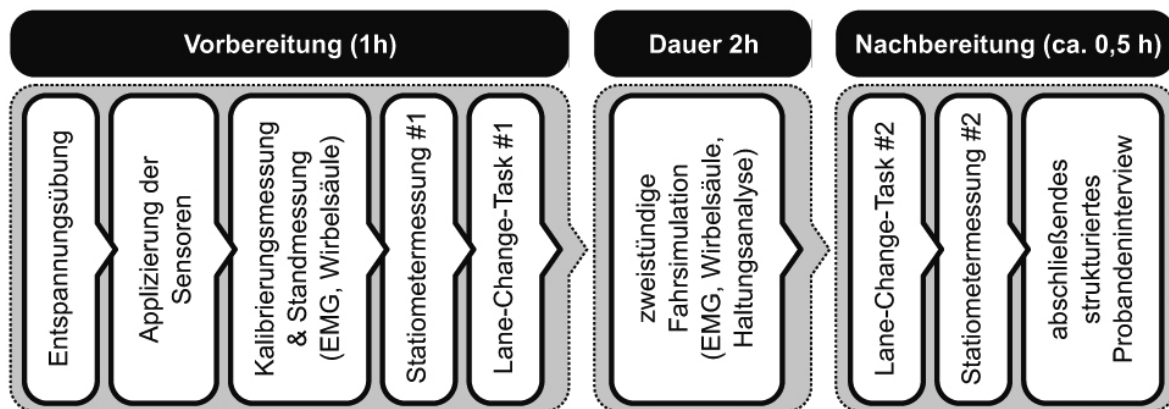
Eine Folge der Industrialisierung im 19. Jahrhundert war die zunehmende Mechanisierung der Arbeit. Dies führte dazu, dass sich der Anteil körperlich schwerer Arbeit stetig verringerte und zu einer Veränderung der Arbeitssituation führte. Zunehmende Überwachungs-, Bedien-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten als Arbeitsinhalt hatten auch eine Veränderung der Arbeitshaltung zur Folge. Ursprünglich vorwiegend stehend ausgeführte Tätigkeiten wurden nunmehr fast vollständig in sitzender Körperhaltung vollzogen (vgl. Heidinger 1994, S. 66). Etwa 18 Millionen Erwerbstätige der insgesamt 32 Millionen in Deutschland berufstätigen Personen sind halb- bzw. ganztätig sitzend in Fertigung oder Verwaltung tätig (vgl. BAuA 2004, S. 5ff).

Obwohl die Muskulatur beim Sitzen entlastet wird und die von außen auf den Menschen einwirkenden Belastungen im Allgemeinen relativ gering sind, zeigen die



Statistiken von Krankenkassen und Berufsgenossenschaften eine hohe Rate skelettomuskulärer Beschwerden. Werden Mitarbeiter nach gesundheitlichen Beschwerden befragt, nennen fast 37 % der Befragten Rückenschmerzen und nahezu 29 % Schmerzen im Nacken- und Schulterbereich (Vgl. BAuA 2004, S. 13; Heidinger 1994, S. 66) als subjektives Schmerzempfinden.

In einem Forschungsvorhaben der Technischen Universität Chemnitz, mit dem Ziel der Entwicklung eines ergonomischen Sitzsystems für Kraftfahrzeuge, wurde anhand verschiedener Experimente die Abnahme der Leistungsfähigkeit von Probanden während des Sitzens untersucht. Untersuchungsmethoden waren u.a. EMG-Messungen, Wirbelsäulenlängenmessungen, verschiedene Vigilanz-Untersuchungen sowie strukturierte Probandeninterviews (vergleiche Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Prinzipieller Versuchsablauf im bisherigen Forschungsvorhaben

Eine Annahme des Vorhabens war es, dass sich durch eine, in die Sitzbeinhöcker eingeleitete, Pendelbewegung (Frequenz  $f = 0,2$  Hz) der Konditionsabbau verzögert und die Ermüdung der untersuchten Rückenmuskulatur verlangsamt wird (vgl. Unger et al. 2006, S. 47). Diese Annahme konnte zum Teil bestätigt werden. Die Befragung der Probanden ergab, dass bereits nach 45 Versuchsminuten eine Schmerzerstindikation in Schultern, Nacken und dem Gesäß auftrat. Die durch zwei münzgroße mechanische Stempel mit niedriger Frequenz in die Sitzbeinhöcker eingeleitete Dynamisierung wurde in der Regel eher als unangenehm empfunden. Allerdings hatte die Dynamisierung eine unerwartete Nebenwirkung. Die Probanden wurden tendenziell häufiger zu einer Änderung ihrer Sitzhaltung angeregt (vgl. Unger et al. 2006, S. 75). Die Rückenmuskeln wiesen einen messbar geringeren Ermüdungsgrad als bei inaktiver Dynamisierung auf. Dies kann als Folge der Dynamisierung, wahrscheinlicher allerdings als direkte Auswirkung einer häufigen Sitzhaltungsänderung interpretiert werden, die den Rückgang der Leistungsfähigkeit verlangsamt.

Noch eine weitere wesentliche Erkenntnis kann indirekt aus dem Forschungsvorhaben abgeleitet werden. Die Sitzhaltung des Probanden wird durch die Position der Sitzbeinhöcker auf der Sitzgrundfläche hinreichend beschrieben. Eine sitzzeitbezogene Bildung örtlicher Häufungcluster als Resultat der Sitzbeinhöckerpositionsbeziehung ermöglicht eine Einteilung in verschiedene Sitzzustände. Die automatisierte Erkennung und Clusterung zu Sitzzuständen in Abhängigkeit der Sitzzeit erscheint somit möglich (vgl. Unger et al. 2006, S. 106). Gelingt es, diese künftig durch ein etabliertes Vergleichsmessverfahren (z.B. Lidschlagmessung) mit dem Ermüdungsverhalten des Probanden in Beziehung zu setzen, könnte die Erkennung von Konditionsabbau und Leistungsabnahme alleinig durch die Positionsänderung der Sitz-

beinhöcker auf der Sitzgrundfläche ermittelt werden (vgl. Hartung 2006).

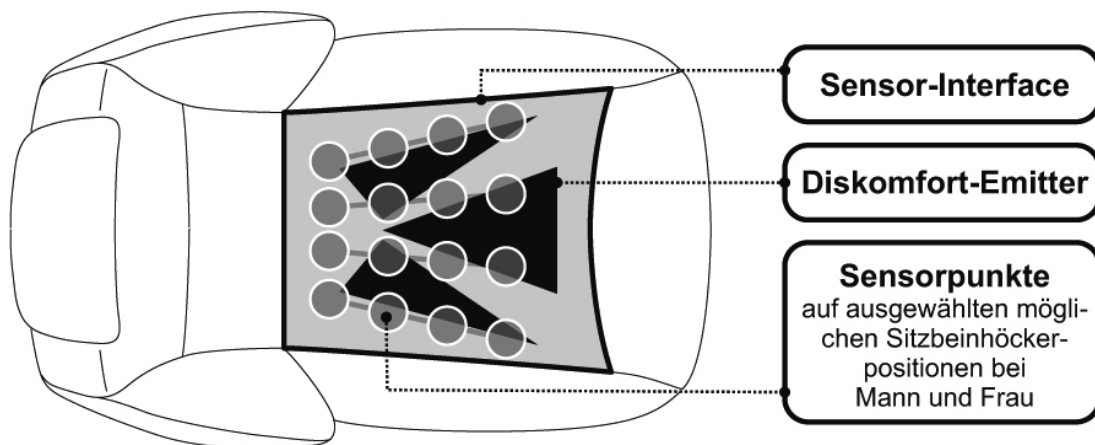
## 2. Aufgabenstellung

Die zentrale Aufgabenstellung im beschriebenen Forschungsansatzes besteht darin, ein Modell bzw. Verfahren zu entwickeln, das während des Sitzens auf Basis von Sitzbeinhöckerpositionsbewegungen den Konditionsabbau des Sitzenden erkennt und ihn gleichzeitig aktiv, durch einen punktuell-niederschwellig eingeleiteten Diskomfort, zu einer aktiven Änderung der Sitzhaltung anregt. Es ist nachzuweisen, dass ein solches Verfahren die Leistungsfähigkeit des Probanden länger erhält und die subjektiv postulierte Schmerzerstindikation in Schultern, Nacken und dem Gesäß zeitlich deutlich verzögert sowie in ihrer Quantität signifikant abmildert.

## 3. Lösungsweg und Arbeitsplan

Für die Modellentwicklung soll in vier Schritten vorgegangen werden, die im Folgenden im Detail erläutert werden. Teilschritte sind dabei die:

- Entwicklung einer sitzbeinhöckerbasierten Basis-Sitzflächen-Detektion und deren Abbildung in einem Detektionsmodell;
- Ergänzung des Detektionsmodells um eine Arbeitssystem-Detektion zu einem erweiterten Detektionsmodell; (Sitzen wird hier als Tätigkeit in einem komplexeren Arbeitssystem verstanden.)
- Integration aktiver Diskomfort-Emitter in das Detektionsmodell sowie die Bestimmungen deren Wirkparameter;
- Evaluation des Modellansatzes durch die Messung von Ermüdungserscheinungen mit einem eingeführten Vergleichsmessverfahren; Bestimmung der Relevanz von Diskomfort-Emittern für das Gesamtverfahren; strukturierte Befragung der Probanden und Auswertung mit bipolarer Faktoranalyse



**Abbildung 2:** Versuchssitz für die örtliche Sitzbeinhöckerdetektion und den Diskomfort-Emitter-Test

Zunächst ist ein technisches Verfahren zu entwickeln, dass eine praxistaugliche Detektion der Sitzbeinhöcker auf der Sitzgrundfläche ermöglicht (Schritt A). In Anlehnung an männliche und weibliche Anthropometriedaten werden Drucksensoren bei

verschiedenen Positionen auf einen „Meßsitzbezug“ aufgebracht. Eine zeitabhängige Druckverteilungsmessung während der Versuche soll in Verbindung mit einer Videoanalyse die Einordnung in verschiedene Sitzphasen ermöglichen.

Die Vorversuche (vgl. Punkt 1) haben gezeigt, dass eine ausschließliche Betrachtung von Sitzhaltungsänderungen unter Umständen zu Fehlinterpretationen führen kann, wenn daraus alleinig auf die Kondition des Probanden geschlossen werden soll. Es erscheint daher notwendig, das Detektionsmodell um Informationen aus dem Arbeitssystem "Sitzen" zu erweitern (Schritt B). Diese könnten bei einem Kfz Informationen zu Fahrdauer, Lenksituation oder dem letzten Ein- und Ausstieg (solches kann auf einen Fahrerwechsel hindeuten) sein (vgl. Haubert 2006). Die Erweiterung des Detektionsmodells ist insbesondere notwendig, um Sitzbeinhöcker-Positionsänderungen, die möglicher Weise in Folge sinkender Leistungsfähigkeit ausgelöst werden, von denen zu unterscheiden, die eine Auswirkung sitzbedingten Diskomforts (z.B. verursacht durch einen falsch eingestellten oder unbequemen Sitz) sind (vgl. Hartung 2006). Im Forschungsvorhaben wird zwischen arbeitssystembedingten und modellemittiertem Diskomfort unterschieden. Während arbeitssystembedingter Diskomfort eine direkte Folge des Settings (Arbeitssystem „Sitzen“) ist, handelt es sich beim modellemittierten Diskomfort um eine kurzzeitige und niederschwellig gezielt in die Sitzgrundfläche eingebrachte mechanische Bewegung, die mittelfristig zu einer Änderung der Sitzhaltung anregen soll (diskomfortbasierte Bewegungsstimulation). Dazu werden verschiedene Diskomfort-Emitter in einen Versuchssitz integriert (Schritt C). Die Aktivierung von Emittlern erfolgt in Abhängigkeit verschiedener Modellparametern aus den Schritten A und B.

Die Wirksamkeit des Modells wird abschließend in dreierlei Hinsicht evaluiert. Zum einen muss getestet werden, ob verschiedene Sitzphasen oder eine Abfolge verschiedener Sitzphasen-Sequenzen in signifikanter Korrelation zum Konditionsabbau der Probanden stehen. Des Weiteren ist zu ermitteln, ob und in welcher Weise der modellabhängig eingebrachte punktuelle Diskomfort zu den gewünschten Sitzhaltungsänderungen führt, die möglicherweise einen Konditionsabbau verlangsamen sowie subjektiv erfahrene körperliche Schmerzempfindungen bei längerem Sitzen reduzieren (Schritt D). Als Vergleichsverfahren soll die Messung des Lidschlags in Kombination mit einer Videoanalyse eingesetzt werden. Abschließend wird für die Ermittlung von Allgemeinbefinden und Schmerzerstindikation (Schulter, Nacken, Gesäß) der Einsatz strukturierter Befragungen vorbereitet, die auf der Basis einer bipolaren Faktoranalyse gestaltet werden (vgl. Bortz 2002).

#### **4. Erwartete Ergebnisse**

Das zu entwickelnde Modell soll anhand verschiedener Sitzzustände bzw. Sitzzustandssequenzen (damit ist der Wechsel zwischen verschiedenen Sitzzuständen in einer definierten Zeit gemeint) einen Rückschluss auf Kondition bzw. Leistungsfähigkeit ermöglichen. Ein modellabhängig erzeugter Diskomfort soll die Probanden niederschwellig und nahezu unbewusst zu einer Haltungsänderung animieren. Als direkte Folge dessen wird ein verzögerter Rückgang der Leistungsfähigkeit sowie ein abgemildertes, subjektives Schmerzempfinden nach längerem Sitzen erwartet.

## 5. Literatur

1. Heidinger, F. 1994, Sitzentwicklung aus arbeitsphysiologischer Sicht. In: E. Faust (Hrsg.), Optimaler Sitzgestaltung. S. 66 - 82. Renningen-Malmsheim: Expert Verlag.
2. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) 2004, Sitzlust statt Sitzfrust – Sitzen bei der Arbeit und anderswo. Dortmund. BAuA.
3. Unger, H., Haubert, T., Hensel, R. & Hofmann, N. 2006, Abschlussbericht Forschungsvorhaben Ergonomisches Sitzsystem. Chemnitz: TU Chemnitz, Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme.
4. Hartung, J., Rühmann, H. & Bubb, H. 2006, Objektivierung des statischen Sitzkomforts. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Innovation für Arbeit und Organisation. Dortmund: GfA Press, 561 – 564.
5. Haubert, T. 2006, Prozesskommunizierende MMS bei Fahrersitzen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Innovation für Arbeit und Organisation. Dortmund: GfA Press, 115 -118.
6. Cremer, H.-P. 1994, Anpassung von Fahrersitzen an den Sitzbenutzer. In: E. Faust (Hrsg.), Optimaler Sitzgestaltung. Renningen-Malmsheim: Expert Verlag, 38 – 65.
7. Bortz, J. & Döring V. 2002, Forschungsmethoden und Evaluationen für Human- und Sozialwissenschaften. Berlin: Springer-Verlag.



# Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten im Umsetzungsprozess

Marc-A. DANLOWSKI und Ulrike HELLERT

*Zeitbüro NRW, Heiliger Weg 60, D-44135 Dortmund*

**Kurzfassung:** Unternehmen prüfen gegenwärtig verstärkt, welche Chancen und Risiken Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten für die Unternehmenspolitik bieten. Dieser Beitrag stellt das Modell in seinen Grundzügen vor und geht der Frage nach, welchen Beitrag es zu einem präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutz leisten kann und wo neue Belastungen entstehen können.

**Schlüsselwörter:** Langzeitkonto, Lebensarbeitszeitkonto, Arbeits- und Gesundheitsschutz, Partizipation.

## 1. Relevanz des Themas

Zur Sicherung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit benötigen Unternehmen qualifizierte Beschäftigte, um die sie zum einen auf dem Arbeitsmarkt konkurrieren und die sie zum anderen an das Unternehmen binden müssen. Ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der Wahl des Arbeitgebers ist für viele Beschäftigte eine optimale Balance zwischen Familie und Beruf. Die Grenzen der physischen und psychischen Belastbarkeit bei der Arbeit sind für viele Beschäftigten erreicht. Aus diesem Grund steigt die Nachfrage nach Möglichkeiten, eine berufliche Auszeit während oder am Ende des Erwerbslebens zu nehmen. Auf Unternehmensseite wird nach Lösungen gesucht, dieses in die Unternehmensorganisation zu integrieren. Einen Lösungsansatz stellen Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten dar, ein noch relativ junges Instrument, das sehr unterschiedlich konzipiert wird (Hildebrandt 2007). Der Gesetzgeber hat durch die Novellierung des Gesetzes zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Absicherung flexibler Arbeitszeitregelungen [„Flexi-II“-Gesetz] versucht, die Nutzbarkeit und die Akzeptanz des Instruments zu erhöhen (Deutscher Bundestag 2008). Problematisch bleibt jedoch die Ambivalenz des Modells durch eine Reihe von Zielkonflikten, insbesondere was den Bereich Arbeits- und Gesundheitsschutz betrifft.

## 2. Modell Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten

Die Begriffe Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten werden oft synonym verwendet. Langzeitkonten sollen die Arbeitszeit während des gesamten Erwerbslebens flexibilisieren, hingegen sind Lebensarbeitszeitkonten fast ausschließlich auf Freistellung oder flexiblen Übergang unmittelbar vor Eintritt in die Altersvollrente ausgerichtet (Heide 2008). Bei Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten werden Guthaben in Form von Zeit und Entgelt (daher weitere Bezeichnung: Zeitwertkonten) mittel- bis langfristig angespart (mindestens ein Jahr) und durch besondere Verwendungszwecke bei fortlaufenden Entgeltbezügen wieder ausgeglichen. Die Ansparvarianten reichen von klassischer Mehrarbeit und der Übertragung von Urlaubstagen, einer Wochenarbeitszeitverlängerung ohne Entgeltanpassung bis zum Urlaubs- oder



Weihnachtsgeld. Durch die vom Gesetzgeber vorgesehene obligatorische Führung von Langzeitkonten in der Einheit Entgelt, sind Ansparvarianten des Faktors Zeit in Entgelt umzurechnen. Die Buchung auf das Langzeitkonto erfolgt grundsätzlich in brutto, d.h. vor Steuern und Sozialversicherungsabgaben. Auch die Entnahmooptionen sind vielfältig: von einem verlängerten Urlaub („Blockfreizeit“) über einen Sabbatical von mehreren Monaten bis zum vollständigen (vorzeitigen) Ausscheiden aus dem Unternehmen. Für die Steuerung von Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten ist es wichtig, im Implementierungsprozess Regelungen für die effektive und nachhaltige Nutzung des Instruments zu vereinbaren.

**Tabelle 1:** Auswahl von Regelungspunkten eines Langzeit- oder Lebensarbeitszeitkontos

	Regelungspunkte	
1.	Geltungsbereich	- Räumlich - Persönlich
2.	Kontogrenzen	- Obergrenze - Untergrenze
3.	Administration	- Vermögensanlage und -verwaltung - Insolvenzschutz
4.	Auswahl Ansparvarianten	- Varianten des Faktors Zeit - Varianten des Faktors Entgelt - Kombination mit sonstigen Zeitkonten
5.	Auswahl Entnahmooptionen	- gesetzlich nach § 7c Abs. 1 Nr. 1 SGB IV - sonstige Entnahmooptionen
6.	Regelungen für Entnahmen	- Entscheidungskompetenz - Zugriffsrechte - Ankündigungsfristen
7.	Freistellungsphase	- während der Freistellung - Erkrankung während der Freistellung - Rückkehr aus der Freistellung
8.	Störfälle	- Kündigung, Portabilität - Tod des Beschäftigten - Insolvenz des Unternehmens

### 3. Langzeitkonten und präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz

Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten sind ein Arbeitszeitmodell, dem mehrere Zielkonflikte inhärent sind. Ein Zielkonflikt entsteht durch die Grenzen des Faktors Zeit als Ansparvariante. Um eine Freistellungsphase von mehreren Monaten innerhalb eines mittelfristigen Zeitraums anzusparen, ist es kaum möglich, nur auf Zeitfaktoren zurück zu greifen. Jedoch können viele Beschäftigte aus wirtschaftlichen Gründen nicht regelmäßig auf Entgeltbestandteile zugunsten eines Langzeit- oder Lebensarbeitszeitkontos verzichten (Wotschak 2008). Folglich entsteht bei vorhandenem Wunsch nach einer längeren Freistellung, z.B. für eine Familienphase, ein zusätzlicher Anreiz für Mehrarbeit und Überstunden und führt somit zu weiteren Belastungen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen für die Beschäftigten (Elmerich 2007). Noch deutlicher wird dies bei der Ansparvariante Urlaubstage: der Beschäftigte kann Urlaubstage, die über den gesetzlichen Mindesturlaub nach § 3 Bundesurlaubsgesetz gehen, auf ein Langzeit- oder Lebensarbeitszeitkonto übertragen (Heide 2008). Dies steht dem Sinn und Zweck von Urlaub entgegen, der nämlich in erster

Linie der Erholung dienen soll. Unter Gesichtspunkten des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sollte deshalb auf eine solche Ansparvariante vollständig verzichtet werden und die Ansparmöglichkeiten sollten über (Arbeits-)Zeit begrenzt werden. Beschäftigte, die nur über den Faktor Zeit ein Langzeit- oder Lebensarbeitszeitkonto ansparen können, sollten auf dieses Instrument zugunsten eines flexiblen Kurzzeitarbeitszeitkontos eher verzichten.

Ein weiterer Zielkonflikt besteht in den Entnahmeoptionen der angesparten Guthaben. Unternehmen präferieren häufig Zeitwertkonten ausschließlich im Sinne eines Lebensarbeitszeitkontos, insbesondere trifft dies auf größere Unternehmen zu (Wotschak 2008). Für Beschäftigte, die sehr hohen physischen und psychischen Belastungen ausgesetzt sind, stellen Lebensarbeitszeitkonten eine gute Möglichkeit dar, vorzeitig ohne Rentenabschläge in den Ruhestand zu gehen. Für die Erhaltung und Steigerung der Leistungs- und Beschäftigungsfähigkeit der Beschäftigten ist es jedoch wichtig, auch längere Freistellungsphasen während des Erwerbenslebens in die betriebliche Arbeitsorganisation zu implementieren. Neben dem Aspekt des Gesundheitsschutzes entspricht diese Entnahmeform auch dem Wunsch von Beschäftigten nach einer lebensphasenorientierten Arbeits(zeit)gestaltung. Der Gesetzgeber fördert im „Flexi-II“-Gesetz in Verbindung mit dem Pflegegesetz, dem Elternzeitgesetz sowie dem Teilzeit- und Befristungsgesetz bestimmte Entnahmeoptionen (Deutscher Bundestag 2008). Insbesondere die Möglichkeit, bei vollen Entgeltbezügen temporär in Teilzeit zu arbeiten, stellt unter verschiedenen Aspekten eine sinnvolle Option dar. Der Beschäftigte steht dem Unternehmen auch während der Freistellungsphase zeitweise zur Verfügung, was den arbeitsorganisatorischen Aufwand in der Regel minimiert. Des Weiteren reduziert sich die Belastung für den Beschäftigten durch die geringe Wochenarbeitszeit und ermöglicht eine bessere Balance zwischen Beruf und Familie. Führungskräfte sollten darauf achten, dass das zu leistende Arbeitspensum des Beschäftigten seinen reduzierten Arbeitszeiten angepasst wird und keine neuen Belastungen entstehen. Die gesetzlich normierten Entnahmeoptionen sollten nicht, wie nach dem „Flexi-II“-Gesetz möglich, in einer betrieblichen Vereinbarung wieder ausgeschlossen werden.

Wenn im Rahmen eines Langzeitkontos Entnahmen in Form eines (mehrmonatigen) Sabbaticals vereinbart wurden, ist die Zeit der Freistellung von der Arbeit ein weiterer Aspekt, der die Ambivalenz dieses Arbeitszeitmodells unterstreicht. Zweck eines Sabbaticals ist die Regeneration des Beschäftigten oder die Verwirklichung seiner individuellen Präferenzen (Familienzeit, Weltreise etc.). Wenn der Beschäftigte während der Freistellung einer (Neben-)Beschäftigung nachgeht, wird der originäre Zweck kaum zu erreichen sein. Betriebsvereinbarungen sehen hier jedoch meistens keine Verbote vor, höchstens Beschränkungen hinsichtlich einer Tätigkeit für einen Wettbewerber oder notwendiger vorheriger Genehmigung durch den Arbeitgeber (Böker 2007). Ein weiteres Beispiel ist die Erkrankung des Beschäftigten während der Freistellungszeit. In der Freistellungsphase besteht mangels Arbeitsverpflichtung kein Anspruch auf Entgeltfortzahlung und Krankengeld (Heide 2008), d.h. der Beschäftigte trägt einseitig das Risiko einer Erkrankung. Trotz nachgewiesener Arbeitsunfähigkeit würden Guthaben aus seinem Langzeitkonto entnommen, jedoch der Zweck seiner Freistellung nicht verwirklicht werden. Unter Gesichtspunkten des Arbeits- und Gesundheitsschutzes und einer fairen Risikoverteilung, bedarf es an dieser Stelle zwingend einer betrieblichen Vereinbarung. So sollten im Falle einer Erkrankung während der Freistellung die Tage (Wochen/Monate) einer nachgewiesenen Arbeitsunfähigkeit nicht vom Langzeitkonto abgezogen werden und analog § 9 Bundesurlaubsgesetz angewandt werden.

#### 4. Fazit und Ausblick

Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten bieten Unternehmen und Beschäftigten eine Vielzahl von Chancen und Optionen innerhalb der betrieblichen Arbeitsorganisation, auch für einen präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutz. Trotzdem nutzen gerade einmal 7,3% der Beschäftigten dieses Arbeitszeitmodell (Groß & Schwarz 2006). Neben der Komplexität des Instruments, Fragen des Insolvenzschutzes und der Portabilität der Guthaben bei Ausscheiden aus dem Unternehmen, liegt dies auch an der betrieblichen Kommunikation und der Vorgehensweise im Einführungsprozess. Bei einer neuen Arbeitszeitorganisation generell und bei Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten im Speziellen besteht ein hoher Informations- und Diskussionsbedarf seitens der Beschäftigten (Elmerich 2007). Oftmals werden jedoch Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten nicht partizipativ und maßgeschneidert - entsprechend der individuellen Bedürfnisse der Beschäftigten - entwickelt (Wotschak 2008). Lediglich die Mitwirkungsrechte des Betriebsrats werden beachtet. Die Beispiele für die ambivalenten Wirkungen von Langzeit- und Lebensarbeitszeitkonten im Bezug auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz verdeutlichen, wie wichtig ein partizipatives Vorgehen ist. Neben der Schließung einer Betriebsvereinbarung sollte mit jedem Beschäftigten, der ein Langzeit- oder Lebensarbeitszeitkonto nutzen möchte, eine individuelle Zielvereinbarung über die Ansparwege und das Ansparziel vereinbart werden. Dabei sollten immer auch Aspekte des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beachtet und unter Umständen auch auf dieses Modell verzichtet werden.

#### 5. Literatur

1. Böker, K.-H. 2007, Flexible Arbeitszeit – Langzeitkonten: Analyse und Handlungsempfehlungen. Frankfurt am Main: Bund-Verlag, 59-60.
2. Deutscher Bundestag 2008, Gesetz zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Absicherung flexibler Arbeitszeitregelungen, Drucksache 16/10289 und 16/10693.
3. Elmerich, K., Knauth P. & Sohn J. 2007, Lebensphase statt Kalender, Personal, 03/2007, 20, 22.
4. Groß, H. & Schwarz, M. 2006, Betriebs- und Arbeitszeiten 2005 – Ergebnisse einer repräsentativen Betriebsbefragung. Dortmund: Sozialforschungsstelle, 87.
5. Heide, S. 2007, Lebensarbeitszeitkonten aus arbeitsrechtlicher Sicht. Mannheim: Mannheimer Schriften zum Unternehmensrecht, 28, 86, 91.
6. Hildebrandt, E. 2007, Vorteile und Potenziale von Langzeitkonten, WSI-Mitteilungen, 11/2007, 621.
7. Wotschak, P., Hildebrandt, E. & Scheier, F. 2008, Langzeitkonten – Neue Chancen für die Gestaltung von Arbeitszeiten und Lebensläufen?, WSI-Mitteilungen, 11+12/2008, 620, 621.

# Neue Managementmethoden – neue Belastungsformen?

Nick KRATZER, Wolfgang DUNKEL und Wolfgang MENZ

*Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München,  
Jakob-Klar-Str. 9, D- 80796 München*

**Kurzfassung:** Im Mittelpunkt des Beitrags stehen die Zusammenhänge zwischen neuen Managementmethoden („Indirekte Steuerung“) und psychischen Belastungen.

**Schlüsselwörter:** Neue Organisations- und Steuerungsformen, Indirekte Steuerung, psychische Belastungen.

## 1. Einleitung

Der folgende Beitrag beleuchtet aus einer primär arbeits- und industriesoziologischen Perspektive den Zusammenhang von zwei wesentlichen Entwicklungstendenzen von Arbeit: der Zunahme psychischer Belastungen (vgl. dazu etwa Ulich & Wülser 2005; Dragano 2007; Lundberg 2007) auf der einen und der Verbreitung neuer Organisations- und Steuerungsformen (etwa: Kratzer 2003; Pröll & Gude 2003; Peters & Sauer 2005; Wagner 2005) auf der anderen Seite. Beide Entwicklungstendenzen für sich genommen dürften kaum noch umstritten sein, ihr Zusammenhang ist aber nach wie vor klärungsbedürftig: Einheitliche Erklärungsansätze oder -modelle fehlen (Nachreiner & Schütte 2002) und Studien konzentrieren sich oft auf einzelne Aspekte (z.B. Flexibilisierung, vgl. dazu etwa Fuchs & Conrad 2003; Pohlandt & Pietrzyk 2007). Hinzu kommt, dass neue Organisations- und Steuerungsformen u.U. besondere Herausforderungen an die Erklärung psychischer Belastungen stellen. Sie beinhalten verschiedene Elemente, die jeweils für sich als Merkmale „guter“, gesundheits- und persönlichkeitsförderlicher Organisations- und Arbeitsbedingungen gelten: große Gestaltungsspielräume, ganzheitliche Aufgabenzuschneide, Mitsprache bei Arbeitsorganisation und Arbeitszeitgestaltung etc. Zugleich zeigt sich aber, dass Arbeit unter Bedingungen neuer Organisations- und Steuerungsformen nicht per se auch tatsächlich „gute“ Arbeit ist: Stress, Zeit- und Leistungsdruck etc. nehmen trotz der Verbreitung neuer Steuerungs- und Arbeitsformen zu (vgl. Pröll & Gude 2003; Kastner 2003; Ulich & Wülser 2005).

Im Folgenden werden empirische Befunde zu den wesentlichen Merkmalen neuer Organisations- und Steuerungsformen vorgestellt und daraus Folgerungen für die Analyse der Zusammenhänge zwischen neuen Managementmethoden und psychischen Belastungen abgeleitet.

## 2. Empirische Basis

Die Basis bilden konzeptionelle Überlegungen und empirische Befunde aus dem laufenden Forschungs- und Gestaltungsprojekt „PARGEMA – Partizipatives Gesundheitsmanagement“. An diesem Vorhaben, das vom ISF München koordiniert wird, sind sechs Institute aus Wissenschaft und Praxis sowie eine Reihe von Unternehmen beteiligt. Das Projekt wird vom BMBF im Rahmen des Förderschwerpunkts „Präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz“ (Projektträger im DLR: Arbeitsgestaltung und Dienstleistungen) gefördert (vgl. auch Dunkel & Kratzer 2007; weitere In-

formationen: [www.pargema.de](http://www.pargema.de)).

Im Zentrum der empirischen Arbeiten dieses Projektes stehen acht Betriebsfallstudien, die überwiegend von interdisziplinär besetzten Teams mit einem Mehr-Methoden-Ansatz durchgeführt werden: Kombiniert werden dabei quantitative (schriftliche Befragungen von Führungskräften und Beschäftigten), qualitative (Expertengespräche sowie Intensivinterviews mit Führungskräften und Beschäftigten) und reflexive Methoden (Workshops mit Führungskräften und Beschäftigten). Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich insbesondere auf qualitative Interviews mit Angestellten in drei Betriebsfällen. Dabei handelt es sich um Betriebe aus den Bereichen Finanzdienstleistung, Konsumgüterelektronik sowie Telekommunikation. Hier wurden insgesamt knapp 100 Expertengespräche und Interviews mit Führungskräften und Beschäftigten durchgeführt und qualitativ ausgewertet.

### **3. Merkmale neuer Organisations- und Steuerungsformen**

#### *3.1 Ergebnisorientierung*

In den Unternehmen findet gegenwärtig ein Paradigmenwechsel in der betrieblichen Leistungssteuerung statt. Ausgangspunkt der betrieblichen Planung und Steuerung sind nun nicht mehr die vorhandenen Ressourcen oder der kalkulierte Aufwand, sondern abstrakte und dynamische Ziel- bzw. Ergebnisvorgaben: Diese sind abstrakt, weil sie entlang des „theoretisch Möglichen“ und nicht des „praktisch Machbaren“ definiert werden. Basis sind pauschale Rendite- oder Absatzvorgaben, strategische Zielsetzungen (z.B. Marktführer, Neukundengewinnung etc.) und sehr häufig auch Vergleiche mit den Wettbewerbern (Benchmarks). Und sie sind dynamisch, weil in aller Regel in die Definition der Zielvorgaben eine Steigerungsrate eingebaut wird – es muss jedes Jahr besser, mehr, schneller werden. Ergebnisorientierung bedeutet, dass das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis umgedreht wird: Das Ergebnis ist nun die unabhängige Variable, an die Aufwand, Ressourcen etc. flexibel angepasst werden müssen. Ergebnisorientierung bedeutet auch, dass die Organisation insgesamt und – durch das Herunterbrechen der Ziele und Ergebniserwartungen auf die einzelnen Einheiten – die Bereiche, Abteilungen, Teams und nicht zuletzt die Beschäftigten systematisch überfordert werden: zum einen, weil die Ziele „herausfordernd“ oder „sportlich“ sein sollen, zum anderen, weil die Aufwandsseite (Personalkapazität, Zeit, Motivation, Qualifikation etc.) zunächst keine Berücksichtigung findet, da die Abstimmung von (gegebenen) Anforderungen und (flexiblen) Ressourcen erst im zweiten Schritt erfolgt (vgl. dazu auch Kratzer 2003). Abstrakte und strategische Ergebnisvorgaben oder Ziele werden „von oben nach unten“ weitergereicht und auf jeder Ebene der Organisation in operative Ziele transformiert. Zu den Merkmalen der Ergebnisorientierung gehört aber auch der gegenläufige Prozess der ständigen Rückkoppelung des erreichten Standes „von unten nach oben“ durch immer intensivere (und extensivere) Controlling- und Reportingverfahren und -systeme.

#### *3.2 Permanente Reorganisation*

Ein zweites Merkmal ist die permanente Reorganisation der Unternehmen. Alle Unternehmensteile werden in immer kürzeren Abständen einer Bewertung unterzogen und gegebenenfalls neu strukturiert. Im Ergebnis befinden sich die Organisationen in ständiger Bewegung, werden oft jährlich restrukturiert und umgebaut. Unren-



table Bereiche werden verkleinert, ausgelagert oder geschlossen, ganze Betriebe oder einzelne Betriebsteile werden ein- oder ausgegliedert, Abteilungen getrennt und neu zusammengelegt, Geschäftsfelder, Bereiche und Verantwortlichkeiten neu definiert usw. Der Prozess der permanenten Reorganisation schafft nicht nur neue Coping-Anforderungen und oft auch Zusatzarbeit durch die notwendige (Mit-)Arbeit am Reorganisationsprozess oder die Kompensation von knapperen Personalressourcen (nach Personalabbau oder der Zentralisierung von Funktionen) – permanente Reorganisation bedeutet auch Permanenz von Unsicherheit.

### *3.3 Gleichzeitigkeit von Selbststeuerung und Standardisierung der Arbeit*

Das dritte Merkmal neuer Organisations- und Steuerungsformen ist die Gleichzeitigkeit von Selbststeuerung und Standardisierung als teils komplementäre, teils alternative, oft aber auch widersprüchliche Modi der Bewältigung organisationeller Überforderung auf der unmittelbaren Arbeitsebene. Teils aus Not (begrenzte Steuerbarkeit komplexer, flexibler und kontingenter Anforderungen), teils aus Tugend (Steigerung von Effizienz und Motivation durch die Gewährung von erweiterten Spielräumen) setzt der Modus der Selbststeuerung auf individuelle Freiräume und subjektiv erweiterte Ressourcen (allerdings auch Anforderungen) – zumindest so lange, wie das Ergebnis stimmt. Beim Modus der Standardisierung geht es dagegen vor allem um die Beschränkung von Spielräumen und die Reduktion der benötigten Ressourcen.

„Gleichzeitigkeit“ kann heißen, dass vorher integrierte Tätigkeiten verstärkt desintegriert und in ein „subjektiviertes“ und ein „standardisiertes“ Tätigkeitsfeld differenziert werden, die dann unterschiedlich behandelt (z.B. das eine auf-, das andere abgewertet) und in der Folge auch mit unterschiedlichen Beschäftigten (z.B. Höherqualifizierte/Geringerqualifizierte) besetzt werden. Oder Beschäftigte sind gleichzeitig mit steigenden Selbststeuerungs- und Standardisierungsanforderungen konfrontiert. Und gerade hier heißt Gleichzeitigkeit oft auch Gegeneinander von Selbststeuerung und Standardisierung. Die Beschäftigten sind dann zum einen mit widersprüchlichen Anforderungen konfrontiert – etwa der Anforderung, Kunden möglichst individuell zu beraten und zugleich in immer stärker vorstrukturierter (und auch kontrollierter) Weise immer stärker standardisierte Produkte an den Mann oder die Frau bringen zu müssen. Zum anderen wird Selbststeuerung durch den Zwang zur Einhaltung standardisierter Abläufe, die Beschränkung der individuellen Spielräume durch Prozess- und Systemvorgaben und nicht zuletzt auch durch das als Kontrolle, mindestens aber als (arbeitsintensive) Zumutung empfundene Controlling konterkariert. Standardisierung ist – aus der Sicht des Unternehmens – eine Antwort auf die systematische Überforderung der Organisation und der Beschäftigten – aus der Sicht der Beschäftigten ist sie oft aber gerade Teil der Überforderung und Überlastung, weil die Bewältigung die Widersprüchlichkeiten und (prinzipiellen) Unvollständigkeiten der Standardisierung von Produkten, Prozessen und Mitteln eine zusätzliche und wachsende Anforderung darstellt.

## **4. Neue Organisations- und Steuerungsformen – neue Belastungen?**

Es spricht einiges dafür, dass sich im Rahmen neuer Organisations- und Steuerungsformen die Bedeutung und Wirkung von Autonomie, Partizipation, Ganzheitlichkeit, sozialer Unterstützung etc. wandelt: Autonomie und Partizipation sind unter



Bedingungen neuer, „indirekter“ Steuerungsformen u.U. nicht mehr nur Elemente „guter“ und „humaner“ Arbeit, sondern zugleich auch Instrumente der Selbstausbeutung, Selbststrationalisierung und Selbstgefährdung (vgl. auch Peters & Sauer 2005; Kratzer et al. 2008). Die systematische Überforderung der Organisation durch abstrakte und dynamische Ergebnis- bzw. Zielvorgaben ist der entscheidende Einflussfaktor für die individuelle (Selbst-)Überlastung und (Selbst-)Überforderung: Die Organisation löst ihr Überlastungsproblem nicht zuletzt dadurch, dass abstrakte und dynamische Zielvorgaben an die Beschäftigten „weitergereicht“ werden. Aus dem organisationellen wird ein individuelles Problem, das die Beschäftigten im Rahmen selbstgesteuerter Arbeit bewältigen müssen. Hinzu kommt, dass die permanente Reorganisation einen instabilen Handlungs- und Orientierungsrahmen schafft und die Standardisierung der Prozesse, Produkte und Instrumente kaum Entlastung bietet, sondern im Gegenteil eher als Einschränkung erlebt wird. Die Organisation konfrontiert die Beschäftigten nicht nur mit überfordernden Anforderungen, sondern wird selbst zur Belastung.

## 5. Literatur

1. Dragano, N. 2007, Arbeit. Stress und krankheitsbedingte Frührenten. Zusammenhänge aus theoretischer und empirischer Sicht. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
2. Dunkel, W. & Kratzer, N. 2007, Mehr Autonomie und mehr Druck – Die Beschäftigten müssen hier selbst aktiv werden, Gute Arbeit, Zeitschrift für Gesundheitsschutz und Arbeitsgestaltung, Heft 5/2007, 16-18.
3. Fuchs, T. & Conrad, R. 2003, Flexible Arbeitsformen. Arbeitsbedingungen, -belastungen und Beschwerden. Eine Analyse empirischer Daten, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, FB 1006. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
4. Kastner, M. (Hrsg.) 2003, Neue Selbständigkeit in Organisationen. München/Mering: Rainer Hampp Verlag.
5. Kratzer, N. 2003, Arbeitskraft in Entgrenzung. Grenzenlose Anforderungen, erweiterte Spielräume, begrenzte Ressourcen. Berlin: edition sigma.
6. Kratzer, N., Dunkel, W. & Menz, W. 2008, Von der ‚partizipativen Arbeitsgestaltung‘ zum ‚partizipativen Gesundheitsmanagement‘. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 313-316.
7. Lundberg, U. 2007, Health Implications of Work-Related Stress in Women and Men. In: P. Richter, R. Rau & S. Mühlpfordt (Hrsg.), Arbeit und Gesundheit. Zum aktuellen Stand in einem Forschungs- und Praxisfeld. Lengerich: Pabst, 15-27.
8. Nachreiner, F. & Schütte, M. 2002, Editorial: Zur Messung psychischer Belastungen und Beanspruchungen, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 56, 1-3.
9. Peters, K. & Sauer, D. 2005, Indirekte Steuerung – eine neue Herrschaftsform. Zur revolutionären Qualität des gegenwärtigen Umbruchprozesses. In: H. Wagner (Hrsg.), ‚Rentier‘ ich mich noch? Neue Steuerungskonzepte im Betrieb. Hamburg: VSA, 23-58.
10. Pohlandt, A. & Pietrzyk, U. 2007, Tätigkeiten in neuen Arbeits- und Organisationsformen psychologisch bewerten und gestalten. In: P. Richter, R. Rau & S. Mühlpfordt (Hrsg.), Arbeit und Gesundheit. Zum aktuellen Stand in einem Forschungs- und Praxisfeld. Lengerich: Pabst, 178-196.
11. Pröll, U. & Gude, D. 2003, Gesundheitliche Auswirkungen flexibler Arbeitsformen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, FB 986. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
12. Ulich, E & Wülser, M. 2005, Gesundheitsmanagement in Unternehmen. Arbeitspsychologische Perspektiven, 2. aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Gabler.
13. Wagner, H. (Hrsg.) 2005, ‚Rentier‘ ich mich noch? Neue Steuerungskonzepte im Betrieb. Hamburg: VSA.

## Development of a flexible protective system for press-brakes using vision Part IV: Investigation on the error of the kinematic parameters

Nguyen Duy Phuong TRAN<sup>1</sup>, Anh Dung NGO<sup>1</sup>, Louis LAMARCHE<sup>1</sup>  
and Phieu LE-HUY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Département de Génie Mécanique, École de Technologie Supérieure,  
Montréal (Québec), H3C 1K3, Canada*

<sup>2</sup> *Département de Génie Électrique, École de Technologie Supérieure,  
Montréal (Québec), H3C 1K3, Canada*

**Abstract:** In the previous works, the authors have proposed the new protective system for press-brakes based on vision. The new system creates the flexible protective zone whose volume changes according to the movement of the worker's hand. Two kinematic parameters: velocity and position are key elements of the protective system. The volume of the flexible protective zone depends on the velocity whereas the position determines the machine stopping condition. Two approaches were suggested to determine the kinematic parameters of the worker's hand using a stereo head to track one or many inspected point(s) located on the worker's hand. In the first approach, the position and the velocity of an inspected point which was the center of the emitting bracelet on the worker's hand was tracked. In order to increase the precision three emitting spheres fixed on the non emitting bracelet were used in the second approach. This paper presents the results of these two kinematic parameters of the inspected point using the second approach. These results obtained by the vision system were compared to the measurements obtained by the coordinate measuring machine.

**Keywords:** Flexible protective system, flexible interdiction zone, vision, error, press-brakes.

### 1. Introduction

Press-brakes are used in most manufacturing workshops for bending, forming, straightening, punching and trimming. Unfortunately, these versatile machines cause many accidents to workers, who in many cases, must hold the work piece too close to the dies or put their hands in the dangerous zones in order to keep up with the production rhythm. It is known that the movement of the punch in hydraulic press-brakes can be stopped instantaneously at any time during the process. For this reason, only a protective system for hydraulic press-brakes was recommended (Ngo et al. 1997). It was also observed that all existing protective systems have a fixed interdiction volume covering the front of the machine that provokes the stopping of the press-brake whenever the hands of the worker enter this area. These protective systems cannot distinguish the motion directing toward the cutting zone from the one aiming at the exterior of this dangerous zone. They are, therefore too restrictive to meet production needs. In order to improve the flexibility of the protective system, it is necessary to develop a system taking into account the direction and the speed of the

worker's hands. A system based on vision technology was proposed previously by the authors of this paper. This system takes into account the kinematic parameters of the worker's hand in the process to determine the danger. The system operation was based on the flexible protective zone. In order to establish this zone, one had to determine the instantaneous velocity of the inspected point. The direction of the velocity was used to establish the flexible protective zone whereas the magnitude of the velocity was used to determine the dimensions of this zone. In addition, the condition to stop the movement of the ram depended on the location of the inspected point with the flexible protective zone. If the inspected point was found inside this zone, the protective system would activate the stop signal.

The protective system was developed using two approaches. The first approach in which an emitting source was a bracelet (Tran et al. 2007), aimed at the processing time, while the second dealt with the precision by using three emitting spheres (Tran et al. 2009).

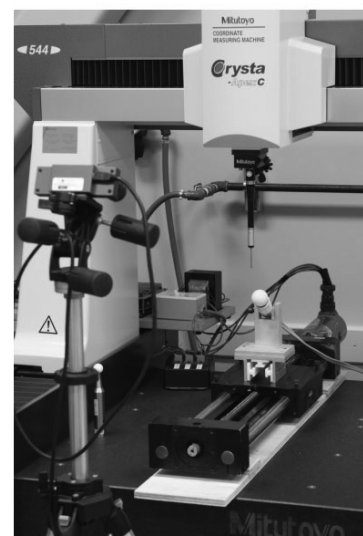
This paper investigates the errors of the location and the velocity direction of the inspected point using the second approach.

## 2. Experimental

As mentioned in (Tran et al. 2009), the inspected point was the virtual center of the emitting sphere. Its kinematic parameters were needed to verify the condition of establishment of the flexible protective zone, to determine the dimensions of this zone, and to make the decision to stop the movement of the ram.



**Figure 1:** The experimental set-up.



**Figure 2:** The emitting sphere.

Figure 1 and 2 show the experimental set-up to investigate the errors of the location and the velocity direction of the inspected point. In this experiment, an emitting sphere was fixed on the stage of the motorized linear positioner of the mark Thomson, which was controlled by the PC at the middle. The positioner was placed on the table of the coordinate measuring machine (CMM). The stereo head was placed in front of the CMM. The optical axis of the camera is neither perpendicular nor parallel to the movement direction of the sphere. The working resolution of the stereo head was 1280'960 pixels. The computer on the left hand side of the CMM, which was

connected to the stereo head, calculated the position of the center of the sphere by the method presented in (Tran et al. 2009). The computer on the right side of the CMM displayed the coordinates of the center of the sphere measured by the CMM. In order to compare the results of the two methods (CMM and vision), the machine reference of the CMM was used in all the measurements.

The error of the location was evaluated by the difference between the measured position and the calculated position of the sphere center. The error of the velocity direction was evaluated by the difference between the measured direction and the calculated direction of the sphere center when it was moved by the positioner along different defined lines.

### 3. Results

#### 3.1 Investigation of the error of positioning

Table 1 shows the difference between the coordinates of the emitting sphere center (the inspected point) measured by the CMM and the results obtained by the vision system for various distances between the stereo head and the emitting sphere.

**Table 1:** The difference between the coordinates of the emitting sphere center measured by the CMM and the results obtained by the vision system for various distances between the stereo head and the emitting sphere(\* in mm ; \*\* difference between the mean values)

Distance	Coordinates measured by the CMM [x, y, z]* (1)	Coordinates calculated by vision [x, y, z]* (2)	Difference** [Δx, Δy, Δz] (3) = (1) – (2)
~700 mm	[298±0.5, 4±0.5, 229±0.5]	[300±0.3, 11±0.5, 226±0.3]	[-2, -7, 3]
~800 mm	[298±0.5, 111±0.5, 229±0.5]	[299±0.3, 116±0.5, 227±0.3]	[-1, -5, 2]
~900 mm	[298±0.5, 264±0.5, 229±0.5]	[300±0.3, 269±0.5, 226±0.3]	[-2, -5, 3]
~1000 mm	[298±0.5, 399±0.5, 229±0.5]	[300±0.3, 407±0.5, 226±0.3]	[-2, -8, 3]

The results in Table 1 show that, the difference between the values of the y coordinate determined by two methods was the most sensitive to the distance between the stereo head and the emitting sphere.

#### 3.2 Investigation of the error of the velocity direction

Table 2 presents the difference in degree, between the velocity direction of the emitting sphere center (the inspected point) measured by the CMM and the results calculated by the vision system for various distances between the stereo head and the emitting sphere.

The results in Table 2 show the influence of the distance separating the stereo head and the emitting sphere on the difference of the velocity direction of the inspected point, determined by two methods. The farther this distance was the larger the error was found.

**Table 2:** The difference between the velocity direction of the emitting sphere center measured by the CMM and the results obtained by the vision system for various distances between the stereo head and the emitting sphere (\* in mm ; \*\* in degree)

Distance	Direction measured by CMM [x, y, z]*	Direction calculated by vision [x, y, z]*	Difference**
~700 mm	[0±0.5, 99±0.5, 0±0.5]	[1±0.3, 97±0.5, -1±0.3]	0.84
~800 mm	[0±0.5, 123±0.5, 0±0.5]	[-1±0.3, 122±0.5, 1±0.3]	0.66
~900 mm	[0±0.5, 103±0.5, 0±0.5]	[0±0.3, 102±0.5, 0±0.3]	0
~1000 mm	[0±0.5, 96±0.5, 0±0.5]	[1±0.3, 100±0.5, -1±0.3]	0.81

#### 4. Conclusions

This paper presents the investigation on the errors of the location and the velocity direction of the inspected point determined by the vision system in comparison with the measurements by a CMM machine. The results showed that the vision system can determine with acceptable precision the kinematic parameters of the inspected point. The errors increase with the distance between the stereo head and the inspected point.

#### 5. References

1. Ngo, A.D., Beauchamp, Y., Le-Huy, P., Sean, S.N. & Kauffmann, C. 1997, La sécurité dans l'utilisation de machine dangereuse : Les presses-plieuse dans le secteur de la fabrication d'équipement de transport et de machines. Rapport de recherche ISST.
2. Tran, N.D.P., Ngo, A.D., Lamarche, L. & Le-Huy, P. 2007, Development of a Flexible Protective System for Press-Brakes Using Vision Part II: Investigation on the Practicability. In: International conference on industrial risk engineering. Montréal, Canada: CIRI, 396-401.
3. Tran, N.D.P., Ngo, A.D., Lamarche, L., Le-Huy, P. 2009. Development of a Flexible Protective System for Press-Brakes Using Vision Part III: Multi-Point Inspection. In: International conference on industrial risk engineering, accepted.



# Management and Planning of Lockout Operations: The Case of a High Volume Packing Line

Malek MANSOUR, Sylvie NADEAU and Jean-Pierre KENNE

*Department of Mechanical Engineering, Ecole de Technologie Supérieure,  
University of Quebec, Montreal, Quebec, Canada*

**Summary:** This paper deals with the implementation of lockouts/tagouts on an assembly line. The goal of the present communication is twofold: (a) to remind and emphasize the utility of lockout/tagout operations, (b) to present a complimentary measure for implanting them on an effective production line. Based on production and maintenance databases we propose a simple model to estimate the occupational health and safety (OHS) safety stocks needed for lockout/tagout procedures and compensate the downtime created. We also propose the use of theory of waiting lines to avoid OHS risk transfer.

**Keywords:** Tagout, Lockout, occupational health, safety, floor belt conveyors.

## 1. Introduction

### 1.1 Tagout/lockout

When it comes to stopping equipments either for preventive maintenance or repair purposes, lockout operations are mandatory in Quebec. In their most simple form, these procedures consist in putting padlocks on the considered machines in order to avoid inadvertent start-ups or to limit the access to the hazardous zones of those machines.

Furthermore, lockouts more generally consist in releasing the equipment of any kind of hazardous energy. The National Institute of Occupational Safety and Health defines them as “any type of energy in sufficient quantity to cause injury to a worker” (NIOSH 1999). They hence include electricity, mechanical and hydraulic energy, or hot and cold temperatures.

When an equipment is stopped, a specific procedure has to be followed to make the area safe for work. This procedure depends on the design of the machine and can last from a few seconds to several minutes depending on nature of energy contained (Occupational Safety and Health Administration (OSHA); Chao 2002).

### 1.2 Implementation

A number of options have been set out in the literature so as to integrate health and safety initiatives in the management of operations:

- Integrating quality, environment, health and safety management (Labodová 2004);
- Integrating health and safety management (De La Garza & Fadier 2005) within a firm's management system (Walker 2006), using total quality (Zink 2005) or a remuneration model (Toupin et al. 2007);



- Integrating health, safety and operations management in manufacturing systems at the design stage (Lamonde et al. 2008);
- Integrating organizational factors, safety management systems, human factor considerations and risk control in major hazard contexts (Bellamy et al. 2006).

Since quality, health, safety and operations management problems are all interrelated (Wilson 2005), it is crucial to integrate all these aspects in the design (Drais 2005) and planning stages of manufacturing systems (Saurin et al. 2004; Hare et al. 2006) and to recognize the difficulties inherent in attempting to integrate information in dispersed and complex systems (Rigaud 2003; Le Coze 2005).

In our previous studies, analytical models were developed to integrate lockout/tagout management in production planning. Based on Markov chains, to model simple production facilities, it was demonstrated that it is possible to optimize the whole system meeting both management (availability of equipment, inventory and associated costs) and occupational health and safety (OHS) considerations (Charlot et al. 2007). Hence it was established that costs could still be reduced and availability of the equipments increased as long as lockouts/tagouts were planned.

To support and refine our model, an in-depth case study targeting a representative industrial sector, conforming with recommendations pertaining to semi-autonomous teams found in Roy et al. (1998), was conducted.

### *1.3 Conveyor safety*

In our investigation, we mainly focused our concern on the study of floor belt conveyors, which constitute the crucial equipments on the assembly line studied.

In terms of safety, a particular attention was given the following issues (Goldbeck 2007):

- lockout of the driving pullet and of the main parts in motion are necessary;
- training on lockout/tagout procedures for every person that is possibly in contact with the device is necessary;
- hazards due to existing tension on conveyor belts have to be controlled.

A simple classification was established in previous studies at the Laboratoire d'intégration des technologies de production (LITP) and led to distinguishing three (3) categories of risks in floor belt conveyors:

- Category 1: Small adjustments, greasing and operations that do not require stopping the equipment ;
- Category 2: Operations where the risk is not located in an inadvertent start-up zone of the equipment. ;
- Category 3: Lockout/tagout is necessary to avoid any kind of hazardous start-up.

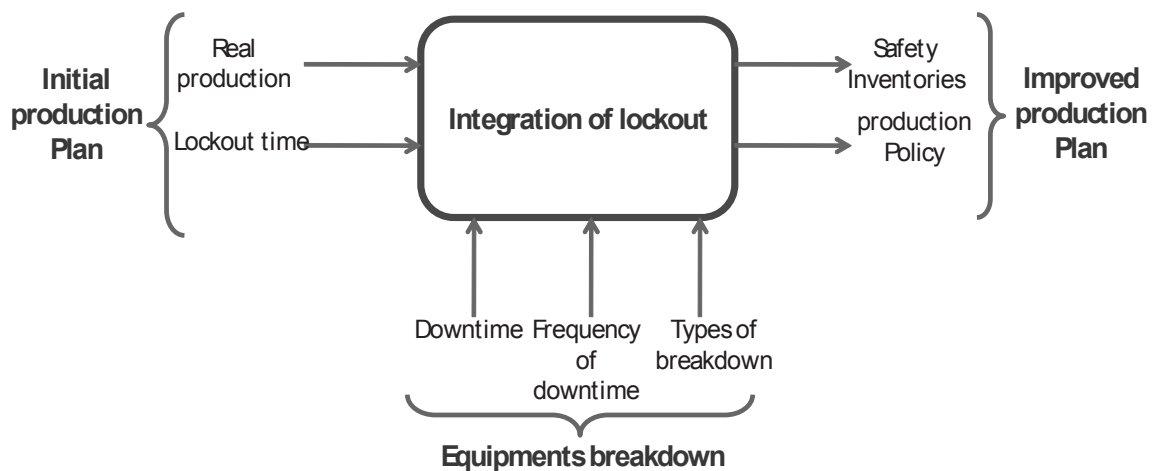
Knowing this, it was possible to identify which downtimes collected in the organizations database would require lockouts/tagouts.

## **2. Method**

### *2.1 Production planning and lockout*

The aim of our work is to suggest a solution that would combine both production planning and occupational safety considerations. Under this assumption, the problem to solve can be modeled in figure 1, the main inputs to the system being the reality

of the production system, lockout/tagout time required and downtime inputs.



**Figure 1:** Modelization of the problem to solve

## 2.2 Data Collection

Direct observations and interviews (semi-directed and individual) with management and workers were used to detail the material and technological systems in place (work processes, environments and their variances). The time estimates for lockout/tagout activities and worker interruptions (delays) were extracted from the organizations databases.

Precisely, to collect and analyse the production and breakdown data, we had access to the downtime databases of an assembly line. We filtered all the breakdown times and given the classification described above, we managed to isolate all the breakdowns that required lockouts (category 3).

## 3. Results

Production planning requires making decision for a manufacturing system, in which many different types of events occur: operation activities, failure activities, maintenance activities, injuries, raw material supply, fluctuations in customer demand. Machine breakdowns, risks of accidents during maintenance, downtime needed for corrective and preventive maintenance activities, occur randomly. In our preceding work (Charlet et al. 2007), we defined preventive maintenance, lockout/tagout and repair policies. The control policy for the joint optimization of production, maintenance and lockout/tagout policies is a machine age-dependent optimal policy. This hedging-point structured policy serves as a guide to build a safety stock as an answer to the stochastic nature of manufacturing systems. The policy also indicates when to carry the lockout/tagout and maintenance activities that are optimal in the production cycle.

From a production plan, and the historical records concerning breakdowns of the organization chosen as case study, we can estimate the value of the OHS safety stock required to compensate the loss of time introduced by lockout procedures. This inventory can be estimated with the following formula:

$$\text{OHS safety stock} = T * d$$

(T: total time required for lockouts/tagouts, d: mean number of parts produced per

period).

Where, the total time required to lockout/tagout properly equipments on a production line is given by:

$$T = n_{\text{downtime}} * t_{\text{lockout}}$$

( $n_{\text{downtime}}$ : mean number of downtimes per period,  $t_{\text{lockout}}$ : mean lockout time in the same unit of time (period)).

The evaluation of this OHS safety stock would enable managers to enforce the application of a systematic lockout on category 3 failures and increase the level of safety of people surrounding the equipments without penalizing production rates. We also noticed that this OHS security stock must be built up strategically and consistently with the production flow. If we do not do so, we can transfer a lockout/tagout risk, for example, for a musculoskeletal risk. One must therefore manage appropriately waiting lines that hold the OHS safety stock while doing the maintenance interventions, then fill the production system at a rate avoiding backlogs when the repair is finished.

In the presented case study the line was producing identical parts, which is not always the case of all production lines. No evaluation of the financial impact of such safety and planning considerations has been done yet.

#### 4. Conclusions

Defining what stocks to keep on hand to control and integrate lockouts/tagouts as well as determining what methods will be used to maintain and manage the daily output from a manufacturing system are complimentary measures offering potentially adequate protection in OHS.

#### 5. References

1. Bellamy, L., Geyer, T.A.W. & Wilkinson, J. 2006, Development of a Functional Model which Integrates Human Factors, Safety Management Systems and Wider Organisational Issues, *Safety Science*, 46, 461-492.
2. Charlot, E., Kenne, J.P. & Nadeau, S. 2007, Optimal production, maintenance and lockout/tagout control policies in manufacturing systems, *International Journal of Production Economics*, 107, 435-450.
3. De La Garza, C. & Fadier, E. 2005, Towards Proactive Safety in Design : a Comparison of Safety Integration Approaches in Two Design Processes, *Cognition, Technology, and Work*, 7, 51-62.
4. Drais, E. 2005, La capacité prescriptive des systèmes de management de la sécurité : une comparaison dans le BTP. In: *SELF congress*, 335-346.
5. Goldbeck, L. 2007, Stored Energy in Conveyor Belts-Managing the Risk, *Engineering and Mining Journal*, 207, 56, 58-59.
6. Hare, B., Cameron, I. & Roy Duff, A. 2006, Exploring the Integration of Health and Safety with Pre-construction Planning, *Engineering, construction and architectural management*, 13, 438-450.
7. Labodová, A. 2004, Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach, *Journal of Cleaner Production*, 12, 571-580.
8. Lamonde, F., Richard, J.-G., Langlois, L., Vinet, A. & Dallaire, J. 2008, Optimiser les situations de travail (efficacité et sécurité) en conception: une recherche sur la pratique des ingénieurs, *Journal International sur l'Ingénierie des Risques Industriels*, 1, 21-33.
9. Le Coze, J.C. 2005, Are organisations too complex to be integrated in technical risk assessment and current safety auditing?, *Safety Science*, 43, 613-638.
10. NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health 1999, Preventing worker deaths from uncontrolled release of electrical, mechanical, and other types of hazardous energy.

11. Chao, E.L , Henshaw, J.L. 2002, Control of hazardous energy (lockout/tagout). Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ; iv. 38 p.
12. Rigaud, E. 2003, Définition et opérationnalisation d'une organisation virtuelle à base d'agents pour contribuer à de meilleures pratiques de gestion des risques dans les PME-PMI, Thèse de doctorat. Paris: École des Mines de Paris.
13. Saurin, T.A., Formoso, C.T. & Guimaraes, L.B.M. 2004, Safety and production: an integrated planning and control model, *Construction Management and Economics*, 22, 159-169.
14. Toupin, D., LeBel, L., Dubeau, D., Imbeau, D. & Bouthillier, L. 2007, Measuring the productivity and physical workload of brushcutters within the context of a production-based pay system, *Forest Policy and Economics*, 9, 1046-1055.
15. Walker, D. 2006, Measuring Corporate Health and Safety Performance – the Value of a Universal Indicator, *Institution of Chemical Engineers Symposium Series*, no 151, 631-640.
16. Wilson, R. 2005, Guarding the line, *Industrial Engineer*, 37, 46-49.
17. Zinc, K.J. 2005, From Industrial Safety to Corporate Health Management, *Ergonomics*, 48, 534-546.



# Partizipatives Action Research als Methode zur Erhöhung der Compliance mit Arbeitssicherheitsbestimmungen

Jens GRIGOLEIT, Sebastian WAGNER und Michael NIPPA

*Lehrstuhl für ABWL, insbesondere Unternehmensführung und Personalwesen  
und Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, TU Bergakademie Freiberg,  
Lessingstr. 45, D-09599 Freiberg*

**Kurzfassung:** Die Methodik des Partizipativen Action Research (PAR) hat sich in vielen Bereichen des organisationalen Change Managements bewährt, wurde jedoch bisher im Bereich des Arbeitssicherheitsmanagements kaum angewendet und dokumentiert. Der Beitrag zeigt auf, wie PAR zur Erhöhung der Arbeitssicherheit beitragen kann und gibt Anregungen für weitere Forschungen.

**Schlüsselwörter:** Arbeitssicherheit, Partizipatives Action Research, Compliance.

## 1. Einleitung

Das Thema Arbeitssicherheit besitzt sowohl in der betrieblichen Praxis als auch für die arbeitswissenschaftliche Forschung eine ungebrochen hohe Relevanz (DGUV 2008; BAuA 2008a). Zwar konnten in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten viele Verbesserungen erreicht und gute Systeme entwickelt werden, dennoch ereignen sich – oft infolge einer mangelhaften Umsetzung von Arbeitssicherheitsbestimmungen – viele vermeidbare Arbeitsunfälle (vgl. Wenninger 1991; Skiba 2000). Eine wesentliche Ursache dafür ist in der fehlenden Akzeptanz und einer nur geringen Motivation bei der Umsetzung von Sicherheitsmaßnahmen zu suchen. So entsteht nach wie vor ein Großteil der Unfälle bei Standardsituationen.

Unser Beitrag soll zeigen, wie mit Hilfe aktueller Erkenntnisse und Konzepte aus dem Bereich des organisationalen Change Managements eine bessere Akzeptanz von Arbeitssicherheitsbestimmungen und eine höhere Motivation zu deren Umsetzung vermittelt werden kann. Als methodischer Ansatz erscheint dabei insbesondere das Konzept des Partizipativen Action Research (PAR) geeignet. Im Gegensatz zu klassischen Change Management-Konzepten, die darauf beruhen, dass eine von Experten entwickelte Lösung möglichst exakt von den an der Entscheidungsfindung unbeteiligten ausführenden Arbeitskräften umgesetzt werden soll, basiert das PAR auf dem Gedanken, dass die Problemlösungen bzw. Verbesserungsvorschläge von den beteiligten Arbeitskräften selbst entwickelt und umgesetzt werden (vgl. Senge & Scharmer 2006; Ströh & Jaatinen 2001). Die Veränderung wird dabei als ein Lernprozess modelliert und der Manager hat weniger die Rolle eines Weisungsgebers und Kontrolleurs als vielmehr die eines Moderators, der den Lernprozess bei den beteiligten Arbeitnehmern fördert und lenkt.

Durch die unmittelbare Einbindung der betroffenen Mitarbeiter erreicht man einerseits, dass die entwickelten Problemlösungen einen hohen Grad an Praxisnähe aufweisen, andererseits erleichtert man den Mitarbeitern die Identifikation mit den erarbeiteten Maßnahmevorschlägen (vgl. Sarri & Sarri 1992). Die Möglichkeit der Partizipation kann zudem auch das Arbeitsklima verbessern und allgemein motivierend wirken (vgl. Kerber & Buono 2005). Dies lässt erwarten, dass die beschlossenen Ar-



beitssicherheitsregeln von den Arbeitskräften zuverlässiger und besser umgesetzt werden und sich die Arbeitssicherheit insgesamt verbessert.

Um die Wirkung des PAR in der Praxis testen zu können, wird eine repräsentative empirische Studie in der Branche Baustoffe, Steine und Erden vorgeschlagen. Die Tätigkeiten in Unternehmen, die dieser Branche angehören, beinhalten häufig eine hohe Unfallgefahr, so dass das Thema Arbeitssicherheit von besonderer Relevanz ist. Geplant ist die Einführung von PAR-Methoden in einigen ausgewählten Unternehmen und die mehrjährige Dokumentation der daraus resultierenden Entwicklungen. Abschließend soll anhand des Vergleichs mit einer Kontrollgruppe untersucht werden, ob die Arbeitssicherheit durch die Einführung des PAR tatsächlich verbessert werden konnte.

## **2. Partizipatives Action Research als Methode zur Verbesserung der Arbeitssicherheit**

In der betrieblichen Praxis ist gerade in kleinen und mittelständischen Unternehmen und bei geringer gebildeten Arbeitnehmern oft ein nur unzureichend ausgeprägtes Bewusstsein für Belange der Arbeitssicherheit zu beobachten. Richtlinien und Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit werden oft als lästig und effizienzmindernd wahrgenommen und nur halbherzig umgesetzt. Besonders in Arbeitsumfeldern, die stark durch männliche Arbeitnehmer aus unteren Bildungsschichten geprägt sind, entwickelt sich zudem häufig eine Kultur, die auf Risiko orientiert ist und Sicherheit abwertet. So erklärt sich die große Zahl an sich ereignenden Arbeitsunfällen, die bei Einhaltung der einschlägigen Sicherheitsvorschriften hätten vermieden werden können. (vgl. Hoyos 1980; Nold 1993)

Teil der Ursache dieser Sichtweise ist vermutlich auch die Vorgehensweise der Unternehmen selbst. So wird Arbeitssicherheit immer noch häufig in erster Linie als Kostenfaktor gesehen und der Hauptfokus des Arbeitssicherheitsmanagements liegt darin, die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften oder verbindlicher Normen sicherzustellen. Bei der Einführung neuer Sicherheitsmaßnahmen werden die Arbeitnehmer angewiesen, sich den ihnen vorgegebenen Vorschriften zu fügen, ohne dass ein systematisches Change Management betrieben wird. In der Folge können sich viele Arbeitnehmer nicht mit den Maßnahmen identifizieren und setzen diese nur halbherzig um. Da seitens der Arbeitnehmer nur geringe Einflussmöglichkeiten wahrgenommen werden, ist oft auch die Motivation zur Anpassung und Verbesserung der Maßnahmen gering, so dass der Eindruck der mangelnden Praktikabilität der Vorschriften zur selbsterfüllenden Prophezeiung wird. (vgl. Skiba 2000; Luczak 1997)

Ausgehend von diesen verbreiteten Problemen sollte ein effektives Arbeitssicherheitsmanagement sich verstärkt dem Ziel zuwenden, bei den Mitarbeitern ein echtes Commitment zur Arbeitssicherheit zu schaffen und eine innere Motivation zur kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheitssysteme zu fördern. Nur wenn das Thema Arbeitssicherheit nachhaltig in der Unternehmenskultur verankert werden kann, kann es dauerhaft die Einstellung der Mitarbeiter beeinflussen. Um dies zu erreichen, kann PAR einen wichtigen Beitrag leisten.

Der Begriff des PAR geht im Ursprung auf die Ideen von Kurt Lewin (1946) zurück und bezeichnet einen bewussten Prozess der Erkenntnisgenerierung durch die praktische Lösung eines existierenden Problems (Raelin 1997). Das Problem wird dabei nicht wissenschaftlich abstrakt und theoretisch erforscht, sondern Lösungsfindung und Umsetzung erfolgen in einem simultanen Prozess (Näslund et al. 2006). Anders

als bei klassischen Projekten, findet die Entwicklung während des Action Research-Prozesses in iterativen Zyklen aus Lösungssuche, Anwendung und Evaluierung statt. Dabei fließt das im Verlauf gewonnene Wissen jeweils in die nachfolgenden Zyklen ein und wird weiterentwickelt (Ballantyne 2004). Durch das Action Research wird somit ein bewusst gesteuerter kontinuierlicher organisationaler Lernprozess institutionalisiert. Im Gegensatz zu einer rein theorieorientierten experimentellen Sozialforschung, steht beim Action Research die Entwicklung praxisnaher Lösungen für real existierende Probleme im Vordergrund (Virgilio 2004). Frühere Studien belegen, dass PAR dazu beiträgt, Widerstände gegen organisationale Veränderungen abzubauen und die beteiligten Mitarbeiter sogar zur Forcierung von Verbesserungsmaßnahmen anzuregen (Ballantyne 2004). Zudem kann die aktive Einbeziehung aller Mitarbeiter einen positiven Impuls auf das Arbeitsklima und die Unternehmenskultur ausüben (vgl. Sarri & Sarri 1992). Da die Mitarbeiter selbst an der Entwicklung der Lösungskonzepte mitwirken, entfällt außerdem der Aufwand der Vermittlung und die Gefahr von Missverständnissen wird erheblich reduziert. Sich nicht nur mit der Lösung sondern mit dem ursächlichen Problem zu befassen, vermittelt den Betroffenen eine ganzheitlichere Sichtweise, ein besseres Verständnis und eine verbesserte Wahrnehmung der Sinnhaftigkeit ihrer Tätigkeit.

Im Bereich der Arbeitssicherheit könnte PAR somit dazu beitragen, dass die Mitarbeiter sich besser mit der Problematik auseinandersetzen, diese verinnerlichen und die gemeinsam entwickelten Maßnahmen motivierter und effektiver umsetzen. Langfristig trägt dies zur Etablierung einer aktiv gelebten Arbeitssicherheitskultur bei. Auf diese Weise könnte eine Vielzahl an Gefahrensituationen und Unfällen vermieden werden.

Trotz all dieser potenziellen Vorteile bleibt festzustellen, dass PAR speziell im Bereich der Förderung von Arbeitssicherheit bisher kaum untersucht wurde. Diese Forschungslücke soll mit der im folgenden Abschnitt beschriebenen Studie verkleinert werden.

### **3. Vorschlag eines Forschungsdesigns zur Untersuchung der Wirkungen von PAR**

Um die Auswirkungen der Methodik des PAR im Bereich des Arbeitssicherheitsmanagements zu untersuchen, soll das Verfahren in einer Auswahl von Unternehmen der Branche Baustoffe, Steine und Erden (BSE) eingeführt und die Ergebnisse dokumentiert werden. Die Branche umfasst insgesamt ca. 5200 Unternehmen aus den folgenden Bereichen: Naturstein-Industrie, Kalkindustrie, Zementindustrie, Beton- und Transportbeton-Industrie, Kies- und Sandindustrie, Erdölindustrie. 2007 waren in der Branche ca. 140.000 Arbeitnehmer beschäftigt. Die Entschädigungsleistungen der Berufsgenossenschaft für Arbeits- und Wegeunfälle und Berufskrankheiten betrug in 2007 ca. 120 Mill. Euro (StBG 2007). Die Branche wurde bewusst ausgewählt, da sie sich zum einen durch einen hohen Anteil an kleinen und mittelständischen Unternehmen und zum anderen durch einen hohen Anteil männlicher Arbeitnehmer aus unteren Bildungsschichten auszeichnet. Im Vergleich zu Unternehmen bspw. des Bergbaus ist das Arbeitssicherheitsmanagement in Betrieben der Branche BSE oft wesentlich weniger professionalisiert. Dies wirkt sich in einer überdurchschnittlichen Häufigkeit von Arbeitsunfällen aus (vgl. BAuA 2008b).

Das Projekt ist auf eine Gesamtdauer von drei Jahren ausgelegt und umfasst mehrere Teilstudien. Zunächst soll eine qualitative Untersuchung mit Hilfe von acht

bis zehn Fokusgruppeninterviews sowie 20 bis 30 Experteninterviews aufdecken, welche wesentlichen Probleme im Bereich des Arbeitssicherheitsmanagements in den Betrieben bestehen. Aufbauend sollen die Ergebnisse dieser qualitativen Forschung durch eine repräsentative quantitative Feldstudie verifiziert werden. Innerhalb der Branche wird danach eine Stichprobe von drei bis fünf Unternehmen ausgewählt, in denen PAR eingeführt und dokumentiert wird. Diese Phase sollte einen Zeitraum von wenigstens zwei Jahren umfassen. Da die Vorgehensweise innerhalb des PAR-Projekts sich erst im Verlauf des Projekts selbst ergibt, können vorab keine konkreten Angaben gemacht werden. Zum Abschluss des Gesamtvorhabens folgt eine weitere branchenweite repräsentative Erhebung, mit der festgestellt wird, ob die Arbeitssicherheit der Unternehmen der PAR-Stichprobe sich signifikant besser entwickelt hat als in anderen Betrieben.

Zusätzlich zur Klärung der Frage des Anwendungsnutzens von PAR im Bereich Arbeitssicherheit werden durch die Studie mehrere Anwendungsbeispiele geschaffen, die einerseits weitere Unternehmen zur Einführung von PAR anregen können andererseits jedoch auch Erfahrungswissen über den Prozess der Einführung von PAR selbst liefern können. Darüber hinaus soll die Studie auch einen Anstoß für weitere Forschungsarbeiten zu PAR als Managementmethode liefern und helfen, die Potenziale dieser Methode für die betriebliche Praxis zu erschließen.

#### 4. Literatur

1. BAuA (Hrsg.) 2008a, Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Verfügbar unter: <http://www.baua.de>.
2. BAuA (Hrsg.) 2008b, Betriebsinfo Arbeitsschutz: Gesundheitsschutz in Zahlen. Dortmund: BAuA.
3. Ballantyne, D. 2004, Action Research reviewed: A market-oriented approach, *European Journal of Marketing*, 38, 321-337.
4. DGUV (Hrsg.) 2008, Website der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Verfügbar unter: <http://www.dguv.de>.
5. Di Virgilio, M. 2004, Transforming Work Groups through Action Research: A case study, *Organizational Development Journal*, 22, 82-95.
6. Hoyos, C. Graf 1980, *Psychologische Unfall- und Sicherheitsforschung*. Stuttgart: Kohlhammer.
7. Kerber, K. & Buono, A.F. 2005, Rethinking organizational change: Reframing the Challenge of Change Management, *Organization Development Journal*, 23, 23-38.
8. Lewin, K. 1946, Action Research and Minority Problems, *Journal of Social Issues*, 2, 34-46.
9. Luczak, H. 1997, *Handbuch Arbeitswissenschaft*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
10. Näslund, D., Olsson, A. & Karlsson, S. 2006, Operationalizing the concept of value: An action research-based model, *The Learning Organization*, 13, 300-332.
11. Nold, H. 1993, *Psychologie der Arbeitssicherheit: Determinanten des Sicherheitsverhaltens und Motivation der Arbeitssicherheit*. Riedstadt: Lywis-Verlag.
12. Raelin, J.A. 1997, Action Learning and Action Science: Are they different, *Organizational Dynamics*, 25, 21-35.
13. Sarri, R. & Sarri, C. 1992, Organizational and Community Change through Participatory Action Research. In: D. Bargal & H. Schmid (Hrsg.) 1992, *Organizational Change and Development in Human Service Organizations*. Binghampton, NY: Harworth Press.
14. Senge, P. & Scharmer, C.O. 2006, Community Action Research: Learning as a Community of Practitioners. In: P. Reason & H. Bradbury (Eds.), *Handbook of Action Research*. London: Sage Publications.
15. Ströh, U. & Jaatinen, M. 2001, New approaches to communication management for transformation and change in organizations, *Journal of Communication Management*, 6, 148-165.
16. Skiba, R. 2000, *Taschenbuch Arbeitssicherheit*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
17. Steinbruchs-Berufsgenossenschaft (Hrsg.) 2007, *Verwaltungsbericht 2007*. Verfügbar unter: <http://www.stbg.de/html/ueberuns/verber07.pdf>.
18. Wenninger, G. 1991, *Arbeitssicherheit und Gesundheit*. Heidelberg: Asanger.

## SOBANE – Eine lösungsorientierte Risikomanagementstrategie

Hansjürgen GEBHARDT<sup>1</sup>, Karl-Heinz LANG<sup>1</sup>,  
Bernhard KAMPMANN<sup>1</sup> und Jacques MALCHAIRE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie (ASER) e.V.,  
Corneliusstr. 31, D-42329 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Université Catholique de Louvain (UCL) - Unité Hygiène et Physiologie du Travail,  
Clos Chapelle aux Champs, 3038, B-1200 Bruxelles*

**Kurzfassung:** Gerade vor dem Hintergrund des Erhalts und der Förderung der Beschäftigungsfähigkeit in Produktion wie in der Dienstleistung sind Strategien erforderlich, um Risiken zu minimieren und Arbeit optimiert zu gestalten. Beschrieben und vorgestellt wird ein Verfahren, das zur betrieblichen Lösungsfindung bei erhöhten Belastungen eingesetzt werden kann. Bereits 1999 in seinen Grundstrukturen am Beispiel von thermischen Belastungen vorgestellt (Malchaire et al. 1999), wurde es seitdem vielfach eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt, so dass heute eine Vielzahl von Risikofaktoren in gleicher Weise behandelt werden können. Das Kürzel SOBANE, abgeleitet aus den Begriffen Screening – Observation – Analysis – Expertise, steht dabei für ein gestuftes Vorgehen, das auf die Optimierung von Arbeitsbedingungen ausgerichtet ist und gerade auch die Möglichkeiten von Klein- und Mittelbetrieben berücksichtigt. Es setzt auf ein ausgewogenes Miteinander zwischen internen und externen Kompetenzen und fördert so das Finden geeigneter Lösungen. Wesentlich dabei sind organisatorische Rahmenbedingungen, die zu einer hohen betrieblichen Akzeptanz beitragen.

**Schlüsselwörter:** Risikomanagement, Ergebnisorientierung, Strategieentwicklung.

### 1. Einleitung

Die Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit ist zentrale Aufgabe des Arbeitsschutzes. Dies spiegelt sich auch im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), das die EG-Richtlinien 89/391/EWG vom 12. Juni 1989 sowie 91/383/EWG vom 25. Juni 1991 umsetzt und gleich zu Beginn in seiner Zielsetzung und Anwendungsbereich ausführt: „Dieses Gesetz dient dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern.“

Entsprechend stehen die Entwicklung und Durchführung von Maßnahmen im Vordergrund. Die Beurteilung der Arbeitsbedingungen (vgl. §5 ArbSchG) und evtl. damit verbundener Risiken ebenso wie deren Dokumentation (vgl. §6 ArbSchG) stellen in diesem Zusammenhang Anforderungen und Schritte ebenso wie eine Grundlage dar, um im Falle erhöhter Risiken die Entwicklung und Durchführung von Maßnahmen zu gewährleisten.

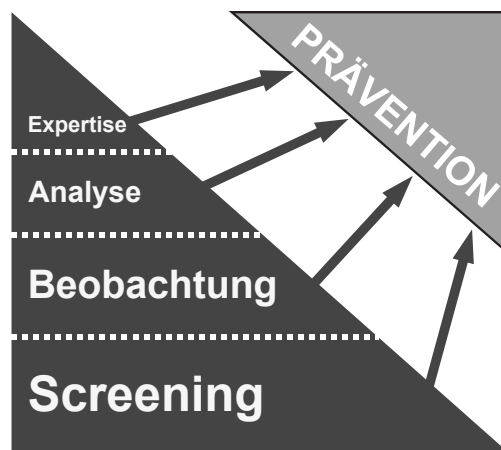
Stellen die genannten Forderungen gerade Klein- und Mittelbetriebe nicht selten bereits vor schwierige Aufgaben, so bildet die Maßnahmenableitung eine zusätzliche

Dimension, die es zu gewährleisten gilt.

Im Bereich der internationalen Normung fanden die Prinzipien Eingang und Anwendung in DIN EN ISO 15265 sowie DIN EN ISO 15743 und sind dort beschrieben, wesentliche Aspekte finden sich auch in den berufsgenossenschaftlichen Informationen BGI 5012 (2005) und BGI 7002 (2007).

## 2. Methode

Ausgehend von einem Anlass (Ergebnisse einer Gefährdungsbeurteilung, Beobachtung erhöhter Beschwerden etc.) wird ein Problembereich identifiziert. In einem ersten Schritt erfolgt eine Beobachtung mit dem Ziel, Problemlösungen zu identifizieren. Wenn das Problem so nicht bereits am Arbeitsplatz behoben werden kann, werden betriebliche Experten auf dem Gebiet der Arbeitsgestaltung hinzugezogen. Falls auch hier keine adäquate Lösung gefunden werden kann, ist es sinnvoll, externe Experten für die Lösungsfindung hinzuzuziehen. Die entwickelte Symbolik (vgl. Abbildung 1) kann hier als Ablaufdiagramm verstanden werden: Betrachtet man das untere Dreieck als Koordinatensystem und trägt auf der Ordinate die Anzahl der Arbeitssituationen, auf der Koordinate die Komplexität der eingesetzten Methoden auf, so ergibt sich schematisch das dargestellte Dreieck.



**Abbildung 1:** SOBANE – Strategie: Ablaufdiagramm

D.h. für viele Arbeitssituationen ist ein Screening ausreichend, um erforderliche präventive Maßnahmen zu entwickeln, für weniger ist eine intensivere Beobachtung erforderlich. Wiederum bei einer Teilmenge sind analytische Vorgehensweisen, für wenige Problemlösungen eine Expertise erforderlich, um das Ziel Prävention zu erreichen.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Grundbausteine

In einem ersten Schritt gilt es, geeignete Verfahren in den einzelnen Stufen zu identifizieren und bereitzustellen. Dabei kommt dem Screening eine besondere Bedeutung zu, da eine flächendeckende Anwendung anzustreben ist. Das Screening sollte dabei nicht nur eine orientierende Einschätzung der Belastungs- und Gefähr-



dungssituation ohne Einsatz komplexer Methoden ermöglichen, sondern auch Unterstützung bei dem Finden von Lösungen bieten. Neben anderen Instrumenten sei in diesem Zusammenhang auf Déparis (vgl. Malchaire 2008) verwiesen. Dieses Instrument schließt wesentliche und notwendige Betrachtungsbereiche (vgl. Tabelle 1) ein und bietet eine standardisierte Erhebung ebenso wie unterstützende Materialien für eine Lösungsfindung und deren Durchsetzung an.

**Tabelle 1:** Mögliche Betrachtungsbereiche (aus Malchaire 2008)

1. Arbeitsräume und –bereiche	10. Lärm
2. Arbeitsorganisation	11. Lufthygiene
3. Arbeitsunfälle	12. Thermische Rahmenbedingungen
4. Elektrische – und Brandrisiken	13. Schwingungen
5. Bedienelemente und Anzeigen	14. Eigenständigkeit und persönliche Verantwortung
6. Arbeitsmaterial, Werkzeuge und Maschinen	15. Arbeitsinhalte
7. Arbeitspositionen / Körperhaltungen	16. Zeitliche Zwänge
8. Kraftanstrengungen und Lastenhandhabungen	17. Arbeitsbeziehungen zu Kollegen und Vorgesetzten
9. Beleuchtung	18. Psychosoziales Umfeld

### 3.2 Akteure

Die Strategie setzt auf ein ausgewogenes Miteinander zwischen internen und externen Kompetenzen. Dies beinhaltet eine Beteiligung der Führungskräfte ebenso wie der Mitarbeiter vor Ort, die naturgemäß die Arbeitssituation bestens kennen und so Lösungsmöglichkeiten einschätzen können. Auch zur Koordinierung interner und externer Kompetenzen wird ein Koordinator im Sinne eines „Präventionsberaters“ empfohlen.

### 3.3 Übersicht

**Tabelle 2:** Merkmale der SOBANE-Strategie in einer Übersicht (aus Malchaire 2008)

	<b>Stufe 1 Screening</b>	<b>Stufe 2 Beobachtung</b>	<b>Stufe 3 Analyse</b>	<b>Stufe 4 Expertise</b>
<b>Wann?</b>	immer	im Problemfall	in schwierigen Fällen	in komplexen Fällen
<b>Wie?</b>	einfache Beobachtungen	qualitative Beobachtungen	quantitative Beobachtungen	Spezialisierte Messungen
<b>Kosten? Dauer?</b>	gering 10 Minuten	gering 2 Stunden	mäßig 2 Tage	hoch 2 Wochen
<b>Durch wen?</b>	Personen des Unternehmens	Personen des Unternehmens	Personen des Unternehmens + Präventionsberater	Personen des Unternehmens + Präventionsberater + Experte
<b>Kompetenz</b> • Arbeitssituation • Sicherheit Gesundheit	sehr hoch gering	hoch mäßig	mäßig hoch	gering spezialisiert



Tabelle 2 fasst wesentliche Merkmale der SOBANE-Strategie in einer Übersicht zusammen. Aufgetragen sind einerseits die verschiedenen Stufen 1 bis 4, die berücksichtigten Arbeitssituationen (Wann ?), die Form der Betrachtung (Wie ?), Kosten und Dauer, die einbezogenen Akteure sowie die erforderlichen Kompetenzen bezogen auf die Arbeitssituation sowie Sicherheit und Gesundheit.

Tabelle 2 macht dabei einerseits das gestufte Vorgehen, andererseits das Miteinander interner und externer Kompetenzen deutlich.

#### 4. Diskussion

Die SOBANE-Strategie erfüllt wesentliche Voraussetzungen, um ergebnis- und lösungsorientiert Risiken zu minimieren und so Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten zu gewährleisten. Sie eignet sich gerade für Klein- und Mittelunternehmen und ist international bereits erfolgreich etabliert. So sind Basisdokumente ebenso wie Formblätter aktuell in französischer, englischer, niederländischer, deutscher, spanischer, portugiesischer, arabischer und chinesischer Sprache verfügbar. Die Übersetzungen wurden auf Initiative verschiedener Länder erstellt (s.a. [www.sobane.be](http://www.sobane.be)). Eine aktuelle Präsentation erfolgte auch im Rahmen des regelmäßig durchgeführter Kolloquiums zu sicherheitsrechtlichen und sicherheitswissenschaftlichen Fragestellungen (s.a. Pieper & Lang 2007) und steht auch zum Download zur Verfügung (s.a. <http://suqr.uni-wuppertal.de/index.php?id=735>).

#### 5. Literatur

1. Malchaire, J., Gebhardt, H. & Piette, A. 1999, Strategy for evaluation and prevention of risk due to work in thermal environments, *Annals of Occupational Hygiene*, 43, 367-76.
2. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG), BGBl. I S. 1246, zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 30. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2130).
3. DIN EN ISO 15265: 2004, Ergonomie der thermischen Umgebung - Strategie zur Risikobeurteilung zur Abwendung von Stress oder Unbehagen unter thermischen Arbeitsbedingungen. Berlin: Beuth.
4. DIN EN ISO 15743: 2008, Ergonomie der thermischen Umgebung - Arbeitsplätze in der Kälte - Risikobewertung und Management. Berlin: Beuth.
5. BGI 5012: 2005, Beurteilung des Raumklimas – eine Handlungshilfe für Klein- und Mittelunternehmen. Köln: Heymanns.
6. BGI 7002: 2007, Gesund und fit im Kleinbetrieb – Beurteilung von Hitzearbeit – eine Handlungshilfe für kleine und mittlere Unternehmen. Köln: Heymanns.
7. Malchaire, J. 2008, SOBANE – eine partizipative Managementstrategie zur Verbesserung von Gesundheit und Sicherheit bei der Arbeit, Föderaler Öffentlicher Dienst Beschäftigung, Arbeit und Soziale Konzertierung, Belgien. Verfügbar unter: [http://www.deparisnet.be/sobane/allemand/Malchaire\\_Strategie\\_SOBANE\\_Duits\\_2008.pdf](http://www.deparisnet.be/sobane/allemand/Malchaire_Strategie_SOBANE_Duits_2008.pdf)
8. Pieper, R. & Lang, K.-H. (Hrsg.) 2007, Sicherheitsrechtliches Kolloquium 2005 – 2006, Forschungsbericht Nr. 14, Schriftenreihe des Instituts ASER e.V. an der Bergischen Universität Wuppertal. Wuppertal: Institut ASER e.V..

## Gefährdungsbeurteilung im Verkehrsgewerbe - Analyse des Ist-Zustandes

Claus BACKHAUS, Andreas PATORRA, Uwe KALKREIBER,  
Holger SCHULZ, Christian FELTEN und Jörg HEDTMANN

*Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen,  
Ottenser Hauptstr. 54, D-22765 Hamburg*

**Kurzfassung:** Die Studie ermittelt die Umsetzung der gesetzlich geforderten Gefährdungsbeurteilung im Verkehrsgewerbe. Die Datenerhebung erfolgt in Form eines strukturierten Interviews durch Aufsichtspersonen der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen (n=1066). Lediglich 34% der befragten Unternehmen haben eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. Insbesondere Kleinbetriebe haben häufig keine systematische Beurteilung der Arbeitsbedingungen vorgenommen. Die Qualität der durchgeführten Gefährdungsbeurteilungen ist unabhängig von der Betriebsgröße und wird generell gut bewertet. 83% der Unternehmen geben an, dass ihnen die gesetzliche Verpflichtung zur systematischen Beurteilung der Arbeitsbedingungen nicht bekannt ist. Zukünftig sollten verstärkt Kleinbetriebe mit speziellen Produkten zur Gefährdungsbeurteilung angesprochen werden.

**Schlüsselwörter:** Gefährdungsbeurteilung, Arbeitsschutzgesetz, Verkehrsgewerbe, Arbeits- und Gesundheitsschutz.

### 1. Situation

Jeder Arbeitgeber in der Bundesrepublik Deutschland ist durch das Arbeitsschutzgesetz verpflichtet, die mit der Arbeit verbundenen Gefährdungen und Belastungen für seine Beschäftigten zu beurteilen und festzulegen, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur sicheren und gesundheitsgerechten Verrichtung der Arbeit erforderlich sind (ArbSchG 1996).

Als zentrales Präventionsinstrument soll diese Gefährdungsbeurteilung helfen, arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren so weit wie möglich zu vermeiden und - durch eine gestärkte Selbstverantwortung der Unternehmer - zu einer Liberalisierung des Arbeitsschutzes in Deutschland beitragen. Besonders in kleinen Betrieben, die mit weniger als 10 Mitarbeitern nur einer eingeschränkten Dokumentationspflicht zur Gefährdungsbeurteilung unterliegen, bereitet die Umsetzung eines systematischen Arbeitsschutzes erfahrungsgemäß Probleme.

Die vorgestellte Studie erfasst den Ist-Zustand der Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung in Betrieben des Verkehrsgewerbes und beurteilt die Bedeutung des Arbeitsschutzes in diesen Unternehmen.

### 2. Methode

Die Datenerhebung erfolgt in Form eines strukturierten Interviews durch Aufsichtspersonen der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen. Es werden unterschiedliche Mitgliedsbetriebe des Verkehrsgewerbes (insbesondere Taxi-, Kurier-,

Omnibus-, Entsorgungs- und Güterverkehrsgewerbe) befragt. Ein besonderer Befragungsschwerpunkt sind kleine und mittelgroße Betriebe.

Zur Datenerfassung wird ein Fragebogen mit geschlossenen Antwortmöglichkeiten eingesetzt, in dem die Kategorien Gewerbebezweig, Betriebsgröße, organisatorische Durchführung und Verantwortlichkeit, Dokumentation und Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung abgefragt werden (insgesamt 15 Items). Zum Erfassen der Qualität der Gefährdungsbeurteilung wird zusätzlich bewertet, ob diese systematisch und strukturiert durchgeführt wurde, alle Arbeitsbereiche im Unternehmen erfasst und ob alle relevanten Gefährdungen ausreichend berücksichtigt worden sind.

Ergänzend wird im Anschluss an das Interview die Motivation, Kooperationsbereitschaft und allgemeine Bedeutung des Arbeitsschutzes im Unternehmen mit Hilfe einer fünfstufigen Likert-Skala eingeschätzt.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgt mit dem Softwareprogramm SPSS, Version 15.0.

### 3. Ergebnisse

An der Befragung nahmen 1066 Unternehmen teil. Die Verteilung der Stichprobe über die Gewerbebezweige und Betriebsgrößen ist nachfolgend dargestellt (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Verteilung der Stichprobe über Gewerbebezweige und Betriebsgröße

Gewerbebezweig	Betriebsgröße (Anzahl der Mitarbeiter)					Gesamt
	0-9	10-29	30-49	50-99	≥ 100	
Taxi	52	19	3	0	0	74
Omnibus	17	23	6	13	5	64
Kurierdienste	44	18	6	0	1	69
Entsorgung	29	36	15	9	1	90
Güterverkehr	210	214	38	13	10	485
Sonstige	135	101	22	8	18	284
Gesamt	487	411	90	43	35	1066

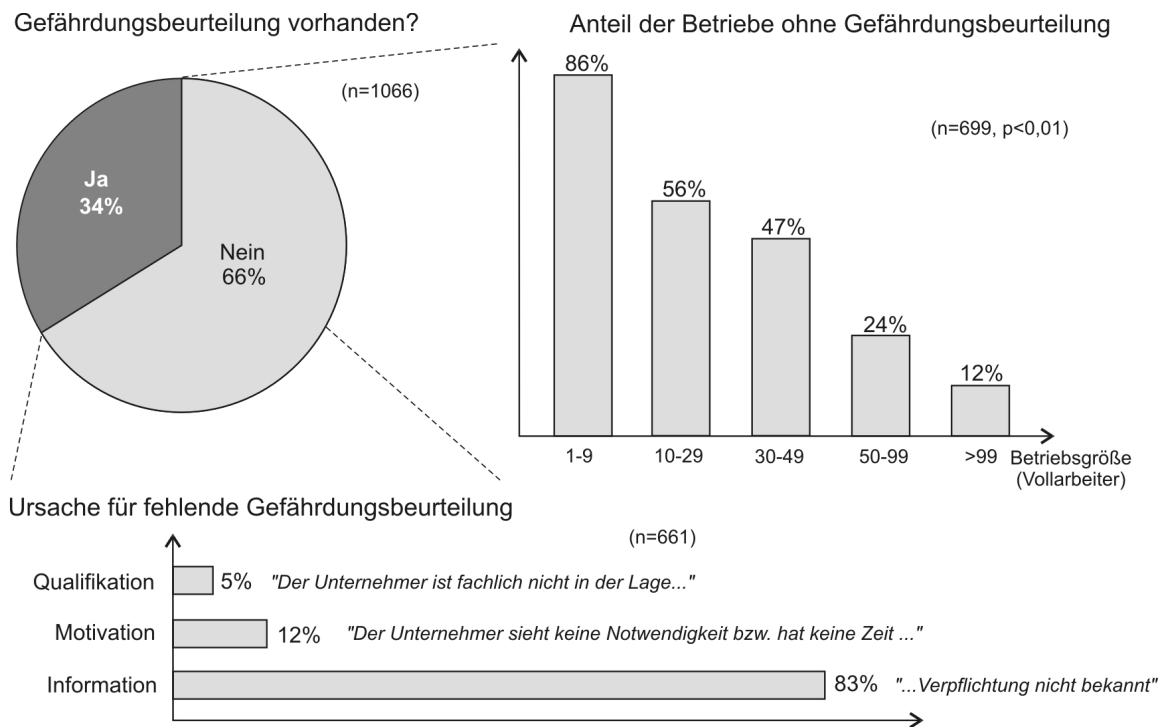
In 66% der befragten Unternehmen wurde keine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. In 86% aller Betriebe mit weniger als 10 Mitarbeitern (kumuliert, Vollzeit) fehlt eine systematische Beurteilung des Arbeitsschutzes.

Hauptursache für eine fehlende Gefährdungsbeurteilung ist mit 83% die fehlende Kenntnis der gesetzlichen Verpflichtung (vgl. Abbildung 1).

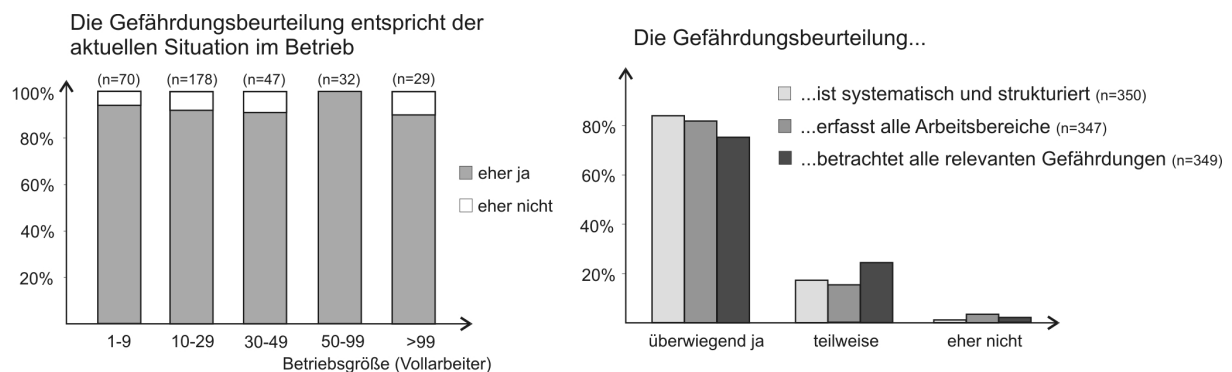
In 81% der Betriebe mit Gefährdungsbeurteilung (n=362) wird diese von der Sicherheitsfachkraft durchgeführt. Lediglich in 13% der Mitgliedsbetriebe wird der Unternehmer als Hauptautor benannt.

Papiergestützte Medien zur Unterstützung bzw. Dokumentation, wie z.B. Handlungshilfen oder Sicherheitschecklisten der Unfallversicherungsträger, werden mit 88% gegenüber PC-Programmen mit nur 12% deutlich bevorzugt.

Abbildung 2 zeigt die beurteilte Validität und Qualität der Gefährdungsbeurteilungen.



**Abbildung 1:** Gesamtanteil der Unternehmen mit Gefährdungsbeurteilung (l.), fehlende Gefährdungsbeurteilung nach Betriebsgröße (r.) und Ursachen für eine fehlende Gefährdungsbeurteilung (u.)

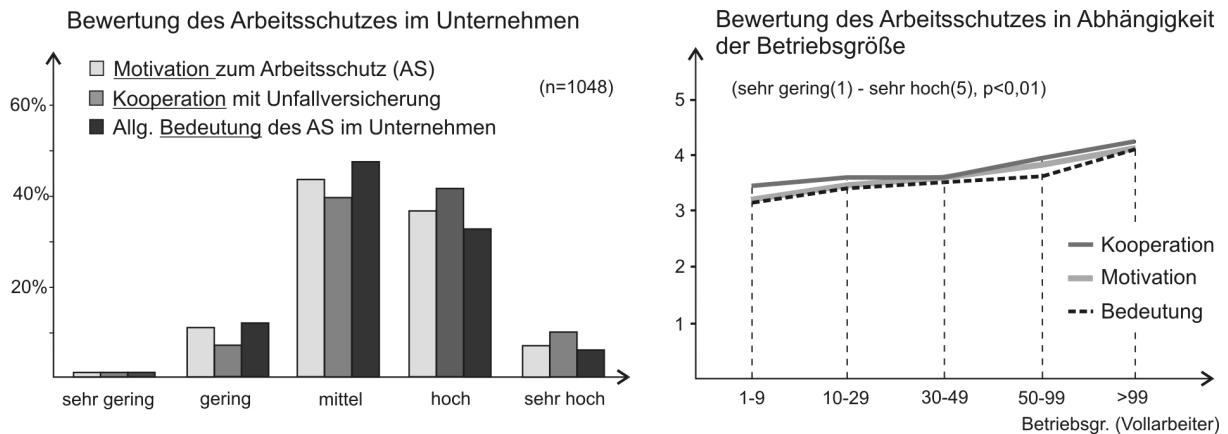


**Abbildung 2:** Abschätzung der Validität der Gefährdungsbeurteilung in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (l.) und Qualität der durchgeführten Gefährdungsbeurteilungen (r.)

Die Ergebnisse der Beurteilung des Arbeitsschutzes im Unternehmen durch die Aufsichtspersonen der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen sind in Tabelle 2 dargestellt (vgl. Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Bewertung des Arbeitsschutzes im Unternehmen (Ratingsstufen: sehr gering(1) - sehr hoch(5), M: Mittelwert, Std.: Standardabweichung)

Item	M	Std.
Motivation im Unternehmen zum Arbeitsschutz	3,4	±0,8
Kooperation mit der Unfallversicherung	3,5	±0,8
Allg. Bedeutung des Arbeitsschutzes im Betrieb	3,3	±0,8



**Abbildung 3:** Bewertung des Arbeitsschutzes im Unternehmen: Verteilung über die Bewertungskategorien (l.) und Darstellung der Bewertung in Abhängigkeit der Betriebsgröße (r.)

#### 4. Diskussion

Die Studie belegt die unzureichende Umsetzung der Forderung des Arbeitsschutzgesetzes zur Analyse und Bewertung der Arbeitsbedingungen in den Unternehmen. Im Durchschnitt hat lediglich ein Drittel der befragten Betriebe eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. Hierbei ergeben sich hochsignifikante Unterschiede in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (Chi2-Test,  $p < 0,01$ ). Besonders in Kleinbetrieben bestätigt sich die Vermutung, dass eine systematische Beurteilung der Arbeitsbedingungen häufig nicht vorliegt. Als Hauptursache wird die fehlende Kenntnis der gesetzlichen Verpflichtung angegeben.

Die Qualität und Validität der durchgeführten Gefährdungsbeurteilungen wird zusammenfassend gut beurteilt. Eine Abhängigkeit von der Betriebsgröße kann statistisch nicht nachgewiesen werden. Die von den Unfallversicherungsträgern zur Verfügung gestellten Handlungshilfen verfügen in der Praxis über eine gute Akzeptanz. Papiergestützte Medien werden immer noch deutlich bevorzugt, was am Stichprobenkollektiv mit einem hohen Anteil an Kleinbetrieben liegen kann. Erwartungsgemäß nimmt der Stellenwert des Arbeitsschutzes mit der Betriebsgröße ab. Ein Overall-Vergleich ergibt für alle Qualitäts-Beurteilungsgrößen ebenfalls hochsignifikante Unterschiede in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0,01$ ).

Im Rahmen des gesetzlichen Präventionsauftrages sollte die Bedeutung der Gefährdungsbeurteilung für den Arbeits- und Gesundheitsschutz im Unternehmen insbesondere für die Zielgruppe der Kleinbetriebe stärker verdeutlicht werden.

Als eine Konsequenz der durchgeführten Studie entwickelt die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen zukünftig verstärkt Handlungshilfen zur Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen für Kleinbetriebe des Verkehrsgewerbes.

#### 5. Literatur

1. Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit, vom 7. August 1996, Bundesgesetzblatt, 1246.

# **Ist die Bildschirmarbeitsverordnung noch zeitgemäß? - Ansätze zu einer Regelung des betrieblichen Arbeitsschutzes für mobile IT-gestützte Arbeitsformen**

Markus KOHN<sup>1</sup> und Roger STAMM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Abteilung Sicherheit und Gesundheit,*

<sup>2</sup> *BGIA- Institut für Arbeitsschutz,*

*Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV,*

*Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Eines der wichtigsten Instrumente des Arbeitsschutzes im Bereich der IT-gestützten Arbeit ist die seit Mitte der 90er Jahre etablierte Bildschirmarbeitsverordnung. Sie führt eine Reihe von allgemeinen Grundsätzen und speziellen Maßnahmen für die Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit an solchen Arbeitsplätzen auf. Die Bildschirmarbeitsverordnung ist jedoch nur auf Bildschirmarbeitsplätze im Büro anwendbar. Neue IT-gestützte Arbeitsformen, wie z.B. in Transport und Logistik oder mobil auf Dienstreisen, werden durch die Bildschirmarbeitsverordnung nicht adressiert. Diese Arbeitsformen sind daher in einigen Aspekten des Arbeitsschutzes als nur durch das Arbeitsschutzgesetz grundsätzlich geregelt zu betrachten. Der Beitrag untersucht die Problematik, die sich aus dem Widerspruch zwischen der vermutlich noch weiter steigenden Verbreitung neuer IT-gestützter Arbeitsformen und der Nichtanwendbarkeit der Bildschirmarbeitsverordnung für den Arbeitsschutz ergibt und macht konkrete Lösungsvorschläge für die Auflösung dieses Widerspruchs.

**Schlüsselwörter:** Bildschirmarbeit, Bildschirmarbeitsverordnung, mobile IT-gestützte Arbeit, Arbeitsschutz.

## **1. Einleitung**

Als nationale Umsetzung einer entsprechenden EU-Rahmenrichtlinie (90/72/EEC) regelt die Bildschirmarbeitsverordnung (BildschArbV 1996) seit Mitte der 90er-Jahre die Gestaltung der Arbeit an Bildschirmarbeitsplätzen. Sie stellt eines der wichtigsten Instrumente des Arbeitsschutzes im Bereich der IT-gestützten Arbeit dar. Sie führt eine Reihe von allgemeinen Grundsätzen und speziellen Maßnahmen für die Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit an solchen Arbeitsplätzen auf. Für die Arbeit an stationären Bildschirmarbeitsplätzen im Büro haben sich diese Grundsätze und Maßnahmen bewährt, wie eine kürzlich erfolgte Evaluation im Auftrag des BMAS ergeben hat (BMAS 2008).

Für den Bereich der mobilen Arbeit mit informationstechnischen Geräten außerhalb einer Betriebsstätte (z.B. „mobile Büroarbeit“ während einer Geschäftsreise) sowie in einigen Arbeitsbereichen, in denen ebenfalls solche Geräte eingesetzt werden (z.B. Flurförderzeuge in der Logistik, technischer Service, Kundenbetreuung) ist die Bildschirmarbeitsverordnung jedoch nicht anwendbar, da §1, Zif. 4 diese Bereiche als Anwendungsbereiche der Verordnung explizit ausschließt – und zwar für die Verordnung als Ganzes. Diese Bereiche sind daher zumindest im Hinblick auf die Gesundheitsgefahren, die durch die Arbeit an und mit Bildschirmen und der zugehö-



rigen Peripherie entstehen können sowie die Anforderungen an Geräte und Tätigkeiten, als konkret ungeregelt zu betrachten. Für den betrieblichen Arbeitsschutz bestehen für diese Arbeitsformen somit lediglich solche Gestaltungsmöglichkeiten, die entweder auf freiwilliger Basis der jeweiligen Akteure oder auf noch grundlegenden gesetzlichen Regelungen, wie z.B. dem Arbeitsschutzgesetz, beruhen. Erstere kann jedoch insbesondere unter wirtschaftlichem Druck problemlos einseitig wieder aufgekündigt werden, letztere beschränken sich lediglich auf allgemeine Prinzipien, die für die betriebliche Praxis nur wenig konkrete Hilfestellung bieten.

Die Bildschirmarbeitsverordnung bzw. die zugrunde liegende EU-Richtlinie sind zu einem Zeitpunkt entstanden, zu dem die heutige z.T. sehr weite Verbreitung dieser neuen IT-gestützten Arbeitsformen weder vorhersehbar, noch die damit verbundenen Gesundheitsgefahren ausreichend erkennbar waren. Dies gilt insbesondere für die mobilen IT-gestützten Arbeitsformen mit Laptops. Dies läßt die Frage, ob die Bildschirmarbeitsverordnung den heute herrschenden Gegebenheiten in der Arbeitswelt noch gerecht wird, daher durchaus berechtigt erscheinen.

## **2. Bildschirmgeräte an mobilen Arbeitsplätzen**

Der Einsatz von Bildschirmgeräten an mobilen Arbeitsplätzen zeichnet sich aus der Sicht des Arbeitsschutzes durch einige Besonderheiten gegenüber normaler Bildschirmarbeit aus:

- Die mobile Arbeit mit Bildschirmgeräten findet häufig außerhalb einer Betriebsstätte und damit außerhalb des unmittelbaren Zugriffsbereichs des jeweiligen betrieblichen Arbeitsschutzes statt.
- Die Tätigkeiten sind sehr unterschiedlich. Es gibt kurzzeitige Arbeiten, aber auch länger andauernde Arbeit, die Konzentration verlangt. Häufige Unterbrechungen der jeweiligen Arbeit durch Störungen sind dabei charakteristisch.
- Die Arbeitsumgebung (z.B. Beleuchtungsverhältnisse) und die ergonomischen Bedingungen (z.B. Haltung, Sitzmöglichkeiten, Aufstellung des Gerätes) lassen sich in der Regel nur begrenzt an die üblichen Anforderungen von Bildschirmarbeit anpassen. Der Anwender kann sich zumeist auch nicht die am besten geeigneten „Arbeitsplätze“ suchen, sondern muß mit den gegebenen Örtlichkeiten auskommen.
- Aufgrund der Mobilitätsanforderungen (z.B. Gewicht, Platzbedarf, Handlichkeit) sind die Bildschirmgrößen begrenzt oder z.T. auch besonders klein.

Für den betrieblichen Arbeitsschutz für mobile IT-gestützte Arbeitsformen ergibt sich hieraus ein besonderes Dilemma: Einerseits haben die allgemeinen Vorschriften zum Arbeitsschutz, wie das Arbeitsschutzgesetz, das Arbeitssicherheitsgesetz oder das Arbeitszeitgesetz auch für diese Arbeitsformen Gültigkeit. Andererseits mangelt es jedoch aufgrund der oben dargestellten Besonderheiten von mobiler IT-gestützter Arbeit gerade hier an konkreten Umsetzungs- und Gestaltungsvorgaben für den praktischen Arbeitsschutz – von einigen Normen zur technischen Gerätegestaltung einmal abgesehen (Kohn 2006). Die Bildschirmarbeitsverordnung, die sich für den Bereich der bildschirmgestützten Arbeit im Büro durchaus bewährt hat und für viele Aspekte eine Lösung liefern könnte, ist in ihrer derzeitigen Form allerdings von einer besonderen Problematik betroffen.

### 3. Die Problematik der Bildschirmarbeitsverordnung

Neben der rein formalen Nichtanwendbarkeit besteht auch inhaltlich nur eine teilweise sinnvoll mögliche Anwendbarkeit der Bildschirmarbeitsverordnung auf mobile IT-gestützte Arbeitsformen: Die Anforderungen an die Gestaltung der Arbeitsplätze beziehen sich entweder direkt auf die Gestaltung von Bildschirmarbeit an einem Büroarbeitsplatz, wie z.B. das Vorhandensein sowie konkreter Maße von speziellen Arbeitsmitteln (z.B. Arbeitsstühle, Fußstützen und Vorlagenhalter) oder die Gestaltung von konkreten Faktoren der Arbeitsumgebung (z.B. Einhaltung bestimmter Abstände und Winkel zu Lichtquellen, Vermeidung von Lärmbelastung), oder sie sind von so allgemeiner Natur, daß sie durchaus auf mobile und weitere Formen IT-gestützter Arbeit sinnvoll anwendbar wären. Beispiele für letzteres sind reflexions- und blendungsfreier Bildschirme, ergonomische und deutlich beschriftete Tastaturen, eine ergonomische Informationsdarstellung sowie an die Aufgabe angepaßte Software. Tabelle 1 gibt eine Aufstellung der Anforderungen sowie ihrer jeweiligen inhaltlichen Anwendbarkeit auf mobile IT-gestützte Arbeit.

### 4. Lösungsansatz

Die Lösung dieser grundsätzlichen Problematik liegt daher in einer getrennten Regelung der allgemeinen und der speziellen Anforderungen an die Arbeit mit und an Bildschirmgeräten: Würde die Bildschirmarbeitsverordnung aufgeteilt werden in einen allgemeine Verordnungsteil - die derzeitigen Paragraphen §2 bis §7 (§1 beschränkt den Anwendungsbereich der BildschArbV. Er würde in der aufgeteilten Form modifiziert werden oder ganz entfallen) - und einen oder mehrere spezielle Gestaltungsrichtlinien für die jeweilige Form IT-gestützter Arbeit (für Bildschirmarbeit im Büro der derzeitige Anhang), könnte sowohl eine allgemeine Anwendbarkeit auf als auch eine jeweils spezielle und konkrete Gestaltung von modernen mobilen IT-gestützten Arbeitsformen gewährleistet werden.

### 5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Bildschirmarbeitsverordnung ist bewährtes Instrument des Arbeitsschutzes für die Bildschirmarbeit im Büro. Die allgemeinen Prinzipien des Verordnungsteils sind problemlos auch auf moderne, mobile IT-gestützte Arbeitsformen anwendbar. Aus der Sicht des Arbeitsschutzes sind diese Anforderungen durchaus auch als zeitgemäß anzusehen. Die speziellen Anforderungen des Anhangs der Bildschirmarbeitsverordnung beschränken deren Anwendbarkeit jedoch auf Bildschirmarbeit im Büro. Abhilfe kann hier durch eine Aufteilung der Verordnung in einen allgemeinen und mehrere jeweils spezielle Teile – letztere mit jeweils beschränktem Anwendungsbereich – erfolgen. Diese Thematik wird derzeit auch von einer Studiengruppe unter der fachlichen Leitung der Autoren im Auftrag der EU-Kommission mit Bezug auf die EU-Richtlinie untersucht.

**Tabelle 1:** Anwendbarkeit der Anforderungen der BildschArbV auf mobile IT-gestützte Arbeit

Absatz	Inhalt	anwendbar?
<b>Allgemeiner Teil</b>		
§3	<b>Beurteilung der Arbeitsbedingungen</b> Pflicht zur Gefährdungsermittlung und –beurteilung	ja
§4	<b>Anforderungen an die Gestaltung</b> Pflicht zur vorschriftenkonforme Gestaltung der Bildschirmarbeit	ja
§5	<b>Täglicher Arbeitsablauf</b> Regelmäßige Unterbrechungen der Bildschirmarbeit durch andere Tätigkeiten oder Pausen	ja
§6	<b>Untersuchung der Augen und des Sehvermögens</b> Regelmäßige Untersuchung des Sehvermögens und ggf. Stellen von speziellen Sehhilfen	ja
<b>Anhang</b>		
<b>Bildschirmgerät und Tastatur</b>		
1	scharfe, deutliche und ausreichend große Zeichen	ja
2	stabiles und flimmerfreies Bild ohne Verzerrungen	ja
3.	leicht einstellbare/r und anpaßbare/r Helligkeit und Kontrast	ja
4	keine störenden Reflexionen und Blendungen	ja
5	leicht dreh- und neigbares Bildschirmgerät	ja
6	getrennte und neigbare Tastatur	<b>bedingt</b>
7	variable Anordnung der Arbeitsmittel (Tastatur etc.) möglich	<b>bedingt</b>
8	reflexionsarme Tastaturoberfläche	ja
9	ergonomische/r Form und Anschlag der Tastatur	ja
<b>Sonstige Arbeitsmittel</b>		
10 – 13	Arbeitstisch, Arbeitsstuhl, Vorlagenhalter, Fußstütze	<b>nein</b>
<b>Arbeitsumgebung</b>		
14 - 19	ausreichend Raum, angemessene Beleuchtung, Fenster und Flächen, Lärm, Wärmebelastung durch Arbeitsmittel, Strahlung	<b>nein</b>
<b>Zusammenwirken Mensch - Maschine</b>		
20	Beachtung der Grundsätze der Ergonomie	ja
21 (1-4)	Software-Ergonomie	ja
22	keine Vorrichtung zur qualitativen und quantitativen Kontrolle	ja

## 6. Literatur

1. BildschArbV 1996, Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräte (Bildschirmarbeitsverordnung – BildschArbV) vom 4. Dezember 1996 (Stand: November 2003).
2. BMAS 2008, Evaluation der EU Bildschirmarbeitsrichtlinie 90/270 EWG - Nationaler Bericht Deutschland.
3. Kohn 2006, 1. Konferenz Mobilität und Mobile Informationssysteme (MMS 2006), Passau.

# **Bildschirmarbeit im Non-Office-Bereich – Umsetzung der BildschirmarbV an Beispielen aus den Bereichen Kliniken/Praxen sowie aus der Produktion**

Nathalie HENKE und Armin WINDEL

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die ergonomische Gestaltung von Arbeitssystemen mit Bildschirmunterstützung, die keine „klassischen“ Bildschirmarbeitsplätze aus dem Büro- und Verwaltungsbereich sind, allerdings ebenso dem Anwendungsbereich der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) unterliegen (sog. Bildschirmarbeit im Non-Office-Bereich), ist häufig unzureichend. Diese Arbeitsplätze sind insbesondere in Kliniken und Praxen, sowie in der industriellen Produktion und in Leitwarten anzutreffen. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, wurden in einem ersten Projekt der BAuA Bildschirmarbeitsplätze an medizinischen Großgeräten in Kliniken und Praxen umfassend analysiert. Kaum ein Arbeitsplatz entsprach den Anforderungen der BildscharbV. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden unter anderem auch in Form von Handlungsempfehlungen veröffentlicht. Im zweiten, im Beitrag vorgestellten Projekt standen Bildschirmarbeitsplätze in der Produktion im Mittelpunkt. Zur Realisierung einer flexiblen, produktiven und qualitativ hochwertigen Fertigung setzen nahezu alle Großunternehmen heute moderne Informations- und Produktionstechnologien ein, dies gilt zunehmend auch für KMU. z.B. im Bereich der Fertigung durch die Einführung von CAM (Computer Aided Manufacturing), des CAD (Computer Aided Design) und von PPS (Produktions-Planungs-Systemen). Einzelfallbetrachtungen zeigen, dass auch im Bereich der Produktion Handlungsbedarf im Hinblick auf die Gestaltung und Organisation dieser Bildschirmarbeitsplätze existiert. Daher wurde auch zu diesem Bereich eine umfassende Feldstudie in Auftrag gegeben. Auf der Grundlage vertiefender Analysen werden aktuell Praxishilfen entwickelt.

**Schlüsselwörter:** Bildschirmarbeit, Bildschirmarbeitsverordnung, Produktion, Kliniken und Praxen.

## **1. Einleitung**

Mit der Dezember 1996 - im Zuge der Umsetzung der EU Richtlinie 90/270/EWG - verabschiedeten Bildschirmarbeitsverordnung (BildschirmarbV) sind Mindestvorschriften bezüglich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit an Bildschirmgeräten formuliert worden.

Um die Umsetzung und die Akzeptanz der Richtlinie in den Betrieben der einzelnen Mitgliedstaaten zu prüfen, wurde zehn Jahre später unter der Federführung des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales eine europäische Evaluation der Bildschirmarbeitsrichtlinie durchgeführt, und anlässlich einer eigens dafür ausgerichteten europäischen Konferenz im Rahmen der deutschen Ratspräsidentschaft vorgestellt.

Ein Ergebnis der Untersuchung war, dass die Richtlinie in Deutschland dazu beigetragen hat, innerhalb der Betriebe das Bewusstsein für gesundheitsrelevante Aspekte der Bildschirmarbeit zu erhöhen.

Die Tatsache, dass rund 80 Prozent der insgesamt gut zwei Millionen Betriebe mit sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland mindestens einen Mitarbeiter bzw. eine Mitarbeiterin haben, der bzw. die Bildschirmarbeit verrichtet, zeigt die große Bedeutung dieses Tätigkeitsfeldes. In der Regel werden Bildschirmarbeitsplätze allerdings mit Büros assoziiert.

Ein weiteres Ergebnis der Evaluation bestand darin, dass die ergonomische Gestaltung von Arbeitssystemen mit Bildschirmunterstützung, die keine „klassischen“ Bildschirmarbeitsplätze aus dem Büro- und Verwaltungsbereich sind, allerdings ebenso dem Anwendungsbereich der BildscharbV unterliegen, aufgrund des technischen Fortschritts zunehmend an Bedeutung gewinnt. Dies bezieht sich insbesondere auf den Medizinsektor sowie die industrielle Produktion.

## 2. Ziele

Um diese Non-Office-Bildschirmarbeit genauer zu untersuchen und möglichen Handlungsbedarf, aber auch Beispiele guter Praxis, zu identifizieren, hatte die BAuA – Fachgruppe Ergonomie – zwei Forschungsvorhaben ausgeschrieben. Dabei ging es vor allem darum, zu prüfen, inwieweit die Mindestvorschriften der Bildschirmarbeitsverordnung auch in diesen Bereichen bekannt sind und umgesetzt werden. Neben diesen „harten“ Faktoren, wurden aber auch – soweit möglich – die sogenannten „weichen Faktoren“ wie Handlungsspielräume, Stress und Unterstützung durch Kollegen bzw. Vorgesetzte abgefragt.

## 3. Projekte

### 3.1 Projekt: *Bildschirmarbeitsplätze in Kliniken und Praxen*

Aufgrund des technischen Fortschritts haben sich viele Arbeitsplätze in Kliniken und Praxen, die ursprünglich einmal lediglich der Steuerung von Maschinen dienten, zu Bildschirmarbeitsplätzen entwickelt. Gerade an den Bildschirmarbeitsplätzen in den radiologischen bzw. nuklearmedizinischen Abteilungen verbringt technisches und ärztliches Personal einen großen Teil seiner Arbeitszeit vor dem Bildschirm, um Daten aufzunehmen, zu verarbeiten und zu befunden. Diese Daten müssen dann entsprechend bearbeitet, verwaltet und weitergeleitet werden.

Im Setting „Krankenhaus“ wird allerdings beim Thema Bildschirmarbeit immer noch mehr an Arbeitsplätze im Bereich der Verwaltung gedacht, als an medizinische Abteilungen. Als Bildschirmarbeitsplätze unterliegen diese allerdings hinsichtlich ihrer Gestaltung den Anforderungen, wie sie in der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) formuliert sind. Leider werden diese Arbeitsplätze nur selten als Bildschirmarbeitsplätze wahrgenommen und daher auch weder von Arbeitgebern noch von den Nutzern als solche behandelt bzw. gestaltet.

In dem Projekt wurden über 120 Bildschirmarbeitsplätze an medizinischen Großgeräten (CT, MRT, PET, etc.) in 14 Krankenhäusern untersucht. U.a. wurden die Umgebungsbedingungen analysiert, z.B. Daten zur Akustik (Mittelungspegel, Maximalpegel), zur Beleuchtung (Leuchtdichte, Beleuchtungsstärke) und zum Klima (rela-



tive Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Temperatur) erhoben. Darüber hinaus ist die Gestaltung der Arbeitsplätze auf Defizite hin analysiert worden, per Fragebogen wurden arbeitspsychologische Aspekte wie Arbeitsorganisation, Handlungsspielraum und Qualifizierung ermittelt.

Das Projekt konnte 2007 abgeschlossen werden. Der Forschungsbericht und eine Quartbroschüre mit Handlungsempfehlungen zur Gestaltung von ergonomischen Bildschirmarbeitsplätzen in Kliniken und Praxen sind über die Website der BAuA oder über das Informationszentrum zu beziehen.

### *3.2 Projekt Bildschirmarbeitsplätze in der Produktion*

Wie bereits in dem o. g. Projekt beschrieben, bringt auch im Bereich der Produktion der technologische Fortschritt eine Reihe von Veränderungen der Arbeitsplätze mit sich. So werden im Bereich der Produktion aufgrund technischer Innovationen zunehmend moderne Informations- und Produktionstechnologien eingesetzt - wie CAM (Computer Aided Manufacturing), CAD (Computer Aided Design) u. a.

Bezüglich der Art der Anlagensteuerung und der Überwachung komplexer Systeme müssen ergonomische Erkenntnisse zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion berücksichtigt, sowie in das Sicherheitskonzept, das Managementsystem und die (Notfall-) Gefahrenabwehrplanung einbezogen werden, um die Nutzer weder zu unterfordern (Gefährdung durch Monotonie und psychische Sättigung) noch zu überfordern (Gefährdung durch Zeitdruck und qualitative Überforderung).

Im Jahr 2008 wurden ca. 170 Arbeitsplätze in 17 Unternehmen sowohl unterschiedlichster Branchen (Automobilindustrie, Zulieferindustrie, Verpackungsindustrie, Elektronik, Lebensmittelchemie, Möbel- und Pharmaindustrie) als auch unterschiedlichster Größen untersucht.

Neben einer umfangreichen Ist-Analyse besteht das weitere Ziel des Projektes darin, Empfehlungen für die Gestaltung der Arbeitsplätze zu formulieren. Für den Bereich der Produktion, insbesondere in KMU, gilt dies besonders, da neben der notwendigen Finanzkraft oftmals auch das für die Umsetzung ergonomischer Erkenntnisse erforderliche Know-how fehlt.

## **4. Ausblick**

Um die Reihe der Untersuchungen von Bildschirmarbeitsplätzen im Non-Office-Bereich abzurunden, wird nach Abschluss des laufenden Projektes zur Gestaltung der Bildschirmarbeit in der Produktion ein neues Forschungsvorhaben zur Bildschirmarbeit in Leitwarten ausgeschrieben. Auch hier wird die Zielsetzung neben einer adäquaten Statusermittlung von Leitwartenarbeitsplätzen und ihren spezifischen Problemen in der Bereitstellung praxisrelevanter Handlungshilfen liegen.

## **5. Literatur**

1. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2008, Evaluation der EU Bildschirmarbeitsrichtlinie (90/270/EEC), Nationaler Bericht Deutschland.
2. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2008, Pilotstudie auf Basis der Bildschirmarbeitsrichtlinie (90/270/EWG), Integrierter länderübergreifender Bericht.
3. Sust, Ch. A., Lorenz, D., Dick, T. & Müller, G. 2006, Bildschirmarbeit in Kliniken und Praxen, BAuA-Quartbroschüre.



4. Sust, Ch. A., Lorenz, D. & Windel, A. 2008, Bildschirmarbeit in Kliniken und Praxen – BAuA-Forschungsprojekt F1801.

# Risikobewertung von Licht emittierenden Dioden (LED)

Ljiljana UDOVICIC, Marco JANSSEN, Günter OTT und Florian MAINUSCH

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Optische Strahlung, die von LED ausgeht, kann bei Überschreitung entsprechender Grenzwerte für die Augen des Menschen schädlich sein. Die Risikobewertung von LED soll anhand der Lampensicherheitsnorm „Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen“ IEC 62471 durchgeführt werden. Beispielhaft werden Messung und Risikoklassifizierung einer LED vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** Licht emittierende Dioden (LED), optische Strahlung, Risikobewertung, Risikogruppe.

## 1. Einleitung

Licht emittierende Dioden (LED) haben im Vergleich zu konventionellen Lichtquellen nicht nur eine lange Lebensdauer, sondern auch eine hohe Energieeffizienz. In vielen Anwendungen ersetzen sie zunehmend konventionelle Lichtquellen: LED werden bei Anzeigen von Messwerten und Betriebszuständen, bei der Signalgebung, bei Taschenlampen, OP-Leuchten und Autoscheinwerfern sowie in der Allgemein- und Architekturbeleuchtung eingesetzt. In den letzten Jahren wurden in der LED-Technologie große Fortschritte erzielt, die zu höheren Lichtausbeuten und höher-energetischen Spektren der LED geführt haben. Angesichts dieser Entwicklung stellt sich immer dringender die Frage nach der Augensicherheit.

In Bezug auf das Spektrum, als relativ schmalbandige Lichtquellen und im Hinblick auf ihre geringe Quellengröße ähneln LED Lasern. Nachdem jedoch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) die LED in den Anwendungsbereich der Lasersicherheitsnorm IEC 60825-1 aufgenommen und sie damit vom Standpunkt der Strahlungssicherheit den Lasern gleichgestellt hat, wurde erkannt, dass die damaligen Messverfahren zu überkritischen Ergebnissen bei der Risikobewertung von LED führen können. Das Messverfahren war auf gut kollimierte Laserstrahlen ausgerichtet und stellte eine Vereinfachung dar. Aus diesem Grund wurden mit der neuen Ausgabe der Lasersicherheitsnorm IEC 60825-1:2007, die in die nationale deutsche Norm DIN EN 60825-1:2008 übernommen wurde, LED ausdrücklich von der Norm aufgenommen. Auf LED soll in Zukunft die Lampensicherheitsnorm IEC 62471:2006 angewendet werden. Infrarot Emittierende Dioden (IRED) für spezifische Anwendungen, wie etwa IRED zur Freiraum-Datenübertragung, verbleiben allerdings noch in der Lasersicherheitsnorm. Die notwendigen Grenzwerte für die Exposition gegenüber von LED ausgehender inkohärenter optischer Strahlung für Augen und Haut legt die EU-Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung (Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und Rates) fest. Diese Richtlinie befindet sich zurzeit in der nationalen Umsetzungsphase, die bis 2010 abgeschlossen sein muss.

## 2. Lampensicherheitsnorm

Nach der Lampensicherheitsnorm werden Lampen in eine von vier Risikogruppen

eingeteilt: freie Gruppe (risikofrei), Risikogruppe 1 (geringes Risiko), Risikogruppe 2 (mittleres Risiko) und Risikogruppe 3 (hohes Risiko). Die Zuweisung einer Risikogruppe gibt dem Anwender Auskunft darüber, wie lange man der Strahlung der Lampe in einem relativ geringen Abstand ausgesetzt sein kann, bevor es zu einer Überschreitung der Grenzwerte kommt. Die Einteilung in eine Risikogruppe beruht, je nach Art des Grenzwertes, auf der Messung der spektralen Bestrahlungsstärke (definiert als Strahlungsleistung pro Flächeneinheit) oder Strahldichte (definiert als Strahlungsleistung pro Flächeneinheit und pro Raumwinkелеlement) in einem vorgegebenen Referenzabstand zur Lichtquelle. Die spektrale Bestrahlungsstärke bzw. Strahldichte ist mit der entsprechenden Wirkungsfunktion zu bewerten, über den entsprechenden Wellenlängenbereich zu integrieren und das Ergebnis mit den Grenzwerten für eine vorgegebene Expositionsdauer zu vergleichen. Nach der Lampensicherheitsnorm soll die photobiologische Gefährdung durch eine Lampe im Hinblick auf verschiedene Schädigungsmechanismen für das Auge bzw. die Haut überprüft werden. Für die Risikoklassifizierung wird zwischen folgenden photobiologischen Gefahren unterschieden:

- Aktinische Ultraviolett- (UV) Gefahr für das Auge und die Haut: Ultraviolettstrahlung im Wellenlängenbereich von 200 bis 400 nm kann zu einer Entzündung der Hornhaut des Auges und/oder zum Sonnenbrand führen.
- UV-Gefahr für das Auge: Ultraviolettstrahlung im Wellenlängenbereich von 315 bis 400 nm kann zu einem UV-Katarakt (Trübung der Augenlinse) führen.
- Photochemische Netzhautgefährdung (Blaulichtgefahr): Chronische Bestrahlung mit Licht im Wellenlängenbereich von 300 bis 700 nm kann zu einer photochemischen Schädigung der Netzhaut führen.
- Thermische Netzhautgefährdung: Sichtbares Licht und Infrarotstrahlung im Wellenlängenbereich von 380 bis 1400 nm können zu einer thermischen Schädigung der Netzhaut führen.
- Infrarot (IR) Strahlungsgefahr im Wellenlängenbereich von 780 bis 3000 nm kann zu einem IR-Katarakt (grauer Star) führen.

Bei LED im sichtbaren Spektralbereich dominieren zwei Schädigungsmechanismen der Netzhaut: die photochemische und die thermische Netzhautschädigung. Während die thermische Netzhautschädigung eine lokale Verbrennung des Netzhautgewebes darstellt, wird bei der photochemischen Schädigung die einfallende optische Strahlung in chemische Reaktionsenergie (und nicht in Wärme) umgesetzt. Die photochemische und die thermische Netzhautschädigung sind von der Größe der bestrahlten Netzhautfläche abhängig. Hornhaut und Linse des Auges bilden die scheinbare Quelle auf der Netzhaut ab (bei LED ist die Strahlungsquelle (Chip) meistens mit Linsen in einem Plastikgehäuse integriert, durch die Linse entsteht bei direktem Blick für das Auge eine sog. „scheinbare Quelle“), wobei die Größe der Abbildung auf der Netzhaut proportional zur Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle  $\alpha$  ist (Die Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle ergibt sich aus der Größe der scheinbaren Quelle  $d$  und dem Betrachtungsabstand  $r$ :  $\alpha = d/r$ ). Mit steigender Betrachtungszeit führen unwillkürliche Augenbewegungen dazu, dass die Abbildung der Quelle über einen größeren Winkel verschmiert wird und damit die bestrahlte Fläche auf der Netzhaut größer wird, was zu vermindertem Risiko führt. Die Lampensicherheitsnorm berücksichtigt den Effekt des verminderten Risikos durch Augenbewegungen, indem bei längeren Bestrahlungsdauern ein größerer Sichtwinkel  $\gamma$  vorgegeben ist, der vom Detektor „gesehen“ wird. Der Sichtwinkel  $\gamma$  kann für Messungen zur Gefährdung der Netzhaut je nach Bestrahlungsdauer Werte zwischen 1,7 mrad ( $t \leq 0,25$  s), und 100 mrad ( $t \geq 10.000$  s) einnehmen (siehe Tabelle 1). Die einzuhaltenden

Grenzwerte werden in Strahldichte angegeben.

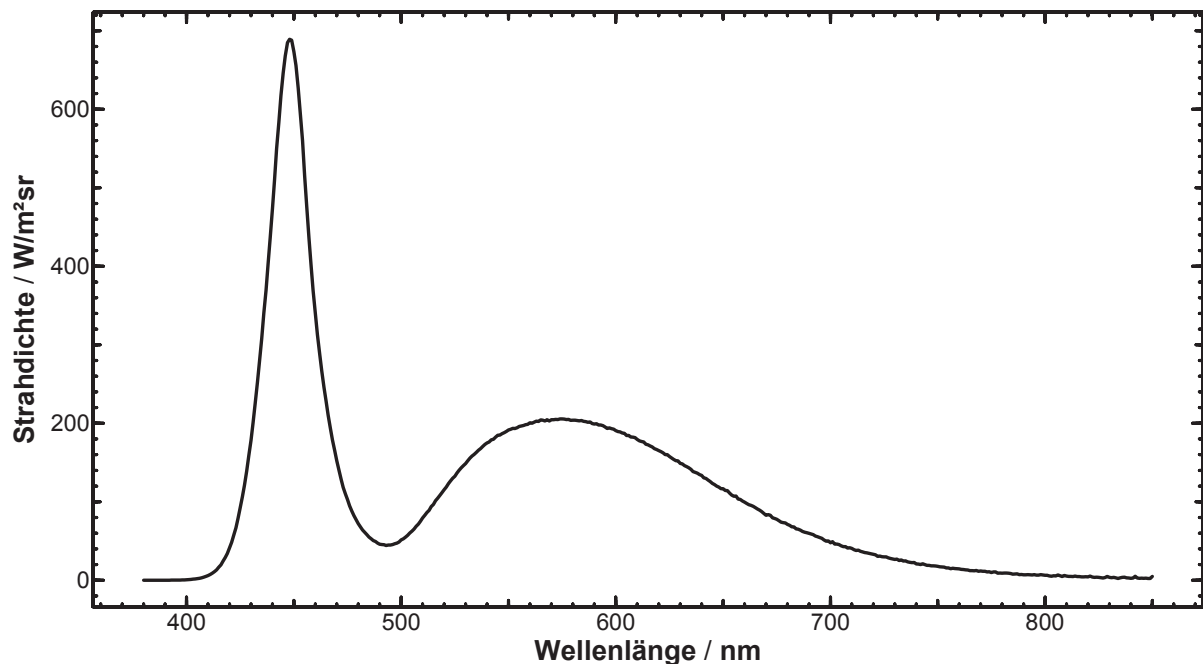
**Tabelle 1:** Grenzwerte der Strahldichte für die photochemische und die thermische Netzhautgefährdung, die maximale Expositionsdauer, für die die Grenzwerte gültig sind, sowie die mit dem Sichtwinkel  $\gamma$  ermittelten Messwerte für eine weiße LED

Risiko	Parameter	Freie Gruppe	Risiko- gruppe 1	Risiko- gruppe 2
<b>Netzhaut photo- chemisch</b>	$\gamma$ / mrad	100	11	1,7
	Zeit / s	10.000	100	0,25
	Strahldichte - Grenzwert / $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$	100	10.000	4.000.000
	Strahldichte -Messwert / $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$ Weiße Leuchtdiode	<b>1.316</b>	<b>50.571</b>	92.186
<b>Netzhaut thermisch</b>	$\gamma$ / mrad	11	11	1,7
	Zeit / s	10	10	0,25
	Strahldichte - Grenzwert / $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$	$28.000/\alpha$ 3.294.118	$28.000/\alpha$ 3.294.118	$71.000/\alpha$ 8.352.941
	Strahldichte -Messwert / $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$ Weiße Leuchtdiode	50.571	50.571	92.186

### 3. Beispiel einer LED Risikobewertung

Für die Risikobewertung nach der Lampensicherheitsnorm wurde eine weiße LED ausgewählt, die mit einer Stromstärke von 1,4 A (laut technischen Daten) betrieben wurde. Unter Verwendung eines Kamerasystems wurde die Größe der scheinbaren Quelle aus den 50% Punkten des Intensitätsprofils von  $d = 1,7$  mm ermittelt. Damit konnte die Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle im Referenzabstand von  $r = 20$  cm von  $\alpha = 8,5$  mrad ermittelt werden. Diese Winkelausdehnung wurde zur Bestimmung der Grenzwerte für thermische Netzhautschädigung eingesetzt (vergleiche Tabelle 1). Die spektrale Strahldichte (vergleiche Abbildung 1) wurde mit Hilfe eines Doppelmonochromators (DTM 300 von Bentham Instruments Ltd.) gemessen. Die Kalibrierungsmessungen wurden mit einer Quarzhalogen-Kalibrierlampe (Strahldichtenormal SRS8 von Bentham Instruments Ltd.) mit einer Bandbreite von 5 nm und einer Schrittweite von 1 nm durchgeführt. Der Doppelmonochromator wurde zudem hinsichtlich seiner Wellenlängengenauigkeit mittels einer Hg(Ar) Lampe (L.O.T.-Oriol) überprüft. Als Detektor kam ein gekühlter Photomultiplikator (Bentham Instruments Ltd.) zum Einsatz. Die Messungen wurden mit einer 3 mm Blende vor der Eingangsoptik durchgeführt. Der Messabstand zwischen der LED-Front und der Blende betrug 20 cm. Vorgeschriebene Sichtwinkel  $\gamma$  von 1,7 mrad, 11 mrad und 100 mrad wurden mittels eines Teleskops (TEL 301 von Bentham Instruments Ltd.) realisiert. Die Messwerte wurden mit einem PC erfasst, die Spektren mit Hilfe geeigneter Software mit der passenden Wirkungsfunktion bewertet (Wirkungsfunktion  $B(\lambda)$  für Blaulichtgefährdung bzw.  $R(\lambda)$  für die thermische Netzhautgefährdung) und über den entsprechenden Wellenlängenbereich integriert. Die so ermittelten Strahldichte-Messwerte wurden mit den Strahldichte-Grenzwerten für eine vorgegebene Expositionsdauer

verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.



**Abbildung 1:** Strahldichte der untersuchten LED (Blende 3 mm, Referenzabstand 20 cm,  $g = 11 \text{ mrad}$ )

Keiner der Grenzwerte für thermische Netzhautschädigung wurde dabei überschritten. Hinsichtlich der photochemischen Netzhautgefährdung kam es jedoch zu einer Überschreitung der Grenzwerte für die Risikogruppen 0 und 1, womit die LED in Risikogruppe 2 zu klassifizieren ist: Bezüglich einer photochemischen Netzhautgefährdung stellt diese LED für Expositionsdauer von 0,25 s keine Gefahr dar. Da für die Risikoklassenbewertung die Gefahr mit dem höchsten Risiko maßgebend ist, ist die untersuchte LED in die Risikogruppe 2 einzuteilen.

#### 4. Literatur

1. DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1): 2008-05: Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen (IEC 60825-1:2007), Deutsche Fassung EN 60825-1:2007, DIN und VDE. Berlin: Beuth.
2. IEC 62471: 2006, Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen, deutsche Fassung prEN 62471:2006. Berlin: VDE-Verlag.
3. Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 5. April 2006 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung) (19. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG), ABl. EG L 114 vom 27. 4. 2006, S. 38 – 59.

Für die Unterstützung bei den Messungen möchten wir uns bei Dennis Nowack bedanken.

## **Arbeitsgestaltung und Good Practice**





# Arbeitsgestaltung in der deutschen Automobilindustrie: Ergonomische Intervention am Beispiel der Getriebemontage

Alonso ENRIQUEZ, Julia WEICHEL, Ekkehart FRIELING und Reinhard NÖRING

*Institut für Arbeitswissenschaft und Prozessmanagement, Universität Kassel,  
Heinrich-Plett-Str. 40, D-34109 Kassel*

**Kurzfassung:** Hohe körperliche Anforderungen charakterisieren heutzutage die Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie. Außerdem stellt der zunehmende Anteil an älteren Mitarbeitern, bei denen die Belastbarkeit generell abnimmt, eine besondere Herausforderung an eine moderne menschengerechte Arbeitsgestaltung dar. Diesbezüglich wurden im Rahmen des von der DFG geförderten Projektes „Altersdifferenzierte Arbeitssysteme in der Automobilindustrie“ unterschiedliche Erhebungsverfahren, zu denen Beobachtungsverfahren zählen, angewendet. Im Vordergrund stehen die ergonomische Analyse und die daraus resultierende Maßnahmenableitung für die drei dysfunktionalsten Arbeitsplätze im Bereich der Getriebemontage. Hierzu kam das OWAS - (Ovako Working Posture Analysing System) und NIOSH - Verfahren (National Institute for Occupational Safety and Health) zum Einsatz. Die Ergebnisse wurden den unternehmensinternen Daten zur Identifizierung und Evaluierung der körperlichen Belastung gegenübergestellt. Mitglieder der Produktion, Betriebsrat, Gesundheitswesen, Personalabteilung sowie Mitglieder der Universität Kassel nahmen an einer Erarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen teil, die umgesetzt worden sind.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsplatzgestaltung, Ergonomische Intervention, Montagearbeit, Automobilindustrie.

## 1. Einleitung

Montagearbeit spielt in der Produktionskette der deutschen Fahrzeughersteller eine wichtige Rolle. Daher wurden in den letzten Jahren erhebliche Impulse produktionstechnischer und betriebswirtschaftlicher Art zur weiteren wertschöpfenden Entwicklung in Vordergrund gestellt (vgl. Landau & Luczak 2001). Eine Auseinandersetzung mit dem Montagearbeiter, vor allem im Hinblick auf die körperliche Belastung, stellt heutzutage jedoch noch eine besondere Herausforderung im Industriebetrieb dar.

Im Rahmen des von der deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes „Altersdifferenzierte Arbeitsgestaltung in der Automobilindustrie“ wurde auf Basis der Ergebnisse einer belastungsorientierten Analyse eine Rangreihe der Arbeitsplätze mit den ungünstigsten körperlichen Anforderungen in der Getriebemontage eines deutschen Fahrzeugherstellers erstellt. Darauf aufbauend wurde mittels einer ergonomischen Intervention eine Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen in interdisziplinärer Zusammenarbeit eingeleitet.

## 2. Untersuchungsfeld und methodische Vorgehensweise

Die im Rahmen des Projektes durchgeführte Analyse beschäftigte sich mit den Montagevorgängen eines stufenlosen Getriebes, das nach dem CVT-Prinzip (continuously variable transmission) aufgebaut ist.

Die Getriebemontage lässt sich in voll- und halbautomatische Arbeitsstationen unterteilen, in denen gefertigte Einzelteile eingelegt, kontrolliert und montiert werden. Das Getriebe wird auf einer Montagepalette, die über ein Bandsystem jede einzelne Station durchläuft, montiert. Hierbei führt der Mitarbeiter unterschiedliche manuelle Montagevorgänge in einer kurz getakten Wiederholungsfrequenz aus.

Um die körperlich ungünstigsten Arbeitsplätze identifizieren zu können, kamen das OWAS- (Stoffert 1985) und NIOSH-Verfahren (IAD-Toolbox, Schaub et al. 2004) zum Einsatz. Hierbei wurden mithilfe einer Videoanalyse die Beobachtungsdaten erhoben und die belastendsten Arbeitstätigkeiten im Montageprozess evaluiert. Aufbauend auf den ermittelten Zusammenhängen wurde gemeinsam mit dem industriellen Kooperationspartner nach Lösungsansätzen gesucht.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Körperliche Arbeitsbelastung

Die Arbeitsschwere, die sich aus der Ausführung der manuellen Montageaufgaben ergibt, wurde mit dem betriebsinternen Bewertungstool eingestuft. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Hebe- und Tragetätigkeiten als belastend einzustufen sind. Diese kritischen Tätigkeiten werden einer differenzierten Analyse unterzogen.

In Bezug auf die manuelle Handhabung von Material wurden die Haupt- und Nebentätigkeiten jeder Arbeitsstation analysiert. Die Auswertung ergab, dass zwei Arbeitsplätze bezüglich der Haupttätigkeiten einen Risikoindex  $> 1$  (nach: NIOSH-Verfahren; IAD-Toolbox, Schaub et al. 2004) aufweisen (vergleiche Tabelle 1). Die Nebentätigkeiten, die grundsätzlich aus Kommissionierungstätigkeiten bestehen, werden zurzeit durch die Einführung einer neuen Bereitstellungsstrategie (Milk-Run-Prinzip) modifiziert.

**Tabelle 1:** Darstellung der zwei dysfunktionalsten Arbeitsplätze nach dem NIOSH-Verfahren

	Station 01	Station 02
Maximalgewicht (kg)	13,4	11,7
Bewertete Hebevorgänge pro Takt	6	8
Risikoindex (LI max.)	1,6	2,0

Anhand der OWAS-Methode wurden die von den Beschäftigten eingenommenen Körperhaltungen untersucht. Es handelt sich überwiegend um Steharbeitsplätze mit freiem Zugang zum Arbeitsobjekt. Dennoch lässt sich zeigen, dass Arbeitsplätze mit eingeschränktem Zugang eine arbeitsbedingte Körperhaltung erfordern. Die durchzuführende Aufgabe ist kurzzyklisch zu wiederholen (Taktlänge 85 sec). Hierbei zeichnet sich die Arbeitsstation 03 (vergleiche Tabelle 2) durch den hohen Zeitanteil mit

einer dysfunktionalen Rückenhaltung in einer Taktlänge aus.

**Tabelle 2:** Darstellung des belastetsten Arbeitsplatzes bzgl. der Rückenhaltung nach dem OWAS-Verfahren (Zeitanteil in Prozent)

Gerade	Gebeugt	Gedreht oder zur Seite gebeugt	Gedreht und gebeugt oder gedreht und zur Seite gebeugt
48	31	14	7

Derartige Defizite in Bezug auf die körperliche Belastung werden durch die im Rahmen des Projektes angesprochenen Schwachpunkte ergänzt:

Führung und Gängigkeit von Lastenmanipulatoren

Belastungsorientierte Rotation

Dies kann die Gefahr von Muskel-Skeletterkrankungen und daraus resultierende betriebliche Fehlzeiten erhöhen (vgl. Lawaczek 2000). Die Komplexität dieser Problematik erfordert interdisziplinäre Ansätze zur Montagegestaltung, die im Rahmen einer ergonomischen Intervention stattfindet.

#### 4. Ergonomische Intervention: Gestaltungsmaßnahmen

Auf Basis der Arbeitsplatzanalyse fand einen Erfahrungsaustausch zwischen Mitgliedern des Kooperationspartners und der Universität Kassel statt. Hierbei wurden Lösungsansätze zur Minderung der körperlichen Schwere der drei am stärksten belastenden Arbeitsplätze konzipiert (vergleiche Tabelle 3). Der Schwerpunkt dieses Treffens lag in der Integration von Fachwissen mit praxisbezogenen Kompetenzen von Produktions-, Betriebsrats-, Gesundheitswesen- sowie Personalabteilungsmitgliedern.

**Tabelle 3:** Exemplarische Darstellung der Maßnahmen Erfassung zur Minderung der körperlichen Arbeitsschwere in den drei dysfunktionalsten Arbeitsstationen

St.	Ergonomische Probleme	Maßnahmen
01	Tiefe Greifräume zur Entnahme der Getriebegehäuse. Aufgrund einheitlicher Sortierung Lastenmanipulator nicht ständig nutzbar.	Blister/Spezialbehälter zur einheitlichen Sortierung der Gehäuse.
02	Greifen des Scheibensatzes mit Manipulator kompliziert.	Vereinfachung der Bedienbarkeit, Gängigkeit und Führung der Manipulatoren.
03	Zwangshaltung/Körperverschwendung bei Schraubenmontage	Überprüfung des Einsatzes eines Drehgestells (Schraubenmontage nicht mehr seitlich).

Im Rahmen eines Workshops wurde zunächst die konzeptionelle Vorgehensweise zur Beurteilung der Arbeitsstationen (Stationen 01, 02 und 03) und die Identifizierung der belastendsten Montagevorgänge dargestellt. Danach folgte eine Begehung die-

ser Arbeitsplätze, wo unter Einbindung der betroffenen Mitarbeiter auf die Komplexität des Problems eingegangen wurde. Im Anschluss erfolgte in einem Brainstorming die Generierung von Gestaltungsalternativen sowie anschließend die Auswahl geeigneter Gestaltungslösungen.



**Abbildung 1:** Eine einheitliche Sortierung der Getriebegehäuse sollte ihre Entnahme mittels Lastenmanipulatoren vereinfachen

Die so ermittelten Maßnahmen (vergleiche Tabelle 3) zur Entlastung der Mitarbeiter sollen in der nächsten belastungs- und beanspruchungsbezogenen Projektphase evaluiert werden.

## 5. Literatur

1. Frieling, E., Buch, M., Weichel, J. & Urban, D. 2007, Altersgerechte Montage in der Automobilindustrie. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Die Kunst des Alterns. Dortmund: GfA Press, 101-113.
2. Buch, M., Weichel, J. & Frieling, E. 2008, Analyse und Gestaltung von Montagearbeitsplätzen in der Automobilindustrie – ein Beitrag zur Generierung altersgerechter Arbeitssysteme. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 401-414.
3. Schaub, K., Spelten, V. & Landau, K. 2004, IAD-Toolbox „Körperliche Arbeit (Version 2.1), Software des Instituts für Arbeitswissenschaft Darmstadt (IAD). Darmstadt: IAD.
4. Landau, K. & Luczak, H. 2001, Ergonomie und Organisation in der Montage. München: Carl Hanser Verlag.
5. Stoffert, G. 1985, Analyse und Einstufungen von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS-Methode, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 39, 31-38.
6. Lawaczek, M. 2000, Zur ergonomischen Beurteilung von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie, Dissertation. Darmstadt: ERGON GmbH.
7. Lotter, B. & Wiendahl, H. 2006, Montage in der industriellen Produktion. Berlin: Springer Verlag.

# Prospektive Arbeitsgestaltung mit digitalen Menschmodellen – Validität der Ergonomiebewertung von simulierten Arbeitsabläufen in der Automobilmontage

Lars FRITZSCHE<sup>1</sup> und Ricardo JENDRUSCH<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Daimler AG, Research & Development, P.O. Box 2360, D-89013 Ulm

<sup>2</sup> imk automotive GmbH, Annaberger Straße 73, D- 09111 Chemnitz

**Kurzfassung:** Frühzeitige digitale Ergonomieuntersuchungen bieten die Möglichkeit, Gesundheitsrisiken präventiv zu minimieren und Montagearbeitsplätze effektiv zu gestalten. Dieser Beitrag vergleicht die Ergebnisse der Ergonomiebewertung an realen und simulierten Arbeitsplätzen mit Hilfe des Automotive Assembly Worksheets (AAWS). Insgesamt wurde eine gute Übereinstimmung gefunden, was auf eine ausreichende Validität der Ergonomiebewertung anhand digitaler Menschsimulationen hinweist.

**Schlüsselwörter:** Ergonomie, digitales Menschmodell, AAWS.

## 1. Einleitung

Prospektive ergonomische Arbeitsgestaltung ist von zunehmender Wichtigkeit für die Produktionsplanung im Automobilbereich. Einerseits können dadurch körperliche Überlastungen, die für das Entstehen arbeitsbedingter Erkrankungen verantwortlich sind, präventiv vermieden werden, was angesichts der älter werdenden Belegschaft von großer Bedeutung ist. Andererseits können durch die frühzeitige Berücksichtigung ergonomischer Gestaltungsprinzipien ineffiziente Arbeitsprozesse und Fehlerquellen bereits vor Produktionsstart identifiziert werden, was dazu beiträgt, dem enormen Druck zur Steigerung von Produktivität und Qualität im globalen Wettbewerb der Automobilhersteller zu begegnen.

Digitale Menschmodelle bieten ein großes Potential zur prospektiven ergonomischen Arbeitsgestaltung (z. B. Chaffin 2005). Mit ihrer Hilfe lassen sich bereits sehr früh im Produktionsplanungsprozess, ohne die Verwendung realer Aufbauten, verschiedene Gestaltungsalternativen eines Arbeitsplatzes oder -ablaufs risikolos testen. Für die Bewertung der Produktionsergonomie ist es entscheidend, dass adäquate Methoden zur Verfügung stehen, die objektiv und zuverlässig zu validen Ergebnissen führen. Gegenwärtige Softwarelösungen, wie HUMAN BUILDER (Delmia V5, Dassault Systems) oder JACK (Tecnomatix, Siemens), stellen zwar akzeptable Tools zur Analyse statischer Haltungen bereit (z.B. RULA; McAtamney & Corlett 1993), bieten jedoch keine Möglichkeit zur umfassenden Ergonomiebewertung. Diese sollte Prozess-Simulationen hinsichtlich Dauer, Frequenz und Intensität der vor kommenden Körperhaltungen analysieren können sowie weitere Belastungsfaktoren (z. B. Aktionskräfte) einbeziehen, um zu einer ganzheitlichen Risikoabschätzung zu gelangen.

In dieser Studie wurde untersucht, inwieweit sich ergonomische Belastungen mit Hilfe von digitalen Menschmodellen vorhersagen lassen (prädiktive Validität), wenn die simulierten Arbeitsabläufe mit dem umfassenden Screeningverfahren AAWS (Automotive Assembly Worksheet; Schaub 2004) bewertet werden. Hierzu wurden manuelle AAWS-Bewertungen von realen und simulierten Tätigkeiten verglichen.



## 2. Methode

### 2.1 Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus 20 real existierenden Arbeitsstationen in der Mercedes-Benz PKW-Produktion Sindelfingen. Die ausgewählten Stationen umfassten typische Montagetätigkeiten, die sich hinsichtlich Intensität und Form der körperlichen Belastung unterschieden. Alle wesentlichen Risikofaktoren für das Entstehen arbeitsbedingter Erkrankungen kamen in den Arbeitsabläufen vor, z. B. statische Körperhaltungen, Aktionskräfte und manuelles Handhaben von Lasten. Jede Station wurde von einem anderen Werker bearbeitet, so dass insgesamt 20 verschiedene Personen beobachtet wurden. Die Arbeitsstationen bestanden zumeist aus einem Taktzyklus mit einer Dauer von ca. 70 Sekunden, es kamen aber auch 2- und 3-Takter vor. Die Gesamtdauer der untersuchten Tätigkeiten entsprach einer MTM-Planzeit von ca. 32 Minuten.

### 2.2 Messinstrumente

Zur Bewertung der Produktionsergonomie wurde die auf dem AAWS basierende Daimler-Ergonomiecheckliste im Paper-Pencil-Format genutzt. Das AAWS wurde speziell zur Ergonomiebewertung in der Automobilmontage entwickelt. Sein Einsatz bei verschiedenen deutschen Automobilherstellern in jeweils adaptierter Form hat gezeigt, dass das AAWS ein objektives, valides und praktikables Instrument ist (Winter et al. 2006). Im Vergleich zu Methoden wie RULA erlaubt das AAWS eine umfassendere Ergonomiebewertung des gesamten Arbeitsprozesses, weil es verschiedene Belastungsfaktoren je nach deren Intensität, Dauer und Frequenz einbezieht. Konkret gehen statische Körperhaltungen (z. B. Überkopf-Arbeit), Aktionskräfte (z. B. Eindrücken von Clipsen), manuelle Lastenhandhabungen (Heben, Tragen, Ziehen und Schieben von Gewichten > 3 kg) und Extrabelastungen (z. B. Einstieg in den Fahrzeuginnenraum) in die Gesamtbewertung ein. Die Punktwerte für diese vier Belastungskategorien werden nach einem standardisierten Schema vergeben und zu einem Gesamtwert addiert, auf dessen Grundlage eine Risikoabschätzung nach dem Ampelprinzip erfolgt:

- < 25 Punkte: grün (niedriges Risiko, keine Maßnahmen erforderlich)
- 26 – 50 Punkte: gelb (mögliches Risiko, Maßnahmen zur Gestaltung prüfen)
- 50 Punkte: rot (hohes Risiko, sofortige Maßnahmen sind unbedingt erforderlich)

### 2.3 Untersuchungsdurchführung

Die Durchführung der Untersuchung bestand aus drei Phasen. Zunächst wurden die 20 realen Arbeitsstationen vor Ort mit Hilfe der AAWS-basierten Checkliste durch zwei betriebsinterne Ergonomieexperten bewertet, ohne dass diese sich bezüglich ihrer Bepunktung absprachen. Danach wurde für jede der 20 Stationen der komplette Arbeitsablauf mit der Software Delmia V5 simuliert. Grundlage hierfür war der aktuelle Planungsstand, beschrieben in Standardarbeitsblättern und MTM-Analysen. Im dritten Schritt wurden die 20 Simulationen im Abstand von ca. zwei Monaten separat von denselben beiden Ergonomieexperten mit der AAWS-Checkliste bewertet, wozu ihnen der Versuchsleiter jeweils einzelne Filmsequenzen vorführte. Sowohl am Fließband als auch bei der Bewertung der Simulationen konnten sich die Experten so

viele wiederholende Taktzyklen anschauen, wie sie benötigten.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Beobachterübereinstimmung

Zunächst wurde die Übereinstimmung der beiden Ergonomieexperten hinsichtlich ihrer AAWS-Bewertung analysiert. Bei der Einordnung in die AAWS-Risikoklassen (grün – gelb – rot) ergaben sich deutliche Unterschiede. Während die Experten bei der realen Bewertung 18 von 20 Stationen (90 %) in die gleiche Risikoklasse einordneten, wurden bei der Simulation nur 12 von 20 Stationen (60 %) übereinstimmend klassifiziert. Cohen's Kappa und der Kontingenzkoeffizient waren jeweils signifikant ( $\alpha < .05$ ), aber deutlich höher bei realer Bewertung ( $\kappa_{\text{real}} = .823$ ,  $C_{\text{real}} = .783$ ) als bei der Simulation ( $\kappa_{\text{sim}} = .387$ ,  $C_{\text{sim}} = .612$ ).

Bezüglich der AAWS-Punktwerte waren ebenfalls einige Unterschiede erkennbar. Hierfür wurde die Intraklassen-Korrelation bestimmt. Für den AAWS-Gesamtwert war die Beobachterübereinstimmung bei realer Bewertung ( $r_{2\text{real}} = .841$ ) höher als bei der Simulation ( $r_{2\text{sim}} = .663$ ). Bei detaillierter Betrachtung war besonders die Übereinstimmung der Bewertung von Aktionskräften bei Simulationen sehr niedrig und nicht signifikant ( $r_{2\text{sim}} = .306$ ,  $p = .18$ ;  $r_{2\text{real}} = .790$ ). Im Gegensatz dazu war die Übereinstimmung bei Simulationen höher als in Realität für Körperhaltungen ( $r_{2\text{real}} = .751$ ;  $r_{2\text{sim}} = .831$ ) und für Extrabelastungen ( $r_{2\text{real}} = .589$ ;  $r_{2\text{sim}} = .888$ ), während sie für Lastenhandhabungen jeweils ähnlich hoch war ( $r_{2\text{real}} = .997$ ;  $r_{2\text{sim}} = .926$ ).

#### 3.2 Ergonomiebewertung real vs. simuliert

Zum Vergleich der Mittelwerte zwischen realer Bewertung und Simulation (siehe Tabelle 1) wurde auf Grund fehlender Normalverteilung der Wilcoxon-Test verwendet. Der AAWS-Gesamtwert war bei realer Bewertung 4.7 Punkte niedriger als bei der Simulation. Dieser signifikante Unterschied ( $Z = -2.760$ ,  $p < .01$ ) ergab sich, weil die Experten bei Simulationen signifikant höhere Punktwerte für Körperhaltungen ( $Z = -2.505$ ,  $p < .05$ ) und Extrabelastungen ( $Z = -2.444$ ,  $p < .05$ ) vergaben. Für Aktionskräfte und Lastenhandhabung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, jedoch sehr hohe Standardabweichungen im Vergleich zum Mittelwert.

Zur Untersuchung der prädiktiven Validität der AAWS-Bewertung wurden die Korrelationskoeffizienten als Übereinstimmungsmaß berechnet. Die Spearman-Rangkorrelation (keine Normalverteilung) der AAWS-Punktbewertung zwischen realer Bewertung und Simulation waren alle hochsignifikant ( $p < .01$ ). Der Gesamtwert korrelierte relativ hoch ( $r_s = .713$ ), Körperhaltungen ( $r_s = .543$ ) und Extrabelastungen ( $r_s = .536$ ) moderat und Lastenhandhabungen maximal ( $r_s = 1.0$ ) weil nur eine der 20 Stationen eine solche Tätigkeit enthielt. Auffällig war, dass die Bewertungen für Aktionskräfte mit Abstand am geringsten korrelierten ( $r_s = .441$ ).

### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Insgesamt zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der AAWS-Bewertung am realen Arbeitsplatz und der AAWS-Bewertung anhand von digitalen Mensch-Simulationen. Im Detail waren allerdings einige Abweichungen erkennbar.

**Tabelle 1:** Mittelwerte der AAWS-Punktbewertung (\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ ,  $N = 40$ )

	Reale Bewertung		Simulation		Real – Simulation
	M	SD	M	SD	$\Delta$ (M)
Gesamtwert	31.82	22.95	36.49	22.06	-4.67**
Körperhaltung	15.63	7.48	19.50	9.78	-3.87*
Aktionskräfte	12.92	20.49	12.31	16.15	0.61
Lastenhandhabung	0.95	4.20	1.38	6.30	-0.43
Extrabelastungen	2.33	2.20	3.30	2.56	-0.97*

Die Beobachterübereinstimmung war bei der realen Bewertung besser als bei der Simulation. Grund dafür war, dass die Aktionskräfte in Simulationen von beiden Beobachtern wenig übereinstimmend beurteilt wurden. Auch die Korrelation zwischen realer Bewertung und Simulation war für Aktionskräfte am geringsten. Zudem lagen hier sehr hohe Standardabweichungen vor, die einzelnen Punktbewertungen unterschieden sich also stark voneinander. Offenbar hatten beide Beobachter große Mühe, Aktionskräfte anhand der Simulationen einzuschätzen und mussten sich dabei auf ihre Erfahrung verlassen. Weiterführende Angaben, z. B. zu Drehmomenten, wären hilfreich und sollten künftig ebenfalls mit dargestellt werden.

Im Gegensatz dazu war die Beobachterübereinstimmung für die Bewertung von Körperhaltungen und Extrabelastungen bei Simulationen höher als in Realität. Obwohl die Experten in den Simulationen signifikant höhere Punktwerte vergaben, war auch die Korrelation zwischen realer Bewertung und Simulation besser als bei Aktionskräften. Die übereinstimmend höhere Punktbewertung ist damit zu erklären, dass Körperhaltungen und Extrabelastungen in der Simulation sehr gut erkennbar sind, zum Teil sogar besser und zuverlässiger, als bei der Bewertung vor Ort, wie auch von den Experten in einer Nachbefragung bestätigt wurde.

Einschränkend ist anzumerken, dass für die beobachteten Abweichungen andere Gründe nicht auszuschließen sind. Die Basis für die Erstellung der Simulationen waren MTM-Planzeiten, mit Videos vom realen Arbeitsplatz hätten eventuell bessere Übereinstimmungen erzielt werden können. Zudem wurde für die Simulation ein Manikin mit den Maßen eines 50. Perzentil Manns verwendet, welchem nicht alle beobachteten Werker entsprachen. Beide Einschränkungen sind aber auch bei der Verwendung in frühen Planungsphasen vorhanden, denn Videos vom späteren Arbeitsplatz und genaue Angaben zum Werker sind dann auch noch nicht verfügbar.

Zusammenfassend betrachtet zeigt diese Studie, dass bei der Planung von Montage-Arbeitsplätzen unter Verwendung der umfassenden AAWS-Bewertung digitale Menschsimulationen ausreichend valide Vorhersagen zur zukünftigen ergonomischen Belastungssituation leisten. Kritisch zu betrachten ist die frühzeitige Beurteilung von Aktionskräften, die nur dann zuverlässig möglich ist, wenn Zusatzinformationen wie z. B. Anzugsmomente von Schraubverbindungen bereitgestellt werden. Um mehr Akzeptanz in der betrieblichen Praxis zu finden und den Aufwand für die Ergonomiebewertung zu reduzieren, sollten zukünftig Verfahren wie das AAWS in Standardplanungssoftware integriert werden. Zudem sollte der Aufwand zur Erstellung von Ablaufsimulationen weiter deutlich reduziert werden.

## 5. Literatur

1. Chaffin, D. B. 2005, Improving Digital Human Modeling for Proactive Ergonomics in Design, *Ergonomics*, 48, 478-491.
2. McAtamney, L. & Corlett, E.N. 1993, RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24, 91-99.
3. Schaub, K. 2004, Das "Automotive Assembly Worksheet". In: K. Landau (Hrsg.), *Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation*. Stuttgart: *ergonomia*, 91-111.
4. Winter, G., Schaub, K. & Landau, K. 2006, Stress screening procedure for the automotive industry: Development and application of screening procedures in assembly and quality control, *Occupational Ergonomics*, 6, 107-120.



# Entwicklung einer prozessoptimierten Fertigungslinie für Achsschenkel-Rohteile im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim

Jörg METZLER und Matthias HILLECKE

*Daimler AG, Werk Untertürkheim,  
Hauspostcode M605, D-70546 Stuttgart*

**Kurzfassung:** Das vorgestellte Planungsprojekt beinhaltet die Entwicklung einer prozessoptimierten Fertigungslinie für Achsschenkel-Rohteile im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim der Daimler AG. Zielsetzung ist die Identifizierung von Einsparpotentialen bezüglich der Durchlaufzeit, des Kapazitätseinsatzes, sowie der manuellen Handlingsstufen, zur Produktivitäts- und Qualitätssteigerung. Ausgangspunkt der Optimierung ist eine Analyse des bestehenden Fertigungsprozesses im Ist-Zustand. Dabei wird die Organisationsform der Fertigung, die Durchlaufzeit der Produkte und der Materialfluss innerhalb der Fertigung betrachtet. Auf Grundlage des Ist-Zustandes wird eine optimierte Fertigungslinie entwickelt, welche eine Verbesserung des Fertigungsprozesses aufzeigt.

**Schlüsselwörter:** Materialfluss, Durchlaufzeit, Produktion, Schmiede.

## 1. Einleitung

Die Zielstellung der Optimierung der Fertigungslinie für Achsschenkel-Rohteile ist eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Fertigungsprozesses, sowie eine Reduzierung der Mitarbeiterbelastung durch manuelle Tätigkeiten. Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit soll durch eine Reduzierung der Durchlaufzeit der Produkte durch den Produktionsprozess erreicht werden und die Mitarbeiterentlastung durch Reduzierung von manuellen Handhabungen und ergonomischen Arbeitsplätzen.

Um eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit aufzeigen zu können wird insbesondere die Taktzeiten der Prozesse, sowie die Transportzeiten zwischen den Prozessen betrachtet. Zusätzlich wird durch die Reduzierung von manuellen Handlingsstufen die Prozesszeit beeinflusst und die Mitarbeiter werden entlastet.

Im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim der Daimler AG sind an dem Projekt der Bereich Produktionsplanung Aggregate, Abteilung Gießerei- und Schmiedepipeline und der Bereich Produktions- und Technologiecenter Ur- und Umformen, Abteilung Produktion Massivumformung beteiligt.

Im Bereich Schmiede werden Achsschenkel aller gängigen Baureihen hergestellt. Die Prozessfolge sieht dabei folgendermaßen aus: Zunächst wird das Bauteil in den Schmiedepressen von einem Scherling zu einem Achsschenkel umgeformt. Nach einer kontinuierlichen Abkühlung werden die Bauteile an die Vergüterei geliefert und, je nach Anforderung, wärmebehandelt (Anlassen) und gesandelt (Reinigungs- und Festigkeitsstrahlen). Im Anschluss werden die Bauteile einer Rissprüfung unterzogen, um Fehlstellen und Risse im Bauteil zu erkennen und diese gegebenenfalls nachzubearbeiten. In Folge der Nachbearbeitung durch Schleifen, werden die Bauteile erneut gestrahlt und rissgeprüft, bevor sie zum Kunden geliefert werden.



## 2. Methode

Ausgangspunkt zur Entwicklung der prozessoptimierten Fertigungslinie für Achsschenkel-Rohteile ist die Erfassung und Beschreibung des Ist-Zustandes des Fertigungsprozesses. Zu der Erfassung des Ist-Zustandes zählt eine genaue Layoutanalyse der bestehenden Produktionsanlagen, die Ermittlung der Durchlaufzeit und die Beschreibung der Effizienz der Anlagen.

Die Ermittlung der relevanten Daten erfolgte zum einen aus unternehmensinternen Informationsplattformen, wie zum Beispiel SAP, und zum anderen durch Recherche und Untersuchungen in der Produktion. Um möglichst produktionsnahe Kennzahlen verwenden zu können, wurden vorhandene Daten überprüft und gegebenenfalls aktualisiert. Zu den relevanten Daten zählen insbesondere die Taktzeiten der Prozesse und die Transportzeiten zwischen den Prozessen. Ein hoher Rüst- und Wartungsaufwand an den Schmiedepressen erfordert eine Losgrößenfertigung der Achsschenkel, um die Produktion wirtschaftlich durchführen zu können. So werden durch die Losgrößen und den Jahresbedarf der Achsschenkel weitere wichtige Kennzahlen beschrieben.

Die Ermittlung des Ist-Zustandes wurde für die Achsschenkel aller Baureihen im Produktionsbereich Schmiede durchgeführt. So können die Produktionsabläufe aller Achsschenkel nachvollzogen und deren Materialflüsse abgebildet werden.

Auf Basis der Ermittlung des Ist-Zustandes wurde ein Soll-Konzept entwickelt, welches eine Reduzierung der Durchlaufzeit der Produkte ermöglicht und die Produktion der Achsschenkel wirtschaftlicher durchgeführt werden kann.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Ergebnisse Ist-Zustandsanalyse

Die Analyse des Ist-Zustandes der Fertigungslinie für Achsschenkel-Rohteile zeigt Verbesserungsmöglichkeiten bezüglich der Durchlaufzeit der Achsschenkel auf.

Zunächst wurde die Organisationsform der Fertigung untersucht. Derzeit wird die Produktion für Achsschenkel in Werkstattorganisation durchgeführt. Die Maschinen und Anlagen sind räumlich voneinander getrennt. Dies ermöglicht eine hohe Flexibilität in Bezug auf Kundenanforderungen. Nachteilig sind hier jedoch die Vielzahl der benötigten Transporte und die damit verbundene hohe Durchlaufzeit der Produkte. An den Schmiedepressen werden die Achsschenkel in Losgrößen gefertigt und zu der Vergüterei transportiert. In der Vergüterei im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim werden alle Schmiedeprodukte wärmebehandelt und sandgestrahlt. Dies erfordert einen hohen Steuerungs- und Logistikaufwand. Vor und nach dem Prozessschritt in der Vergüterei bilden sich hohe Bestände der Schmiedeteile, da hier die gegenläufigen Anforderungen einer Losgrößenfertigung der Schmiede und dem wechselnden Kundenbedarf (für Achsschenkel: Produktion Achsen) ausgeglichen werden müssen. Die gesteuerte Abkühlung der Bauteile erfolgt ebenfalls auf den Bestandsflächen der Vergüterei.

Nach der Wärmebehandlung und dem Reinigungsstrahlen werden die Bauteile der Rissprüfung zugeführt. Hier werden die Bauteile nach Kundenauftrag aus der Vergüterei bestellt und weiter verarbeitet. Der Transport der Bauteile zwischen den Gebäuden wird mit Flurförderfahrzeugen realisiert.

Die Rissprüfung wird manuell durchgeführt. Jedes Bauteil wird aus einem La-

dungsträger entnommen und unter UV-Licht auf Fehlstellen und Risse hin geprüft.

Dies erfordert einen hohen manuellen Aufwand und führt durch die hohen Bauteilgewichte (bis zu 11 kg pro Bauteil) zu Belastungen der Mitarbeiter.

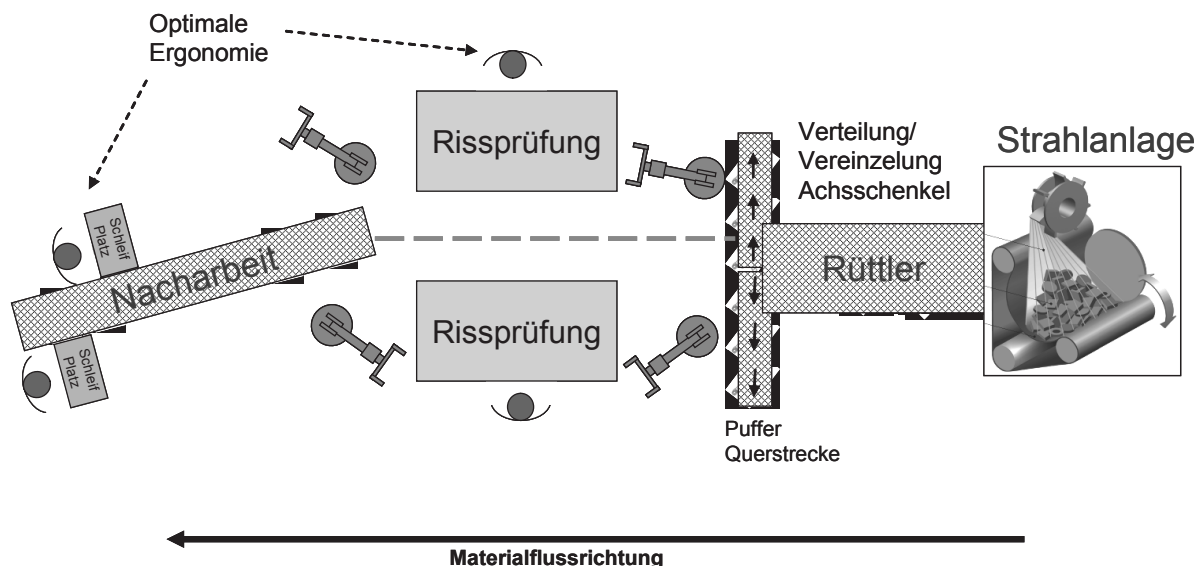
### 3.2. Neukonzeption

Die Neukonzeption sieht hauptsächlich die Optimierung der Rissprüfung und des Strahlprozesses vor. Ebenfalls werden die Schleifarbeitsplätze zur Nacharbeit für den Prozess verbessert. Die Strahlanlagen, Rissprüfanlagen und die Nacharbeitsplätze werden in Reihenfertigung neu organisiert. Diese Prozessschritte sollen durch Automatisierung und den Einsatz von Fördertechnik miteinander verbunden werden. Die Abbildung 1 zeigt schematisch die Neukonzeption der Fertigungslinie.

Der Strahlprozess erfolgt weiterhin einer sogenannten Muldenbandstrahlanlage. Nach dem Strahlprozess werden die Bauteile nicht wie bisher als Schüttgut weiter transportiert, sondern mittels angeschlossenen Förderband zur Rissprüfung befördert. Zur Vereinzelung der Bauteile werden diese über ein Rüttelband transportiert, sodass sich die Bauteile entzerren.

Die Entnahme der Bauteile vom Förderband erfolgt automatisiert durch einen Roboter. An einem ergonomisch neukonzipierten Arbeitsplatz prüft der Mitarbeiter das Bauteil auf Fehlstellen und Risse. Hierbei werden spezielle Vorrichtungen verwendet, welche die Last des Bauteils aufnehmen und der Mitarbeiter dadurch geringer beansprucht wird.

Im Bedarfsfall wird nach der Rissprüfung das Bauteil den angegliederten Nacharbeitsplätzen zugeführt. Die Nacharbeitsplätze sind ebenfalls über eine Förderstrecke mit der Rissprüfeinheit verbunden. Per Roboter wird das nachzuarbeitende Bauteil gegriffen und auf die Förderstrecke zu den Schleifarbeitsplätzen befördert. Dadurch werden manuelle Handhabungsschritte zur Bauteilentnahme für die Rissprüfung und Nacharbeit vermieden.

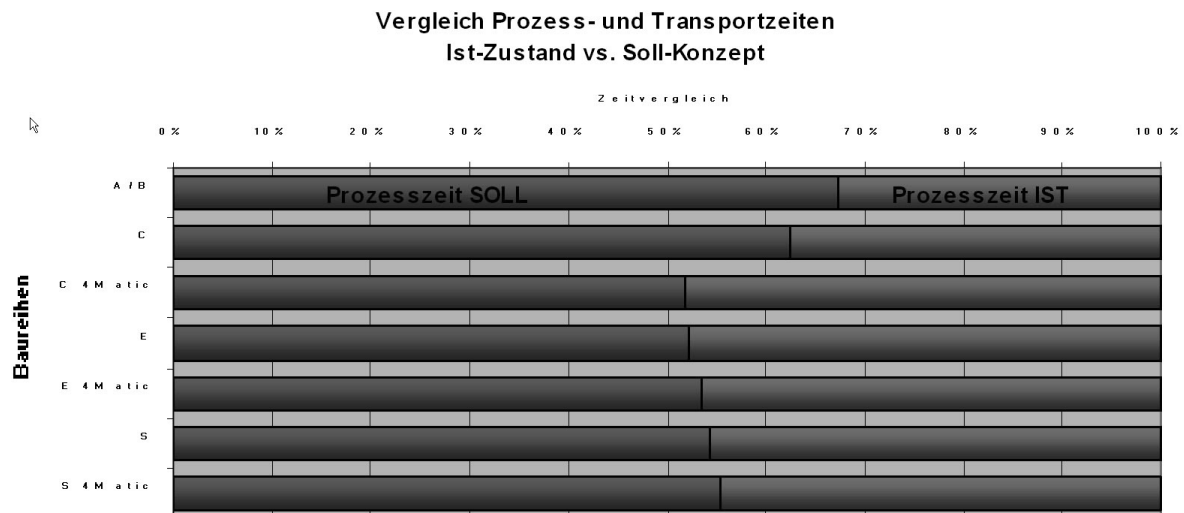


**Abbildung 1:** Neukonzeption der Fertigungslinie Achsschenkel-Rohrteile im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim

Die Verwendung von Automatisierungs- und Fördertechnik ermöglicht eine kürzere Prozesszeit und eine Mitarbeiterentlastung, da manuelle Handlingsstufen vermie-

den werden. Durch die direkte Anbindung der Prozessschritte über Fördertechnik ist der zeitaufwendige Transport mittels Flurförderfahrzeugen ersetzt worden und die Durchlaufzeit der Produkte verringert sich deutlich.

Die Abbildung 2 zeigt die mögliche Reduzierung der Prozesszeit des neuen Fertigungskonzepts gegenüber dem bestehenden System. Bei den Angaben handelt es sich um Abschätzungen der Zeitanteile für den Strahlprozess, die Rissprüfung und die Nacharbeit. Zu beachten ist hierbei, dass in der Zeitangabe die Liegezeit der Bestände nicht berücksichtigt ist. Dadurch ist ein weiteres Einsparpotential gegeben, welches jedoch noch nicht quantifiziert werden kann.



**Abbildung 2:** Vergleich der Prozesszeiten des bestehenden Fertigungssystems mit dem Soll-Konzept der Fertigungslinie im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim (betrachtet sind nur Prozess- und Transportzeiten)

#### 4. Abschlussbetrachtung

Durch die Neukonzeption der Fertigungslinie lassen sich Einsparpotentiale in Bezug auf die Durchlaufzeit erkennen. Die Verwendung von Automatisierung und Fördertechnik reduziert die Prozesszeiten während des Strahlvorganges, der Rissprüfung und der Nacharbeit. Manuelle Handlingsschritte werden durch Automatisierung ersetzt, sodass Mitarbeiter weniger belastet werden.

Die Organisation der Anlagen in Reihenfertigung ermöglicht einen kontinuierlichen Produktionsfluss und reduziert die Bestände an den Strahl- und Rissprüfanlagen, da die Bauteile direkt weiter transportiert werden.

Die Bestandsanhäufung nach dem Schmiedeprozess lässt sich durch eine geringe Losgröße realisieren, sofern die Rüst- und Wartungsaufwände reduzierbar sind und die Stillstandszeiten der Schmiedepressen sich nicht wesentlich erhöhen.

Die Neukonzeption des Fertigungssystems zeigt Verbesserungspotentiale gegenüber dem bestehenden System auf, um die Durchlaufzeit zu verringern und die Produktivität zu erhöhen.

# Analyse, Optimierung und Neugestaltung von Prüfarbeitsplätzen für Pleuelstangen im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim der Daimler AG

Mohamad ALI, Stefan HÄFELE, Matthias HILLECKE und Uwe DETTMER

*Daimler AG, Werk Untertürkheim,  
Hauspostcode M605, D-70546 Stuttgart*

**Kurzfassung:** Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Sichtprüfarbeitsplatz für Pleuelstangen vom Typ OM 642 (V6-Zylinder-Dieselmotor) optimiert. Zur Aufgabe gehört ebenfalls die Neugestaltung eines weiteren Arbeitsplatzes für die Baureihe OM 651 (Reihen-4-Zylinder-Dieselmotor). Durch diese Optimierung erfolgt eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen und daraus resultierend eine Produktivitäts- sowie Qualitätssteigerung. Im Rahmen einer Ist-Zustandsanalyse erfolgt zunächst eine Schwachstellenermittlung. Diese wurde mit Hilfe der Computersoftware Access EAB, einer Mitarbeiterbefragung und einer Analyse der Umgebungsbedingung ermittelt und ausgewertet. Basierend auf diesen Daten wurden Verbesserungsmöglichkeiten erarbeitet.

**Schlüsselwörter:** Schmiede, Sichtprüfarbeitsplatz, Ergonomie, Neugestaltung.

## 1. Einleitung

Die vorliegende Projektarbeit beinhaltet die ergonomische Gestaltung und Neukonzeption von manuellen Sichtprüfarbeitsplätzen für Pleuelstangen. Das Projekt zielt darauf ab, die Produktivität der Mitarbeiter und die Qualität des Produkts zu erhöhen (im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim der Daimler AG sind an dem Projekt der Bereich Produktionsplanung Aggregate, Abteilung Gießerei- und Schmiedeplanung und der Bereich Produktion- und Technologiecenter Ur- und Umformen, Abteilung Produktion Massivumformung beteiligt. Fachliche Unterstützung im Planungsprojekt erfolgte durch Herrn Prof. Dr. Ing. Uwe Dettmer - TFH - Bochum).

Die Prüfaufgabe des Mitarbeiters besteht in der Identifizierung von Oberflächenfehlern der Pleuelstangen (Schmiedeteile). Dabei werden die Bauteile einer gekippten Schmiedekiste entnommen und auf attributive Merkmale wie Dellen und Aufplatzer hin geprüft. Über ein Förderband mit integrierter Gewichtskontrolle und anschließender Vereinzelung in Schmiedekisten werden die Rohteile in „Gutteile“ bzw. „Ausschussteile“ separiert. Zur Fehlerdefinition verwendet der Prüfer zudem einen Grenzmusterkatalog. In diesem werden zulässige und unzulässige Grenzmuster gesammelt.

Nach der Sichtprüfung werden die Gutteile wärmebehandelt und zum Kunde weitergeliefert. Die Ausschussteile werden verschrottet.



**Abbildung 1:** Sichtprüfungsplatz in der Schmiede des Mercedes-Benz Werkes Untertürkheim

## 2. Methode

Ausgangspunkte des Planungsprojektes zur ergonomischen Gestaltung des Sichtprüfungsplatzes sind eine Mitarbeiterbefragung, der Einsatz der Computersoftware Access-EAB und die Analyse der Umgebungsbedingungen. Mit diesen drei Methoden sollen Verbesserungsmöglichkeiten erarbeitet werden.

Durch die Mitarbeiterbefragung sollten Erfahrungswerte und Erkenntnisse der Mitarbeiter bei der Umgestaltung und Neukonzeption des Arbeitsplatzes berücksichtigt werden.

Hauptthemen des Fragenkatalogs:

- Die Schwierigkeit der Fehlererkennung
- Beurteilung des Grenzmusterkatalogs
- Beschwerden auf Grund der Tätigkeit
- Umgebungsbedingung

Die Computersoftware Access-EAB ist eine hilfreiche Methode, Arbeitsbedingungen eines Arbeitsplatzes zu bewerten. Unter Einsatz dieser Software wurden einzelne Bereiche wie Körperhaltung, Umgebungseinflüsse, etc. überprüft. Daraus abgeleitet konnten Verbesserungsmöglichkeiten zur ergonomischen Optimierung erarbeitet werden.

Weiterführend wurden die Umgebungsbedingungen untersucht. Hierbei wurden Merkmale wie Beleuchtungsstärke, Lärmpegel und Temperatur ermittelt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Ergebnisse der Ist- Zustandsanalyse

Durch die Ist-Zustandsanalyse sind Verbesserungsmöglichkeiten erarbeitet wor-

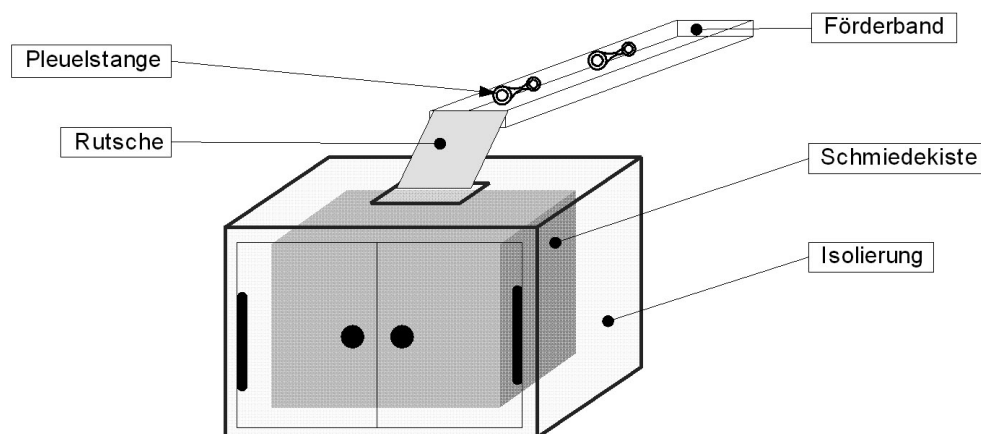
den. Verbesserungsbereiche im Arbeitsumfeld sind unter anderem der zu hohe Lärmpegel und mangelnde Beleuchtung (siehe Tabelle 1). Weitere Gestaltungsdefizite wurden in den Bereichen Heben und Umsetzen von Lasten sowie in der mentalen Belastung der Mitarbeiter festgestellt.

**Tabelle 1:** Messergebnisse der Umgebungsbedingungen

Messbereich	Beleuchtungsstärke (Lux)	Lärmpegel (db)	Temp. (°C)
Umgebung	300	83,0	21,3
Sichtprüfplatz (voll)	650	80,5	21,3
Neben der Kiste (voll)	300	89,5	21,3
Sichtprüfplatz (leer)	650	84,5	21,3
Neben der Kiste (leer)	300	91,5	21,3

### 3.2 Maßnahmendefinitionen

Um den Lärmpegel, der durch den Fall des Bauteils in die Schmiedekiste entsteht, zu reduzieren, könnte eine Art „Isolierungshaus“ (siehe Abbildung 2) verwendet werden. Zur Verbesserung der Beleuchtungskriterien am Arbeitsplatz wurden zusätzliche Maschinenleuchten montiert. Mit einer Beleuchtungsstärke von rund 1000 Lux ist somit eine verbesserte Sichtprüfung der Teile gewährleistet. Um ungünstige Körperhaltungen über einen längeren Zeitraum zu vermeiden, wäre es sinnvoll, einen kombinierter Sitz- und Steharbeitsplatz den Mitarbeitern zu Verfügung zu stellen. Zur eindeutigen Fehlererkennung und –klassifizierung kommt eine Grenzmustertafel zum Einsatz. Anhand dieser kann der Mitarbeiter schnell und eindeutig Grenzfälle richtig kategorisieren und erspart ihm das langwierige Suchen im Katalog.



**Abbildung 2:** Grobes Layout für ein Isolierungshaus zur Lärmpegelreduzierung

## 4. Diskussion und Ausblick

Die Vorteile der ergonomischen Gestaltung der Sichtprüfarbeitsplätze für Pleuelstangen liegen in der Reduzierung der körperlichen und mentalen Beanspruchung der Mitarbeiter, sowie der Erhöhung der Produktivität und Prüfqualität. Anhand der



Ist-Zustandsanalyse wurden mittels verschiedener Methoden und Techniken Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt. Diese werden nun in die zukünftigen Anlagen integriert und bei Neukonzeptionen berücksichtigt. Durch die Umsetzung dieser Optimierungen werden kurz-, mittel- und langfristig die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter verbessert. Parallel können gewonnene Erkenntnisse für weitere Arbeitsplätze des Daimler- Konzerns angewendet werden.

Abschlusszitat:

Wer glaubt seine Prozesse laufen einwandfrei, hört auf sie zu verbessern!

vgl. Phillip Rosenthal

# Ergonomische Beurteilung von Montagetätigkeiten durch Motion-Capturing

Thomas GUDEHUS, Jürgen KLIPPERT und Jürgen ZICK

*Institut für Arbeitswissenschaft, Universität Kassel,  
Heinrich-Plett-Str. 40, D-34109 Kassel*

**Kurzfassung:** Es wurde ein System zur semi-automatischen Erstellung einer OWAS-Analyse entwickelt. Motion-Capturing wird eingesetzt, um die Körperhaltungen zu erkennen. Der Zeitaufwand für die Erstellung der Analyse konnte damit deutlich gesenkt werden; das System ist leicht einsetzbar.

**Schlüsselwörter:** Motion-Capturing, Ergonomische Analyse, OWAS.

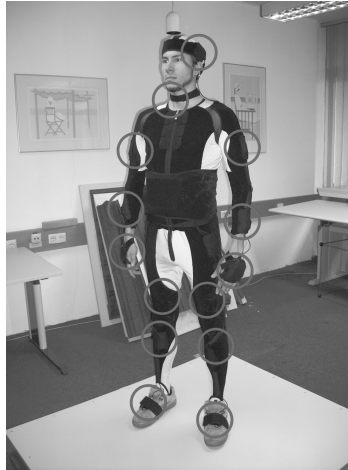
## 1. Einleitung

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes „Cybernetic Manufacturing Systems“ (CyberManS) wurde ein System zur ergonomischen Beurteilung von Montagetätigkeiten in der Automobilfertigung auf Basis der OWAS-Methode entwickelt. Die Beobachtung der Tätigkeit wird dabei durch eine digitale Erfassung der ausgeführten Bewegungen ersetzt (Motion-Capturing). Dazu wird eine robuste Hardware eingesetzt, die ohne den Aufbau einer aufwändigen Messapparatur auskommt und die Verdeckungsproblematik optischer Motion-Capturing-Systeme überwindet. Das System ist sowohl an bestehenden Arbeitsplätzen als auch in einer virtuellen Umgebung einsetzbar. Wesentliche Vorteile des Systems für den Anwender sind ein niedriger Zeitbedarf für die Durchführung der Messung und der anschließenden Auswertung sowie eine geringe Einarbeitungszeit in das System.

## 2. Hardware

Im Rahmen des Projektes gab es keine Ressourcen für eine Neuentwicklung eines geeigneten Systems; es musste daher auf ein kommerziell verfügbares System zurückgegriffen werden. Eine Recherche bei verschiedenen Anbietern von Motion-Capturing-Systemen führte schließlich zur Auswahl des Systems „GypsyGyro18“ von Animazoo. Bei diesem System werden 18 Kombinationssensoren (bestehend unter anderem aus Magnetfeldsensoren, Beschleunigungsmessern und Gyroskopen) so auf dem Körper verteilt, dass die Bewegungen der Gliedmaßen und des Rumpfes erfasst werden können. Zur Fixierung sind die Sensoren auf einem elastischen Anzug angebracht, der zur Messung auch unter der Kleidung getragen werden kann und der das schnelle An- und Ablegen erlaubt. Die von den Sensoren erfassten Daten werden über Kabel zu einer ebenfalls auf dem Anzug befestigten Zentraleinheit geleitet und von dort drahtlos an einen PC übertragen, der die eigentliche Aufzeichnung übernimmt. Dadurch ergibt sich ein sehr großer Aktionsradius des Probanden (in Gebäuden konnten z. B. 50 m problemlos realisiert werden).

Abbildung 1 zeigt einen Probanden mit angelegtem Messanzug. In den rot gekennzeichneten Bereichen sind Sensoren angebracht; weitere Sensoren sind auf dem Rücken fixiert.



**Abbildung 1:** Animazoo-Anzug. Die Markierungen zeigt die Lage der Sensoren

### 3. Software

Die Software wurde im Rahmen des Forschungsprojektes neu erstellt. Sie ist modular aufgebaut: Das Modul „MocapRecorder“ übernimmt die Kommunikation mit dem Anzug und speichert die aufgenommenen Daten in einem erweiterbaren XML-Format. Dadurch können weitere beliebige Datenquellen synchron in die Aufzeichnung integriert werden. Diese Technik wurde bereits erfolgreich bei einer synchronen Aufzeichnung von Bewegungsdaten und EMG-Daten getestet. Standard bei der Aufzeichnung ist eine parallele Videoaufnahme, um später bei der Analyse den Kontext der Bewegungen erkennen zu können.

Ein weiteres Modul übernimmt die Auswertung der aufgenommenen Daten. Im Rahmen des Forschungsprojektes „CyberManS“ wurde für diesen Zweck das Modul „OwasEvaluator“ entwickelt. „OwasEvaluator“ verwendet die OWAS-Methode (Karhu et al. 1977) zur Auswertung der Bewegungsdaten. Die OWAS-Methode bot für die Entwicklung einige Vorteile:

Zum einen basiert sie fast vollständig auf der Analyse von Körperhaltungen; nur die Lasten (Kräfte bzw. Gewichte), denen eine Arbeitsperson ausgesetzt ist, gehen noch mit in die Bewertung ein. Damit ist sie sehr gut für eine weitgehende Automatisierung geeignet. Zum anderen ist sie mit insgesamt 84 möglichen verschiedenen Körperhaltungen noch vergleichsweise einfach zu implementieren. Schließlich teilen viele weitere Verfahren den Ansatz von OWAS, die Analyse von der systematischen Beobachtung der Körperhaltung abzuleiten (Lawaczek 2000). Hilfreich bei der Entwicklung war zudem, dass zahlreiche Veröffentlichungen über die OWAS-Methode vorliegen, etwas in Form eines Trainingshandbuchs (Louhevaara & Suurnäkki 1992).

Das Modul „OwasEvaluator“ übernimmt nicht nur die eigentliche Analyse, sondern auch deren Präsentation für den Benutzer. (Tatsächlich besteht „OwasEvaluator“ selbst wiederum aus knapp 40 Modulen, diese Teilung ist für den Benutzer aber ohne Relevanz; er sieht nur eine Teilung in die Module für Aufnahme und Auswertung). Vor der Analyse muss der Benutzer der Software möglicherweise noch einige wenige Informationen manuell übergeben. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die während der Aufnahme von der Arbeitsperson zu handhabenden Lasten bzw. Gewichte, weil diese aus den Bewegungsdaten nicht automatisch ermittelt werden können. Außerdem muss noch der exakte Beginn und das Ende der zu analysierenden Tätigkeit erfasst werden. Hierbei ist die Videoaufnahme ein nützliches Hilfsmittel.

Die Analyse wird im HTML-Format dargestellt. Dies erlaubt neben der einfachen Generierung der Ausgabe auch, interaktive Elemente einzubringen. Dies wird genutzt, um dem Benutzer interessierende Schwerpunkte der Belastung schnell auffinden zu lassen. Der Zeitaufwand für die Erstellung der Analyse ist sehr klein (wenige Sekunden bei einer Aufnahme von fünf Minuten Dauer).

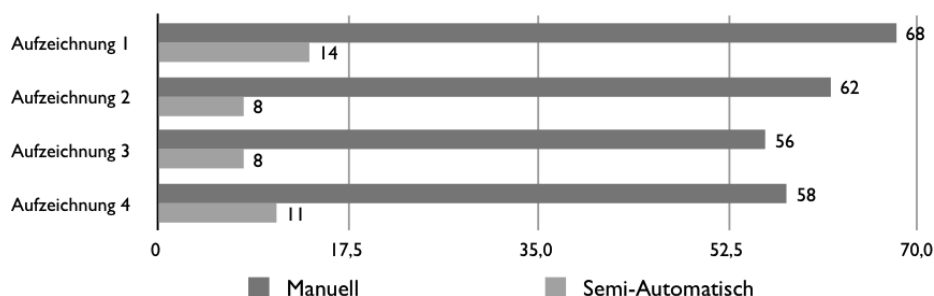
Beide Module lassen sich über das im Rahmen des Forschungsprojektes „Cyber-ManS“ entwickelte Software-Interface einbinden. Das Software-Interface ist dabei das Bindeglied zu Modulen anderer Forschungspartner des Projektes (darunter ist beispielsweise ein Modul zur Berechnung einer Kosten-Nutzen-Analyse ergonomischer Verbesserungen am Arbeitsplatz und eine Anbindung an Delmia).

#### 4. Experimentelle Überprüfung

Zur praktischen Überprüfung der entwickelten Software wurden zwei Versuche durchgeführt. Zum einen wurde eine Bibliothek mit 124 Aufnahmen erstellt. Ziel war, von allen theoretisch möglichen 84 Körperhaltungen der OWAS-Methode mindestens eine Aufnahme zu erstellen (einige wenige Körperhaltungen konnten allerdings nicht sinnvoll eingenommen werden). In einem zweiten Schritt musste das Modul „OwasEvaluator“ alle Aufnahmen auswerten. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass alle 124 Aufnahmen korrekt erkannt wurden.

Der zweite Versuch bestand aus einer (mehrfachen) Aufzeichnung in einem praxisgerechten Szenario (Kofferraummontage) unter Laborbedingungen. Dabei musste eine Tätigkeit von fünf Minuten Dauer aufgezeichnet und anschließend ausgewertet werden. Mit dem zweiten Versuch sollte vor allem geklärt werden, wie groß der zeitliche Aufwand der semi-automatischen Analyse im Vergleich zu einer manuellen Erstellung einer OWAS-Analyse ausfällt. Schließlich sollte noch das Ergebnis der semi-automatischen Analyse auf Korrektheit untersucht werden.

Das Ergebnis zeigt eine drastische Verkürzung des Zeitbedarfs für die Auswertung: Die semi-automatische Analyse benötigte 8 bis 14 Minuten, während für die manuelle Auswertung 56 bis 68 Minuten benötigt wurden (Abbildung 2). In allen Zeiten ist die eigentliche Tätigkeit von fünf Minuten Dauer mit enthalten. Damit ergibt sich der komplette Zeitaufwand für die Erstellung einer Analyse. In den beiden längeren Zeiten für die semi-automatische Auswertung ist der größere Zeitbedarf durch das An- und Ablegen des Anzugs sowie seine Inbetriebnahme enthalten.



**Abbildung 2:** Dauer der manuellen bzw. semi-automatischen Erstellung der OWAS-Analyse. Die eigentliche Aufnahme (fünf Minuten) ist in den Zeiten jeweils mit enthalten

Ein Vergleich der semi-automatischen mit der manuellen Analyse erbrachte eine sehr hohe Übereinstimmung. Für die Dauer von fünf Sekunden ergab sich in einer Aufzeichnung ein Fehler in der Erkennung der Körperhaltung des Rückens, der

durch einen verrutschten Sensor verursacht wurde. Nach Erkennung dieses Fehlers konnte diesem Problem für zukünftige Messungen durch eine geringfügig geänderte Lage des Sensors begegnet werden.

Zu guter Letzt ergab sich noch die Möglichkeit, Messungen in einer Produktionsumgebung in einem Werk zur Montage von Kleinlastwagen durchzuführen. Da sich diese Möglichkeit relativ kurzfristig ergab, konnte nur geprüft werden, ob sich während der Messung Hinweise auf Auffälligkeiten oder Schwierigkeiten ergaben. Alle Messungen und Auswertungen verliefen jedoch ohne Probleme.

## 5. Fazit und Ausblick

Es konnte gezeigt werden, dass mit dem entwickelten System eine ergonomische Analyse auf Basis von Motion-Capturing realisiert werden konnte. Das System kann nach kurzer Einweisung auch von nicht speziell ausgebildeten Personen verwendet werden und erlaubt einen raschen Einsatz nicht nur im Labor (inkl. VR-Umgebungen), sondern auch in realen Produktionsumgebungen. Die Hardware für das System ist kommerziell verfügbar. Die entwickelte Software zeigte bei einer experimentellen Überprüfung eine sehr kleine Fehlerrate bei der Erkennung von Körperhaltungen aus den aufgenommenen Bewegungsdaten und eine im Vergleich zur herkömmlichen Anwendung der OWAS-Methode durch einen Menschen sehr viel niedrigere Bearbeitungszeit.

Ein Schwerpunkt bei der weiteren Entwicklung des Systems wird die Einbindung weiterer ergonomischer Analyse-Methoden sein. Dazu gehören insbesondere RULA (McAtamney & Corlett 1993) und das Automotive Assembly Worksheet AAWS (Schaub 2004).

In etwas weiterer Zukunft liegt die Idee einer besseren Nutzung der Bewegungsdaten. Als „Papier und Bleistift Methoden“ sind Verfahren wie OWAS, RULA oder das AAWS darauf angewiesen, die Menge der zu verarbeitenden Daten stark zu reduzieren. Möglicherweise kann hier eine sehr viel detailliertere weitgehend automatisierte Betrachtung der Bewegungsdaten weitere Erkenntnisse liefern.

## 6. Literatur

1. Karhu, O., Kansil, P. & Kuorinka, I. 1977, Correcting working postures in industry: A practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 8.4, 199-201.
2. Lawaczek, M. 2000, Zur ergonomischen Beurteilung von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie. Stuttgart: ERGON GmbH.
3. Louhevaara, V. & Suurnäkki, T. 1992, OWAS: a method for the evaluation of postural load during work. Helsinki: Institute of Occupational Health, Centre for Occupational Safety.
4. McAtamney, L. & Corlett, N. 1993, RULA -: A survey method for investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24, 91-99.
5. Schaub, K. 2004, Das Automotive Assembly Worksheet (AAWS). In: K. Landau (Hrsg.), *Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation*. Stuttgart: ergonomia Verlag.

## **Beratungs- und Unterstützungsangebote für die Arbeitszeitgestaltung und die Planung von Schichtarbeit in der Produktion**

Carsten SCHOMANN<sup>1, 2</sup>, OLE GIEBEL<sup>1, 2</sup> und Friedhelm NACHREINER<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Psychologie,  
Abteilung Arbeits- & Organisationspsychologie,  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg*  
<sup>2</sup> *Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und  
Organisationspsychologische Forschung e.V. (GAWO),  
Achterdiek 50, D-26131 Oldenburg*

**Kurzfassung:** Der Anteil von der Normalarbeitszeit abweichender Arbeitszeitsysteme, z.B. Schichtarbeit und flexible Arbeitszeiten, nimmt auch in der Produktion immer mehr zu. Eine Beurteilung der damit verbundenen gesundheitlichen und sozialen Risiken findet sich in der betrieblichen Praxis eher selten, was einerseits an einem mangelnden Risikobewusstsein, andererseits aber auch auf das Fehlen geeigneter Bewertungshilfen zurückzuführen ist. Im Rahmen der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) werden praxistaugliche Instrumente mit dem Ziel entwickelt, den Wissenserwerb betrieblicher Akteure rund um das Thema Arbeitszeitgestaltung zu unterstützen und eine qualifizierte Risikobewertung des Belastungsfaktors Arbeitszeit, auch zum Zweck der gesetzlich geforderten Gefährdungsbeurteilung, zu erlauben.

**Schlüsselwörter:** Arbeitszeit, Gefährdungsbeurteilung, Instrumente.

### **1. Einleitung**

Der Anteil von der Normalarbeitszeit abweichender Arbeitszeitsysteme, z.B. Schichtarbeit und flexible Arbeitszeiten, nimmt auch in der Produktion immer mehr zu. Eine Beurteilung der damit verbundenen gesundheitlichen und sozialen Risiken findet sich in der betrieblichen Praxis eher selten, was einerseits an einem mangelnden Risikobewusstsein, andererseits aber auch auf das Fehlen geeigneter Bewertungshilfen zurückzuführen ist. Im Rahmen der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) werden praxistaugliche, internetbasierte Instrumente mit dem Ziel entwickelt, den Wissenserwerb betrieblicher Akteure rund um das Thema Arbeitszeitgestaltung zu unterstützen und eine qualifizierte Risikobewertung des Belastungsfaktors Arbeitszeit durchzuführen. Das internetbasierte Tool soll auch für den Zweck der gesetzlich geforderten Gefährdungsbeurteilung einsetzbar sein. Das ArbSchG weist explizit darauf hin, dass ein Gesundheitsrisiko auch aus einer mangelhaften Gestaltung der Arbeitszeit resultieren kann. Aus diesem Grunde ist eine Beurteilung der Gestaltung der Arbeitszeit zwingend in die Gefährdungsbeurteilung einzubeziehen, insbesondere vor dem Hintergrund, dass nach § 6 ArbZG die gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse bei der Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit zu berücksichtigen sind. Um dem Praktiker eine erste orientierende Beurteilung der ergonomischen Güte konkreter Arbeitszeitsysteme zu ermöglichen, wird das bereits existierende Modell eines Arbeitszeit-Gefährdungs-Index (Schomann et al. 2006) weiter



entwickelt und ausgebaut zu einem nützlichen Werkzeug für die Praxis.

## 2. Methode

Zur Erstellung eines Internetportals mit praxisrelevanten Arbeitszeithemen wird zunächst eine Sammlung und Aufbereitung der vorliegenden arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse und Empfehlungen zur Arbeitszeitgestaltung durchgeführt. Dabei werden nicht nur die Aspekte Nacht- und Schichtarbeit berücksichtigt, sondern auch die Bereiche Dauer und Flexibilität. Als nächster Schritt ist zu überlegen, welche weiteren Informationen rund um das Thema Arbeitszeit potentiellen Nutzern bei ihrer täglichen Arbeit hilfreich sein könnten und wie diese Informationen für die Präsentation in einem Internetportal aufbereitet werden müssen. Dabei sind prinzipiell verschiedene Unterstützungsangebote zu berücksichtigen, wie z.B. Bereitstellung von Materialien zum Selbststudium, Aufbereitung organisierter Weiterbildungs- und Beratungsangebote sowie die Bereitstellung von praxistauglichen Checklisten, Datenbanken mit Musterlösungen und IT-gestützten Tools zur Lösung eigener Problemstellungen.

Zur Entwicklung eines Instrumentes zur qualifizierten Risikobewertung des Belastungsfaktors Arbeitszeit, werden die in Tabelle 1 aufgeführten gefährdungsrelevanten Kriterien nach bestimmten Regeln (Nachreiner et al. 2006) zu einem Arbeitszeit-Gefährdungs-Index verdichtet und statistisch in Zusammenhang mit gesundheitlichen und sozialen Folgen gesetzt. Die Funktionen zur Bewertung des Risikos werden anhand verschiedener Cut-off- und Regressionsmodelle bestimmt (vgl. Giebel et al. 2009).

**Tabelle 1:** Gefährdungsrelevante Kriterien des Arbeitszeit-Gefährdungs-Indikators

Merkmal	Kriterium	Verstoß
Dauer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werk tägliche Arbeitszeit</li> <li>• Wochenarbeitszeit</li> <li>• Anzahl kontinuierlicher Arbeitstage</li> </ul>	> 8 Std. > 40 Std. > 5 Tage
Lage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacht und Schichtarbeit</li> <li>• Rotationslänge</li> <li>• Rotationsrichtung</li> <li>• Anzahl Nachtschichten</li> <li>• Störung der Zeiten für familiäre Aktivitäten</li> <li>• Störung der Zeiten für soziale Aktivitäten</li> </ul>	3 stufig 2-stufig 2-stufig > 3 Tage > 3 Tage > 3 Tage
Verteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestruhezeit</li> <li>• Schichtabfolge Nacht-frei-Früh</li> </ul>	< 11 Std. > 24 Std.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Aufbau und Inhalte des Internetportals

Der Aufbau des zu entwickelnden Internetportals „Beratungs- und Unterstützungsangebote für die Arbeitszeitgestaltung“ steht fest. Die folgende Auflistung gibt die grundsätzliche Struktur und deren Inhalte wieder:

- Gesetzliche Regelungen mit Links zu Gesetzestexten und Rechtssprechungen

rund um das Thema Arbeitszeit.

- Wissenschaftlicher Stand und Empfehlungen zu den Themen Nacht- und Schichtarbeit, Dauer und Verteilung der Arbeitszeit sowie Flexible Arbeitszeit.
- Ratgeber zum Selbststudium in Form einer Auflistung praxeologischer Literatur.
- Bildungsangebote verschiedener Bildungsträger.
- Gute Praxis mit Musterlösungen und Hinweisen zur erfolgreichen Durchführung von Schichtprojekten.
- Darstellung von Software zur Arbeitszeitgestaltung.
- Tool zur Gefährdungsbeurteilung; Risikobewertung mit Hilfe des neu entwickelten Arbeitszeit-Gefährdungs-Index.
- Forum zum Austausch von Informationen zwischen den Nutzern des Portals.
- Aufbau eines Netzwerkes „Ansprechpartner und Beratung“.

### 3.2 Tool zur Risikobewertung „Faktor Arbeitszeit“

Abbildung 1 zeigt die bereits fertigen Eingabemasken des Tools zur Online-Risikobewertung von Arbeitszeiten. Hier können Ist-Arbeitszeiten mit konkretem Datum aber auch allgemeine Schichtpläne eingeben werden.

Initiative Neue Qualität der Arbeit  
**inqa.de**

Arbeitszeiten online bewerten

An- und Abmeldung | meine Daten | Startseite

Arbeitszeiten-Eintrag bearbeiten

Arbeitszeiten

Datum: 11.11.2008 dd/mm/yyyy benötigt

Beginn: 06:00 Arbeitszeit-Beginn

Ende: 14:00 Arbeitszeit-Ende

Art:

- ☒ normal
- ☐ Freischicht
- ☐ Bereitschaft
- ☐ Rufbereitschaft

bitte geben Sie auch Ihre Arbeitspausen vollständig ein:

1. Pause um: 08:30 Dauer: 10

2. Pause um: 12: Dauer: 20

3. Pause um: Dauer:

4. Pause um: Dauer:

5. Pause um: Dauer:

Speichern Abbrechen

© INQA Initiative Neue Qualität der Arbeit Impressum

meine Arbeitszeiten

Datum	Art	Beginn	Ende	Arbeitszeit	P1 um	P1 Dauer	P2 um	P2 Dauer	P3 um	P3 Dauer
11/11/2008	normal	06:00	14:00	07:29	08:30	00:10	12:00	00:20		
12/11/2008	normal	06:00	14:00	07:29	08:30	00:10	12:00	00:20		
13/11/2008	normal	06:00	14:00	07:29	08:30	00:10	12:00	00:20		
14/11/2008	normal	06:00	14:00	07:29	08:30	00:10	12:00	00:20		
15/11/2008	normal	06:00	14:00	07:29	08:30	00:10	12:00	00:20		
18/11/2008	normal	14:00	22:00	07:29	16:30	00:10	20:00	00:20		
19/11/2008	normal	14:00	22:00	07:29	16:30	00:10	20:00	00:20		
20/11/2008	normal	14:00	22:00	07:29	16:30	00:10	20:00	00:20		
21/11/2008	normal	14:00	22:00	07:29	16:30	00:10	20:00	00:20		

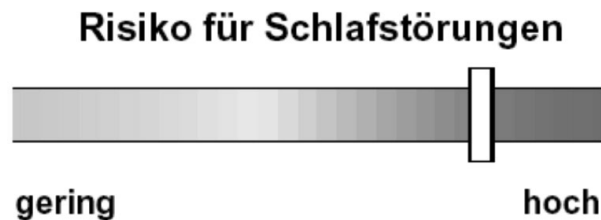
Einfügen Ändern Löschen

© INQA Initiative Neue Qualität der Arbeit Impressum

**Abbildung 1:** Eingabemasken des Tools zur Online-Risikobewertung von Arbeitszeiten

In Abbildung 2 ist exemplarisch die grafische Bewertungsanzeige für das Risiko von Schlafstörungen in Abhängigkeit von den ins Tool eingegebenen Arbeitszeiten dargestellt. Die gleiche Darstellung wird dem Benutzer des Tools auch für die resul-

tierenden Risiken für Magen-Darm Beschwerden, Muskel-Skelett Beschwerden, nervöse Störungen und soziale Beeinträchtigungen präsentiert. Auf der Grundlage der Einzelrisiken wird dann eine Gesamtaussage über das Arbeitszeitsystem getroffen. Dem Nutzer wird angezeigt (hier nicht dargestellt), ob das Arbeitszeitsystem wahrscheinlich beeinträchtigungsfrei oder wahrscheinlich nicht beeinträchtigungsfrei ist. Weiterhin bekommt er eine diagnostische Aussage, durch welche einzelnen Merkmale des Arbeitszeitsystems das Gesamtrisiko entsteht und wie die Merkmale umgestaltet werden sollten.



**Abbildung 2:** Darstellung der Risikobewertung am Beispiel Schlafstörungen

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Im Rahmen der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) werden praxistaugliche Instrumente mit dem Ziel entwickelt, den Wissenserwerb betrieblicher Akteure rund um das Thema Arbeitszeitgestaltung zu unterstützen und eine qualifizierte Risikobewertung des Belastungsfaktors Arbeitszeit, auch zum Zweck der gesetzlich geforderten Gefährdungsbeurteilung, zu erlauben. Das Online Tool kann für verschiedene Zwecke genutzt werden. Ist-Zeiten-Analysen vergangener individueller Arbeitszeiten hinsichtlich gesundheitlicher und sozialer Risiken können ebenso wie die Prüfung neuer Rahmenschnittpläne pragmatische Anwendungsfälle sein. Das Ergebnis stellt für den Praktiker eine einfache und orientierende Risikobeurteilung dar und ist die Grundlage für detaillierte Analysen und Umgestaltungserfordernisse.

Ab Juli 2009 wird das Internetportal und das Tool zur Online-Risikobewertung von Arbeitszeiten der Öffentlichkeit unter <http://www.inqa.de> zur Verfügung stehen.

#### 5. Literatur

1. Schomann, C., Giebel, O. & Nachreiner, F. 2006, Development and preliminary validation of an index for indicating risks of the design of working hours to health and well-being, *Chronobiology International*, 23, 1401-1408.
2. Nachreiner, F., Schomann, C., Stapel, W., Nickel, P., Eden, J., Grzech-Sukalo, H., Hänecke, K. &
3. Albrecht, N. 2006, Softwaregestützte Arbeitszeitgestaltung und -bewertung mit BASS 4. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
4. Giebel, O., Schomann, C. & Nachreiner, F. 2009, Zur Prognose gesundheitlicher Beeinträchtigungen anhand von Merkmalen des Arbeitszeitsystems - Kreuzvalidierung eines Risikoindizes. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GFA-Press, 393-396.

## INQA-Vorhaben „Betriebliche Beratungs- und Unterstützungsangebote zur Prävention von Beschwerden des Hand-Arm-Systems“

Silke PARITSCHKOW<sup>1</sup>, Wilfried PRESCHER<sup>1</sup>, Martin SCHMAUDER<sup>1</sup> und Ralf BRUDER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für technische Logistik und Arbeitssysteme, Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, D-01062 Dresden*

<sup>2</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt, Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** INQA verfolgt derzeit ein Vorhaben, welches eine spezifische Defizitsituation zwischen einerseits gutem Erkenntnisstand und andererseits unzureichender Umsetzung in der Praxis zur Prävention von Beschwerden des Hand-Arm-Systems beheben möchte. Ziel des Vorhabens ist die Unterstützung bei der Prävention von Beschwerden am Hand-Arm-System. Dies soll sowohl durch ein Dienstleistungspaket mit Informationsmaterialien, Checklisten, Entscheidungshilfen usw. als auch durch die modellhafte Anwendung in Unternehmen der Metall-, Elektro- und Bau-Industrie erreicht werden. Verschiedene Institutionen, Anwender und Hersteller arbeiten in diesem Projekt seit Dezember 2007 zusammen, um die Situation in den Unternehmen zu verbessern.

**Schlüsselwörter:** Prävention, Belastungen, Produktionstätigkeiten, Vibrationen.

### 1. Einleitung

Manuelle Tätigkeiten in der Produktion, die ergonomisch ungenügend gestaltet sind, führen häufig zu ineffizienten Prozessen und verursachen Beschwerden und Erkrankungen des Hand-Arm-Systems.

„Muskel-Skelett-Erkrankungen“ stehen im Fokus der Prävention arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren – in Deutschland wie auch international. In 2007 führt die EU Agentur Bilbao erneut eine EU Woche mit diesem Schwerpunktthema durch. Die Diagnosegruppe „Erkrankungen des Skeletts, der Muskeln und des Bindegewebes“, darunter auch Erkrankungen des Hand-Arm-Systems, ist für knapp 30 % des Arbeitsunfähigkeitsvolumens verantwortlich. Präventionsmaßnahmen werden deshalb auch zunehmend staatlich gefordert, so zum Beispiel über die LärmVibrationsArbschV.

Das besondere Potential zur Erzielung nachhaltiger Verbesserungen von Prävention und Wettbewerbsfähigkeit liegt in der auf das Hand-Arm-System zentrierten Vernetzung der Institutionen, wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen bzw. Unternehmensverbünde bei Herstellern wie auch Anwendern.

Die Projektpartner bilden nahezu die gesamte Akteurslandschaft ab, die erfolgreiche Gestaltungsmaßnahmen flächendeckend in den Unternehmen bekannt machen und deren Umsetzung beratend begleiten können.

Ziel des Vorhabens ist die Unterstützung von Führungskräften und Beschäftigten bei der Prävention von Beschwerden speziell am Hand-Arm-System.

Dies soll durch ein im Internet frei verfügbares Dienstleistungspaket für Unternehmen erreicht werden. Das Dienstleistungspaket wird voraussichtlich über die Homepage von INQA bereitgestellt.

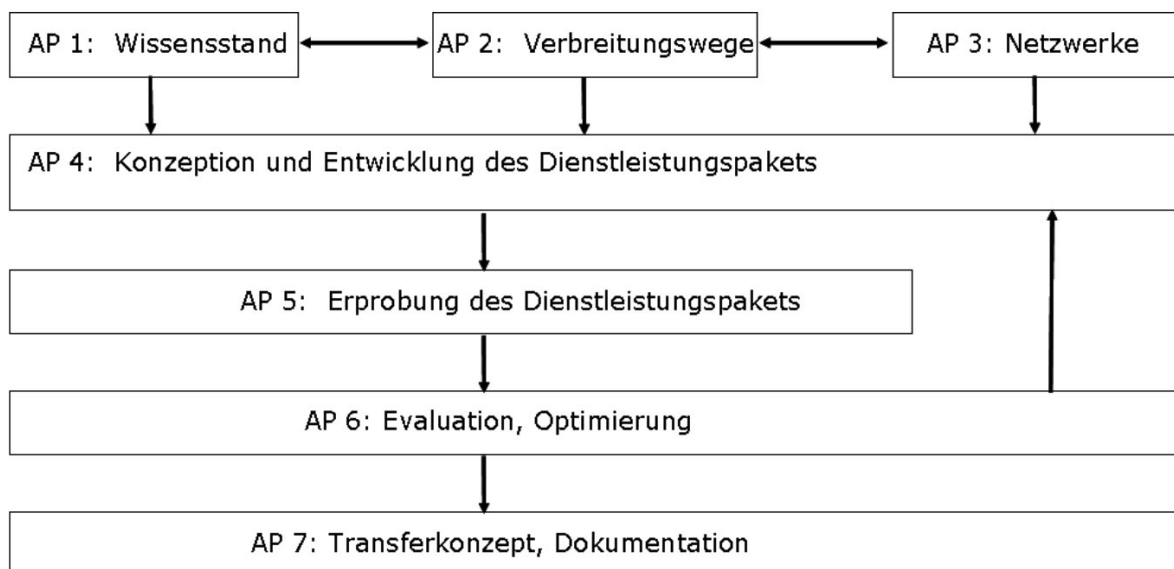
## 2. Vorgehen

Zunächst wird der vorhandene, aber an unterschiedlichen Stellen verfügbare Wissensstand zusammengeführt. Es erfolgt eine Aufbereitung des Wissens bezüglich relevanter Belastungsfaktoren und Erkrankungen des Hand-Arm-Systems, zu arbeitsorganisatorischen Gestaltungslösungen, zu gerätetechnischen Lösungen sowie zum Vorschriften- und Regelwerk. In diesem Arbeitspaket geht es insbesondere darum, den Wissensstand aller beteiligten Partner zusammenzuführen.

Weiterhin erfolgt eine Analyse von Verbreitungswegen von arbeitsschutz- und ergonomierelevanten Wissen sowie zu bestehenden Netzwerken (vergleiche Abbildung 1).

Jeder der Beteiligten (Hersteller, Nutzer/Anwender, Arbeitsschutz-Experten, Wissenschaft) ist in spezifischen Netzwerken, Arbeitskreisen oder Arbeitsgruppen verankert. Notwendig ist eine Transparenz der Aktivitäten und der jeweiligen Zielsetzungen. So wird eine systematisierte Link-Sammlung zu den Verbreitungswegen und Netzwerken und den dort vorhandenen Fachinformationen angestrebt.

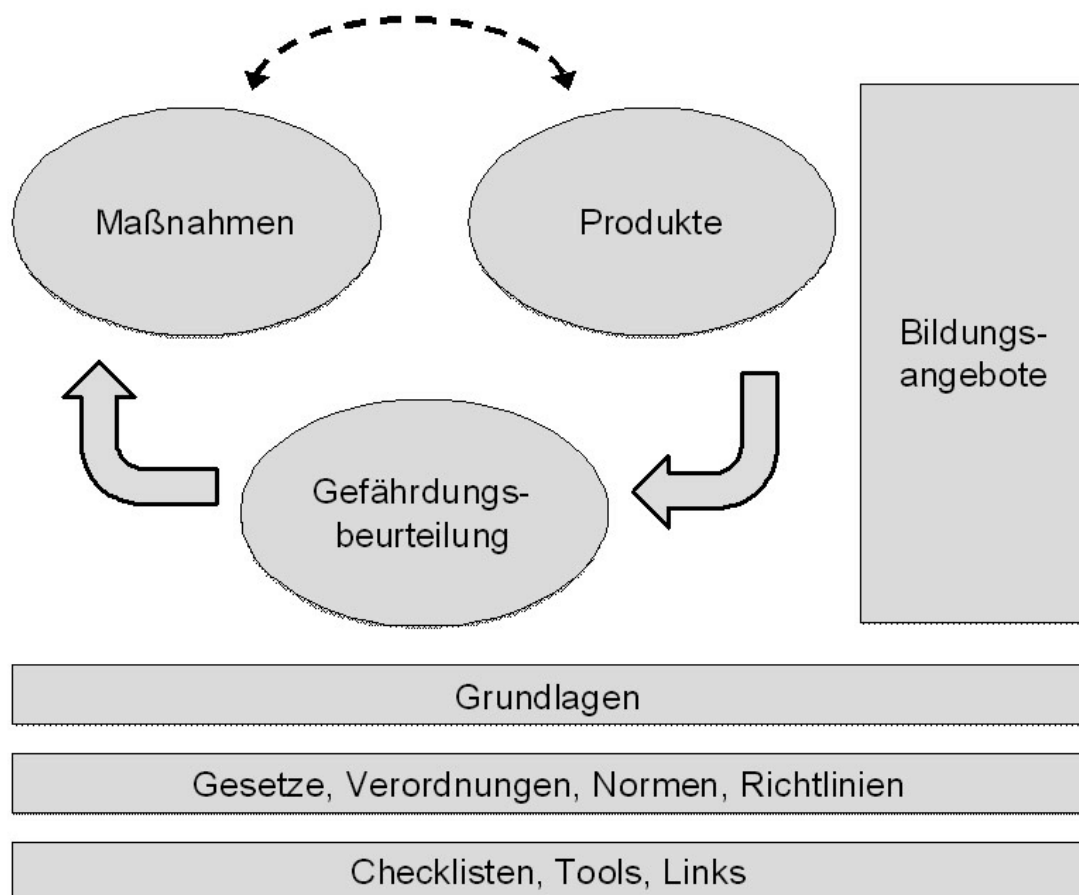
Die Erkenntnisse aus diesen drei Arbeitspaketen werden derzeit aufbereitet und genutzt und ein entsprechendes Dienstleistungspaket erstellt. Dafür erfolgt zum Beispiel die Erarbeitung einer Toolbox zu Gefährdungsanalyse und –beurteilung, eine Sammlung und Darstellung von Good-Practice-Beispielen sowie die Erarbeitung neuer oder die Aufbereitung vorhandener Entscheidungshilfen/Checklisten zur Arbeitsgestaltung bei Arbeitsmitteln und/oder Arbeitsorganisation für die Vermeidung oder Minimierung von Fehlbelastungen des Hand-Arm-Systems. Dieses Dienstleistungspaket wird erprobt, evaluiert und verbessert.



**Abbildung 1:** Vorgehensweise im Projekt

### 3. Ergebnisse

Das Dienstleistungspaket enthält Grundlagen rund um das Thema Beschwerden am Hand-Arm-System und deren Ursachen (vergleiche Abbildung 2). Dem Nutzer werden weiterhin detaillierte Hinweise zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung gegeben und verschiedene Checklisten sowie weitere Tools zur Verfügung gestellt bzw. auf kostenpflichtige Angebote verwiesen. Weiterhin werden mögliche Maßnahmen zur Belastungsreduzierung und Prävention aufgezeigt. Diese Maßnahmen sind entsprechend der Hierarchie zur Ergreifung von Maßnahmen nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung strukturiert. Ein weiterer Teil des Angebotes ist eine geordnete Zusammenstellung (wenn möglich im Volltext) von relevanten Gesetzen, Verordnungen, Normen und Richtlinien. Das Dienstleistungspaket enthält weiterhin Hinweise zu ergonomischen Produkten für die Belastungsreduzierung, Hinweise zu Bildungsangeboten und weitere Links zum Thema.



**Abbildung 2:** Inhalt des Dienstleistungspaketes

### 4. Ausblick

Derzeit werden Unternehmen für die Erprobung, Evaluierung und Anwendung des Dienstleistungspaketes gesucht. Für den Zeitraum von April bis einschließlich September 2009 können sich Unternehmen, in denen Tätigkeiten mit Belastungen des Hand-Arm-Systems auftreten an der Erprobung des Dienstleistungspaketes beteiligen. Mit der Erprobungsphase ist eine kostenfreie Beratung und Begleitung durch die



zuständige Berufsgenossenschaft verbunden.

Die weitere Verbreitung und Nutzung des Dienstleistungspaketes „Hand-Arm-System“ wird durch die Zusammenarbeit der Projektpartner aus Institutionen des Arbeitsschutzes, der Sozialpartner, der Anwender und Hersteller, der Wissenschaft, der Normung sowie in Kooperation mit anderen INQA-TIKs (INQA-Bau, INQA KGA) gefördert.

Das Projekt wird voraussichtlich bis Dezember 2009 abgeschlossen sein.

## 5. Literatur

1. Bruder, R., Ghezel-Ahmadi, K., Schaub, K., Andrea Sinn-Behrendt, A., Mauerhoff, A. & Feith, A. 2007, Arbeitsbezogene Belastungen des Muskel-Skelett-Systems – innovative und integrative Präventionsansätze, unveröffentlichter Bericht. Darmstadt: TU Darmstadt, Institut für Arbeitswissenschaften.
2. Bundesministerium für Arbeit und Soziales- BMAS (Hrsg.) 2007, Handbuch zum Thema Hand-Arm-Vibration. Potsdam: EU HAV Handbuch.
3. Christ, E., Fischer, S., Kaulbars, U. & Sayn, D. 2006, Hand-Arm- und Ganzkörper-Vibrationsbelastung an gewerblichen Arbeitsplätzen, BGIA-Handbuch 49. Lfg. X/2006, Loseblatt-Ausgabe. Berlin: Schmidt.
4. Hoehne-Hückstädt, U., Herda, C., Ellegast, R., Hermanns, I., Hamburger, R. & Ditchen, D. 2007, Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität und berufliche Tätigkeit, BGIA-Report 2/2007. Sankt Augustin: HVBG.
5. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung – DGUV (Hrsg.) 2007, BGI 7011 Gesunder Rücken – Gesunde Gelenke: Noch Fragen? - Gesund und fit im Kleinbetrieb. Köln: Carl Heymanns.
6. DIN V 45695: 1996, Hand-Arm-Schwingungen, Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen - Technische und organisatorische Maßnahmen (CEN-CR 1030-1:1995 + CEN-CR 1030-2:1995). Berlin: Beuth.
7. MMBG (Hrsg.): Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz, Ausgabe 04/2008.

# Erhalt der Erwerbsfähigkeit von Mitarbeitern in der physischen Logistik vor dem Hintergrund des demographischen Wandels

Dennis WALCH und Willibald A. GÜNTNER

*Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml), TU München,  
Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching*

**Kurzfassung:** Der demographische Wandel stellt für die operative Logistik eine große Herausforderung dar. Zu der im Alter sinkenden körperlichen Belastbarkeit der Logistikmitarbeiter kommen in Zeiten der Wertschöpfungsorientierung neue Anforderungen von Seiten der Unternehmen auf die Mitarbeiter zu. Zwangsläufig stellt sich die Frage, ob der wachsende Anteil an älteren Arbeitnehmer die an sie gestellten Anforderungen in Zukunft ausreichend erfüllen kann. Während ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze die Voraussetzung bilden, kann eine Arbeitsorganisation mit abwechslungsreicher Belastung den Erhalt der Erwerbsfähigkeit sichern.

**Schlüsselwörter:** Demographie, Erwerbsfähigkeit, Logistik, physische Belastung.

## 1. Die Herausforderung des demographischen Wandels für die Logistik

Die demographische Entwicklung in Deutschland zeigt auch im industriellen Umfeld deutlich ihre Auswirkungen. Eine Alterung der Belegschaft bei gleichzeitig wachsenden Prozess- und Qualitätsanforderungen stellt die Unternehmen in Zukunft vor eine große Herausforderung. Einerseits nehmen mit steigendem Alter die körperlichen Einschränkungen der Mitarbeiter zu, insbesondere wenn die Erwerbstätigkeit – wie oftmals in Produktion und Logistik – ein Leben lang durch körperliche Belastungen geprägt ist, andererseits wachsen die Anforderungen an die Qualifikation des Mitarbeiters resultierend aus der geforderten Einsatzflexibilität und einem kontinuierlichen Umgang mit Veränderungen. Während für die Produktion bereits erste Lösungsansätze existieren, wird die Logistik als nicht (direkt) wertschöpfendes Unternehmensfeld trotz der dort vorherrschenden manuellen Prozesse oftmals eher stiefmütterlich behandelt. Verschärfend kommt hinzu, dass im Logistikbereich vielfach leistungsgewandelte sowie ältere Mitarbeiter eingesetzt werden, um diese vom in Produktion und Montage durch Takt- und Akkordvorgaben aufgeprägten Leistungsdruck und den vielfach hohen körperlichen Anforderungen vermeintlich zu entlasten. Bedenkt man jedoch, dass die Wertschöpfungsorientierung mehr und mehr in den Prozessen der Logistik Einzug hält, ist auch hier langfristig ein Höchstmaß an (körperlicher und vor allem auch geistiger) Flexibilität gefordert, was die Frage aufwirft, ob und wie die Mitarbeiter dies im Hinblick auf die demographische Entwicklung stemmen können.

Die Forschungsarbeiten am Lehrstuhl fml im Rahmen des Bayerischen Forschungsverbundes „Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die demographischen Herausforderungen“ (FitForAge) liegen auf der Betrachtung von typischen Arbeitsplätzen in der operativen Logistik und deren Eignung für den Einsatz älterer Mitarbeiter. Dabei stellen sich im Wesentlichen zwei Fragen:

- Wie verändern sich die Mitarbeiter in der operativen Logistik im Verlauf ihres Erwerbslebens und welche Auswirkungen hat dies?
- Welche Anforderungen stellen heutige und zukünftige Arbeitsplätze der physischen Logistik an ältere Arbeitnehmer?

Ziel ist es, durch geeignete konstruktive und arbeitsorganisatorischer Konzepte und Maßnahmen den Erhalt der Erwerbsfähigkeit von Logistikmitarbeitern über das Erwerbsleben zu gewährleisten. Damit einhergehend gilt es, die Einsatzflexibilität älterer und leistungsgewandelter Mitarbeiter durch eine „gesunde“ physische und psychische Belastung am Arbeitsplatz zu erhöhen und vor allem die besonderen Fähigkeiten älterer Mitarbeiter (Qualitätsbewusstsein, Erfahrungswissen etc.) nutzbar zu machen, um durch gezielte Förderung ihrer Potenziale einen effizienten Einsatz über den gesamten Erwerbslebenszyklus zu realisieren.

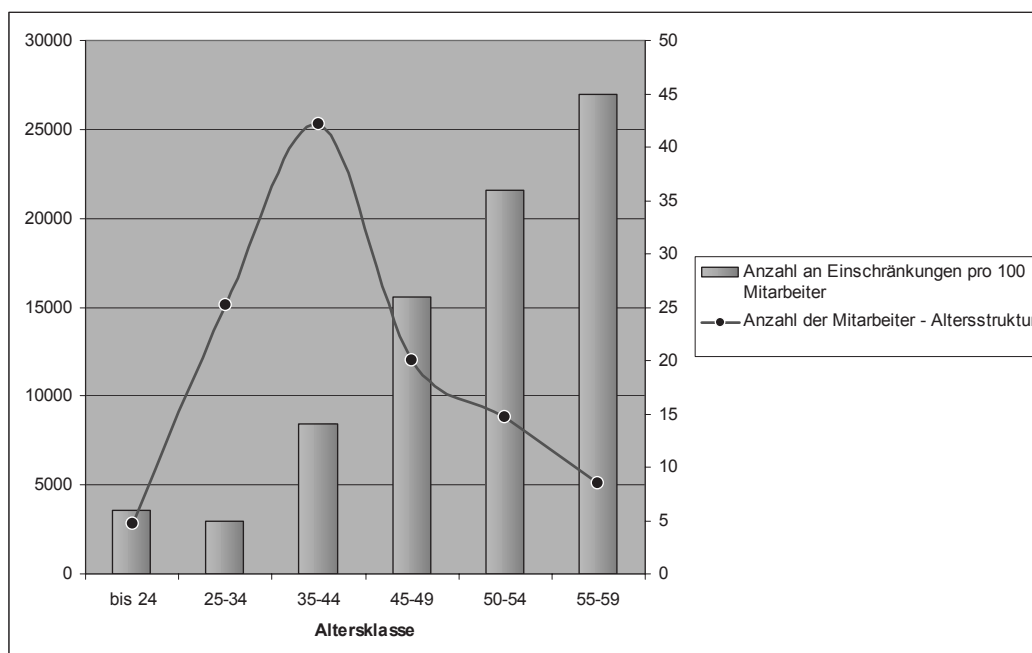
## **2. Vorgehen zur Analyse der Belastung von Logistikmitarbeitern**

Für die Ermittlung des Handlungsbedarfs in den beteiligten Unternehmen von Fit-For-Age bildete die Erhebung der Altersstruktur und Prognosen zu deren Entwicklung die Grundlage. Auf Basis von Unternehmensdaten wurde anschließend die Auftretenshäufigkeit der von den Betriebsärzten diagnostizierten, körperlichen Einschränkungen nach Altersklassen ausgewertet. Demgegenüber wurden die aus Arbeitsplatzanalysen identifizierten Anforderungen an die Mitarbeiter hinsichtlich der körperlichen Belastung gestellt. Die Herausforderung der Arbeitsanalyse in der operativen Logistik besteht in der Aufnahme und Bewertung der meist unregelmäßigen Abläufe. Hierzu sind zusätzlich zur Beobachtung der Arbeitsabläufe Datenauswertungen (z. B. Lagerbewegungen, Auftragsverteilung etc.) erforderlich, um die Schwankungsbreite der Logistikprozesse sowie die verschiedenen Eigenschaften des Sortiments (Gewicht, Größe) zu berücksichtigen. Um den Anforderungen der Logistik gerecht zu werden, ist eine kombinatorische Berechnung der Lasthandhabung nach der Leitmerkmalmethode erforderlich. Dadurch kann den verschiedenen Haltungen der Mitarbeiter bei unterschiedlichen Entnahme- und Abgabehöhen und den Gewichtsunterschieden der handzuhabenden Teile in Kombination mit der jeweiligen Häufigkeit der Umsetzungsvorgänge (wie z. B. in der Kommissionierung) Rechnung getragen werden. Die ingenieurwissenschaftliche Arbeitsanalyse wurde durch eine verhaltenswissenschaftliche Arbeitsanalyse ergänzt, um eine Ermittlung der bisher spärlich beachteten psychischen Belastung (Stress, Monotonie) zu berücksichtigen. Die entwickelte „Checkliste zur Aufnahme von Regulationsbehinderungen“ beruht auf den praktikablen und dennoch aussagekräftigen Instrumenten KFZA (Prümper et al. 1995), NUSA (Riedel et al. 2005), Teil D des Verfahrens RHIA/VERA-Produktion (Oesterreich et al. 2000) sowie dem FAA (Frieling & Hoyos 1978).

## **3. Engpass an altersngerechten Arbeitsplätzen in der operativen Logistik**

Einschränkungen der Mitarbeiter können sowohl physischer (z. B. geringe Belastbarkeit bzgl. des Hebens von Gewichten, eingeschränkte Beweglichkeit der Extremitäten) als auch psychischer Natur sein und beziehen sich auf die Umwelt- oder Arbeitsbedingungen. Wenn Einschränkungen eine Beeinträchtigung bei der auszuübenden Tätigkeit zur Folge haben, sind Mitarbeiter meist nur noch zeitweise oder gar nicht mehr für diese Tätigkeiten einsetzbar. Die Auswertung bei beteiligten Be-

trieben zeigte, dass auf 100 Mitarbeiter 19 Einschränkungen kommen. Dabei ließ sich feststellen, dass im höheren Erwerbsalter die Anzahl an Einschränkungen exponentiell zunimmt (siehe Abbildung 1).

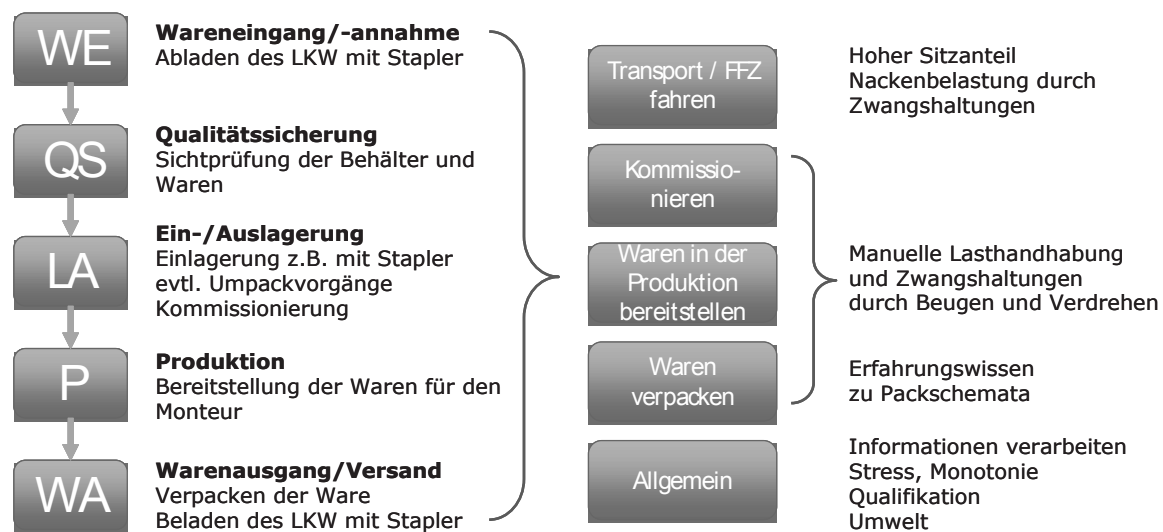


**Abbildung 1:** Verteilung der von den Betriebsärzten diagnostizierten Einschränkungen

Die in Zusammenhang mit der Wirbelsäulenbelastung stehenden Einschränkungen nehmen mit 63% den größten Anteil ein. Eine Hochrechnung auf Basis der demographischen Entwicklung innerhalb der Unternehmen bis zum Jahr 2018 lässt erkennen, dass insbesondere für Tätigkeiten, die durch „Heben und Tragen“, „Rumpfbeugung“, „Arbeiten über Schulterhöhe“ sowie reine „Steh-, Geh- und Sitzarbeitsplätze“ geprägt sind, in Zukunft eine noch geringere Verfügbarkeit von Personal ohne Einschränkungen zu erwarten ist. Gerade die Lasthandhabung spielt bei manuellen Tätigkeiten in der innerbetrieblichen Logistik eine wesentliche Rolle. Abbildung 2 zeigt die typischen Funktionseinheiten der operativen Logistik, deren Tätigkeitsspektrum sowie zugehöriger typischer Belastungen. Die derzeitige Intensivierung der Wertschöpfungsorientierung vieler Unternehmen hat großen Einfluss auf die Belastung der Mitarbeiter. Die Eliminierung von Verschwendung, z. B. unnötiger Umsetz- oder Handhabungsvorgänge, geht dabei oft mit einer ergonomisch verbesserten Arbeitsplatzgestaltung einher, da jeder eingesparte Vorgang eine reduzierte Belastung für den Mitarbeiter bedeutet. Schlanke Versorgung, One Piece Flow, Akkord in Kommissioniernestern sowie stärkere Taktanbindung an die Montage durch reduzierte Bandbestände bergen jedoch die Gefahr einer starken Arbeitsteilung, Verringerung der Arbeitsinhalte und somit zu einer Verschiebung zu anderen körperlichen und auch kognitiven Belastungen wie Monotonie und Stress.

Für altersgerechte Logistikarbeitsplätze sind diese hin zu einer „gesunden“ Belastung und einer breiten Einsetzbarkeit der Mitarbeiter zu gestalten. In der operativen Logistik lassen sich beispielsweise die Größe und das Gewicht von Transporteinheiten für eine leichtere manuelle Handhabung reduzieren. Eine Bereitstellung der Waren in optimaler Höhe z. B. durch Hubtische, kleinere Bereitstellbehälter, der Einsatz von Flurförderzeugen mit Sitz-/Stehmöglichkeiten und Rückfahrkameras sind Optionen, um den Anforderungen einer höheren Einsatzflexibilität älterer Mitarbeiter

mit Einschränkungen nachzukommen.



**Abbildung 2:** Übersicht typischer Anforderungen der Arbeitsplätze in der operativen Logistik

Arbeitsorganisatorische Maßnahmen wie Job Rotation ermöglichen im Weiteren für abwechslungsreiche Tätigkeiten und eine ausgewogene Belastung über die Arbeitszeit. Je nach Qualifikation der Mitarbeiter kann eine Rotation zwischen gleichartigen Arbeitsplätzen unterschiedlicher Belastung (z. B. Packstraßen oder Kommissionierzonen mit unterschiedlichen Teilegewichten und Anzahl an Positionen pro Tag) oder auch ein Wechsel zwischen Arbeitsplätzen mit verschiedenen Arbeitsinhalten sinnvoll sein. Dazu gilt es, die heutzutage organisatorisch stark getrennten Bereiche von Montage und Logistik gesamthaft zu betrachten und die unterschiedlichen Belastungsformen aus den Bereichen für eine Art „Fitnessparcours“ mit ausgewogener Belastung zu nutzen.

#### 4. Fazit

Die körperliche Belastbarkeit und damit einhergehend die flexible Einsetzbarkeit von Logistikmitarbeitern nimmt im Alter ab. Aufgrund des demographischen Wandels entsteht dadurch ein Engpass an arbeitsfähigen Mitarbeitern für die körperlich belastenden Arbeitsplätze der Logistik, wenn der Entwicklung von Seiten der Unternehmen nicht gegengesteuert wird. Konstruktive und arbeitsorganisatorische Maßnahmen gepaart mit der Förderung eines lebenslangen Lernens in der operativen Logistik sorgen für den Erhalt der Erwerbsfähigkeit der Mitarbeiter.

#### 5. Literatur

1. Frieling, E. & Graf Hoyos, C. 1978, FAA - Fragebogen zur Arbeitsanalyse. Bern: Huber.
2. Oesterreich, R., Leitner, K. & Resch, M. 2000, Analyse psychischer Anforderungen und Belastungen in der Produktionsarbeit, Das Verfahren RHIA/VERA-Produktion. Göttingen: Hogrefe.
3. Prümper, J., Hartmannsgruber, K. & Frese, M. 1995, KFZA - Kurz-Fragebogen zur Arbeitsanalyse, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 39, 125-132.
4. Riedel, J., Meyer, C., Rumpf, H-J., John, U. & Hapke, U. 2005, NUSA - Die Normative und Subjektive Arbeitsanalyse, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 49, 131-139.

# Sicheres Arbeiten im europäischen Gastgewerbe – Gute Praxis aus dem EU-HORECA-Projekt

Dietmar ELSLER

*Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz,  
Gran Via 33, E-48009 Bilbao*

**Kurzfassung:** Das Gastgewerbe (international HORECA: Hotels, Restaurants, Catering) umfasst Hotels, Bars, Gaststätten, Restaurants, Catering-Firmen, Schnellimbisse, Cafés und Bistros. Dieses Gewerbe spielt eine bedeutende Rolle für die Schaffung von Arbeitsplätzen im Dienstleistungssektor und in der Gesamtwirtschaft vieler EU-Mitgliedstaaten. In dieser Wachstumsbranche sind in der EU derzeit mehr als 7,8 Millionen Menschen beschäftigt und die Tendenz ist weiter steigend. In diesem Artikel werden die wichtigsten Ergebnisse des HORECA-Projekts der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit vorgestellt. Ziel dieses Projekts war es, einen Überblick über Sicherheit und Gesundheit in dieser Branche zu geben, bewährte Praktiken zu ermitteln und die wesentlichen beschäftigungsrelevanten und wirtschaftlichen Veränderungen zu untersuchen.

**Schlüsselwörter:** HORECA, Europa, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.

## 1. Einleitung

Das Gastgewerbe umfasst hauptsächlich Kleinunternehmen mit bis zu 10 Beschäftigten. Die Arbeitskräfte im Gastgewerbe sind jung: Der europäischen Statistik zufolge (EU-25, Eurostat 2005) sind etwa 48 % der Beschäftigten jünger als 35 Jahre. Die über 55-Jährigen machen weniger als 10 % der Arbeitskräfte aus, wobei ihr Anteil jedoch infolge des demografischen Wandels steigt. Gegenüber anderen Dienstleistungsbranchen weist das Gastgewerbe auch einen überdurchschnittlichen Anteil an Frauen (54%) und ausländischen Arbeitnehmern aus (9-14%). Die Branche gilt für junge und relativ gering qualifizierte Menschen als guter Einstieg in den Arbeitsmarkt (Klein et al. 2004).

Die Fallstudien betreffen in erster Linie die praktische Prävention der für die Arbeitnehmer in diesem Gewerbe bestehenden Gefahren. In dem Good-Practice-Report werden 18 praktische Maßnahmen auf Arbeitsplatzebene beschrieben und die Einbeziehung, Motive und Ziele der teilnehmenden Gruppen dargestellt. Ferner werden die Ergebnisse, Nebenwirkungen, Erfolgsfaktoren und Probleme erörtert. Bei der Auswahl der Fallstudien wurde Wert darauf gelegt, die unterschiedlichen Gefahren und vielfältigen Arbeitsumgebungen im Gastgewerbe aufzuzeigen. Hierzu gehören nicht nur Restaurants und Hotels, sondern auch Schulkantinen, Klubs und Bars.

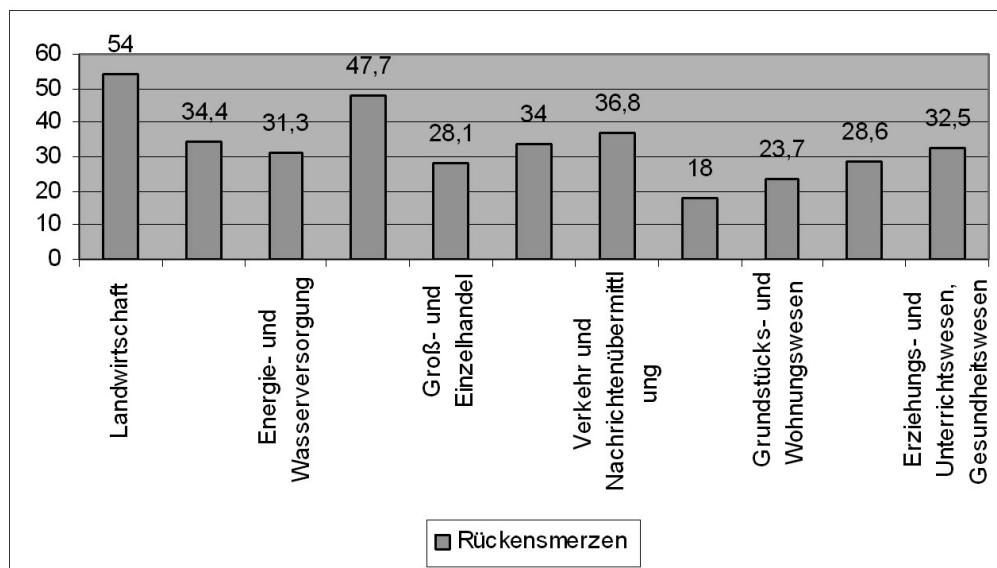
Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes lag bei den besonderen gesundheitlichen Problemen ausländischer Arbeitnehmer, deren Arbeitssituation durch zusätzliche Belastungsfaktoren wie sprachliche und kulturelle Unterschiede, illegale Beschäftigung und Diskriminierung beeinträchtigt wird. Hierzu wurden von einer internationalen Expertengruppe unter Leitung der Europäischen Agentur praxisnahe Lösungsansätze



erarbeitet.

## 2. Statistikporträt: Muskel- und Skeletterkrankungen im Gastgewerbe

Hohe körperliche Arbeitsbelastung ist kennzeichnend für das Gastgewerbe. Im Jahr 2000 gaben fast 55 % der befragten Arbeitnehmer im Gastgewerbe in den damaligen 15 Mitgliedstaaten der EU (EU 15) an, dass bei ihrer Tätigkeit beschwerliche oder ermüdende Körperhaltungen an der Tagesordnung sind, während diese Aussage im Gesamtdurchschnitt aller Wirtschaftszweige lediglich auf 45 % der Befragten zutraf (Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen 1995-2000). Rund 43 % der Beschäftigten im Gastgewerbe berichteten, dass sie schwere Lasten tragen oder bewegen müssen (gegenüber 36 % im Gesamtdurchschnitt), und 64 % müssen repetitive Hand- oder Armbewegungen ausführen (Gesamtdurchschnitt: 56 %). Infolge dieser Arbeitsbedingungen sind Muskel- und Skeletterkrankungen im Gastgewerbe weit verbreitet: Etwa 33 % der Beschäftigten in EU 15 klagen über Rückenschmerzen, ca. 20,3 % über Muskelschmerzen im Nackenbereich, rund 11,5 % über Schmerzen an den oberen Gliedmaßen und 17,6 % über Schmerzen im Bereich der unteren Gliedmaßen. In den Beitritts- und Kandidatenländern leiden nach eigenen Angaben 34 % der Arbeitnehmer im Gastgewerbe unter Rückenschmerzen (Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen 2005). Muskelschmerzen an den unteren Gliedmaßen sind im Gastgewerbe weiter verbreitet als in jedem anderen Sektor (Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen 2001).



**Abbildung 1:** Prozentualer Anteil der Arbeitnehmer, die über arbeitsbedingte Rückenschmerzen klagen, EU 15, ESWC 2000

## 3. Warum sind Beschäftigte im Gastgewerbe besonders gefährdet?

Aus folgenden Gründen ist für Beschäftigte im Gastgewerbe das Risiko von Muskel- und Skeletterkrankungen besonders hoch:

- weil sie bei der Arbeit oftmals lange stehen oder ungünstige Körperhaltungen

- einnehmen müssen;
- weil sie großenteils körperlich anstrengende und stressbelastete Tätigkeiten mit langen Arbeitszeiten ausüben;
- weil sie häufig als Saisonkräfte arbeiten und daher nicht genügend Zeit haben, sich in die Aufgaben einzuarbeiten;
- weil in der Branche besonders viele junge Arbeitnehmer tätig sind, die noch nicht über die erforderliche Routine bzw. die benötigten Kenntnisse und Fertigkeiten verfügen.

#### 4. Risikofaktoren

Die Arbeit im Gastgewerbe ist mit einer ganzen Reihe von Risikofaktoren verbunden, die zum Entstehen von Muskel- und Skeletterkrankungen beitragen können. Die wichtigsten physischen Risiken betreffen die Arbeitshaltung, die aufzubringende Kraft, die Wiederholungshäufigkeit und lange Arbeitszeiten ohne ausreichende Pausen. Muskel- und Skeletterkrankungen können dann auftreten, wenn der Muskel-Skelettsystem durch einen oder mehrere dieser Faktoren überbeansprucht wird.

Ein Risikofaktor ist beispielsweise die Körperhaltung – einschließlich der Arme und Beine – bei der Arbeit. Beschwerlich oder ermüdend sind Körperhaltungen dann, wenn die Gelenke über längere Zeit stark gebeugt oder gedehnt werden, auch das unveränderte Beibehalten einer bestimmten Körperhaltung über einen längeren Zeitraum ist nicht ratsam. Beispiele für ungünstige Körperhaltungen:

- auf oder über Schulterhöhe angehobene Arme
- stark gebeugte oder überdehnte Handgelenke
- gebeugter oder verdrehter Oberkörper
- gebeugter oder verdrehter Nacken
- langes Stehen

Bei diesen Körperhaltungen besteht ein erhöhtes Risiko von Muskel- und Skeletterkrankungen, sie sollten daher möglichst vermieden werden.

**Tabelle 1:** Spezifische Beispiele aus dem Gastgewerbe

<b>Tätigkeitsbereich</b>	<b>Ungünstige Körperhaltung</b>
Thekenpersonal/Kellner	„Über-den-Tisch-Reichen“ beim Servieren oder Auflegen, Arbeiten auf beschränktem Raum
Küchenpersonal	Stehen mit gesenktem Kopf beim Zubereiten von Lebensmitteln, Überstrecken beim Zubereiten von Mahlzeiten, Strecken nach Zutaten, ergonomisch schlecht gestaltete Küchen, beengte Arbeitsflächen
Zimmerpersonal	Verdrehte und überstreckte Körperhaltung, beispielsweise Vorbeugen, Strecken und Knien beim Beziehen von Betten und bei der Zimmerreinigung
Allgemeines Hotelpersonal	Unergonomisch gestaltete Büroarbeitsplätze, Arbeit am Computer im Stehen

#### 5. Schlussfolgerungen und weitere Informationen

Beschwerliche oder ermüdende Körperhaltungen, repetitive Bewegungen und die

manuelle Handhabung von Lasten kombiniert mit ungünstigen Arbeitsbedingungen sind für die allermeisten Arbeitsplätze im Gastgewerbe kennzeichnend. Diese und viele weitere Faktoren können ausschlaggebend dafür sein, ob ein Arbeitnehmer Gefahr läuft, Muskel- und Skeletterkrankungen zu entwickeln. Da diese Art von Erkrankungen schwer zu behandeln und zu heilen ist und sich langfristig äußerst nachteilig auf die Gesundheit auswirkt, kommt vorbeugenden Maßnahmen ein besonderer Stellenwert zu.

Der Arbeitgeber ist gesetzlich dazu verpflichtet, für Sicherheit und Gesundheit seiner Beschäftigten zu sorgen. Er ist dafür verantwortlich, dass die Risiken am Arbeitsplatz einer Beurteilung unterzogen und dass die Sicherheits- und Gesundheitsstandards für alle Beschäftigten verbessert werden.

Die Arbeitnehmer selbst können einen eigenen Beitrag leisten, indem sie zum Beispiel Folgendes tun: bei repetitiven Arbeiten oder Arbeiten, die mit hohem Kraftaufwand verbunden sind, genügend Pausen einlegen; immer wieder aufstehen und die Arbeitshaltung möglichst häufig wechseln; Warnsignale des Körpers wie Ermüdungserscheinungen oder Schmerzen nach einem langen Arbeitstag ernst nehmen.

## 6. Literatur

1. Klein Hesselink, J., Houtman, I., van den Berg, R., van den Bossche, S. & van den Heuvel, F. 2004, EU hotel and restaurant sector: work and employment conditions. Dublin: EFILWC.
2. Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen 2001, Working conditions in the acceding and candidate countries. Im Internet abrufbar unter: <http://www.eurofound.eu.int/ewco/surveys/ccindex.htm>
3. Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen 2005, Fourth European Working Conditions Survey. Im Internet abrufbar unter: <http://www.eurofound.eu.int/working/surveys/index.htm>.

Weitere umfangreiche Informationen der Europäischen Agentur finden Sie unter <http://osha.europa.eu/en/sector/horeca>.

# Messungen der Schärfenbereiche von Brillen für den Bildschirmarbeitsplatz

Wolfgang JASCHINSKI<sup>1</sup> und Claudia HAENSEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

<sup>2</sup> *Studiengang Augenoptik, Fachhochschule Jena,  
Carl-Zeiss-Promenade 2, D-07745 Jena*

**Kurzfassung:** An Bildschirmarbeitsplätzen besteht für alterssichtige Benutzer oft das Problem, die Brille zur Unterstützung der nachlassenden Akkommodation und die Bildschirmpositionierung am Arbeitsplatz aufeinander abzustimmen. Dies ist erforderlich, um Augen- und Muskel-Skelett-Beschwerden zu vermeiden. Wir stellen ein optisches Messsystem und eine praxisgerechte Sehtestmethode vor, die bei einer individuellen Beratung (arbeitsmedizinisch, ergonomisch, augenoptisch) nützlich sein können, um den Bildschirm im vertikalen Schärfenbereich der jeweiligen Brille zu positionieren.

**Schlüsselwörter:** Alterssichtigkeit, Bildschirmarbeit, Brillen.

## 1. Einleitung

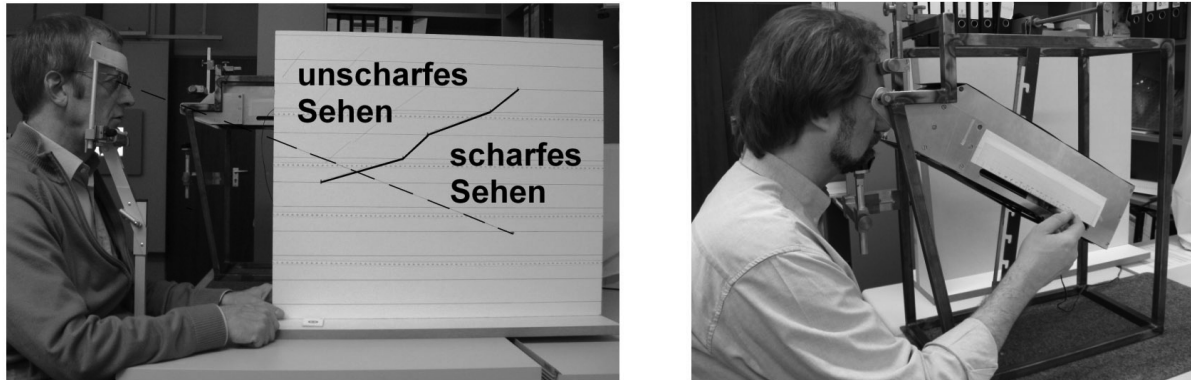
Wegen der nachlassenden Akkommodationsfähigkeit mit zunehmendem Alter wird das Scharfsehen in der Nähe und auch am Bildschirmarbeitsplatz erschwert. Als Abhilfe kann man Bildschirmarbeitsplatzbrillen verwenden, wobei den Benutzern oft nicht unmittelbar klar ist, in welchen Bereichen am Arbeitsplatz ein scharfes Sehen möglich ist. Bei ungünstiger Positionierung des Bildschirms relativ zum Auge versuchen viele Benutzer, durch Zwangshaltungen des Kopfes den Bildschirm scharf zu sehen, was zu muskulären Anspannungen und langfristig zu Nacken- und Rückenschmerzen führt. In umfangreichen Laboruntersuchungen ermittelte von Buol (2002) die Schärfenbereiche von Gleitsichtbrillen. Es war unser Ziel, praxisgerechte Sehtestmethoden zu entwickeln, die für den alterssichtigen Benutzer am Arbeitsplatz nützlich sein können, um den Bildschirm im vertikalen Schärfenbereich der jeweiligen Brille zu positionieren und dabei eine bequeme Kopfhaltung einzunehmen.

## 2. Methode

Es wurden zwei neuartige Methoden entwickelt, um in vertikaler Blickrichtung die Nah- und Fernpunktkurven des Scharfsehens zu bestimmen, d. h. die kleinsten bzw. größten Sehabstände, bei denen gerade noch scharf gesehen werden kann (Abbildung 1).

- **Nahpunktkurven-Tafel:** Am Arbeitsplatz wurde in Blickrichtung des Probanden in vertikaler Sagitalebene eine Testtafel aufgestellt, die als Koordinatensystem zum Auftragen der Nahpunkte diente. Der Experimentator führte in mehreren horizontalen Ebenen ein Sehzeichen aus der Nähe in die Ferne; der Proband gab an, wo das Sehzeichen scharf erschien. Bei manchen Brillen ist auch die Erfassung des Fernpunktes im Messbereich von 30 – 100 cm möglich.

- Das Neigungsoptometer: Zur Bestimmung der Nah- und Fernpunkte wurde ein Optometer auf der Basis eines Binoptometers (OCULUS, Reiner 1980) entwickelt. Es ermöglicht Messungen bei verschiedenen Augenneigungen zwischen horizontal und 50 Grad abwärts, eine individuell angenehme Kopfhaltung, Einstellungen der Sehentfernung von 30 cm bis unendlich sowie eine größenkonstante, binokulare Betrachtung des Sehzeichens.



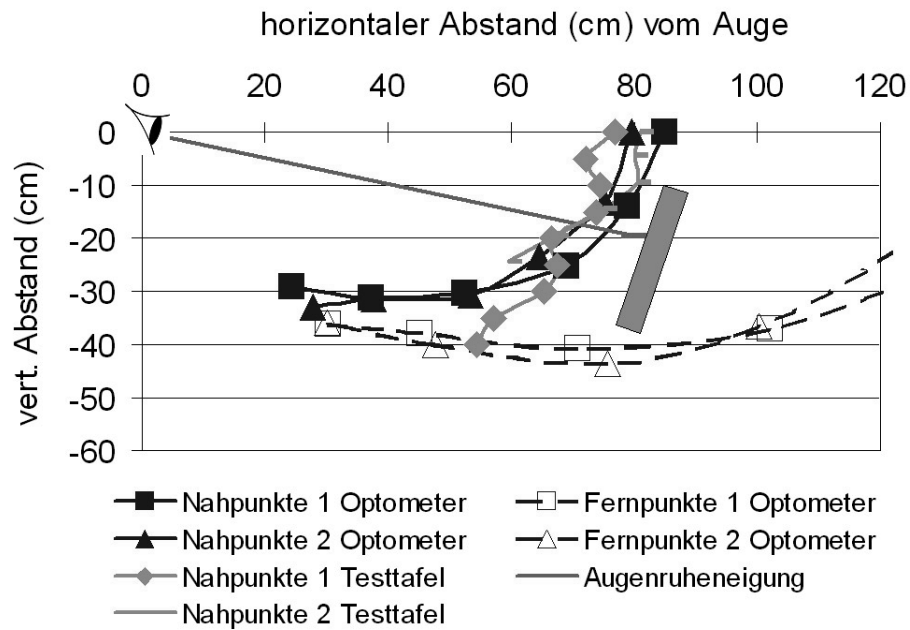
**Abbildung 1:** Links: Die Nahpunktkurven-Tafel zeigt die durchgezogene Messkurve zwischen den Bereichen des unscharfen bzw. scharfen Sehens, und zwar für eine Universal-Gleitsichtbrille, die scharfes Sehen in der Ferne (zum Autofahren), in der Nähe und an einem niedrig aufgestellten Flachbildschirm erlaubt (Jaschinski, 2008). Bei den Messungen wird eine Kopfstütze verwendet, mit der der Kopf in einer bequemen Haltung fixiert wird. Die gestrichelte Linie ist die Ruheblickneigung (siehe Text). Rechts: Ansicht des Neigungsoptometers: ein Proband variiert den Sehabstand des Sehobjektes im Optometer, das auf eine Neigung von 30 Grad eingestellt ist

### 3. Ergebnisse

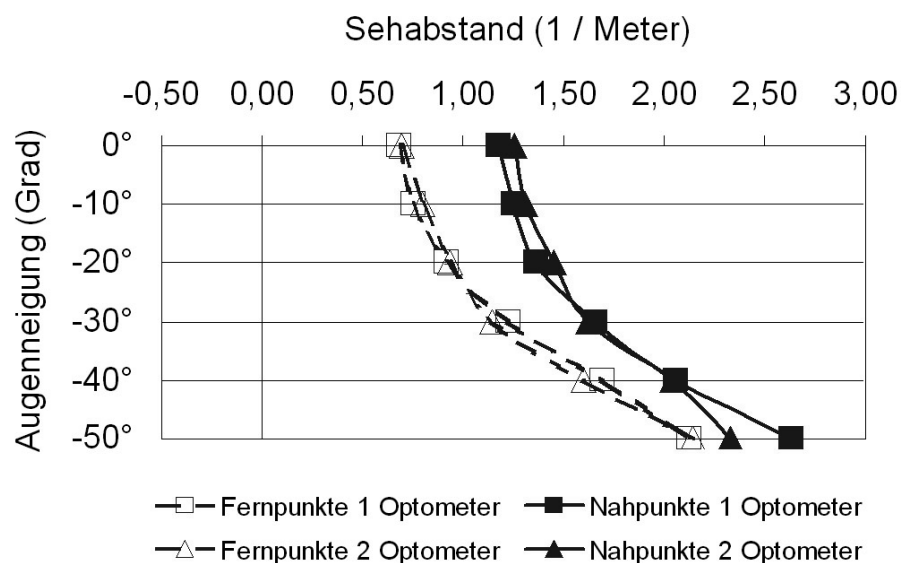
Datendarstellungen und ergonomische Schlussfolgerungen sind nur individuell sinnvoll, daher wird hier ein Einzelbeispiel der Stichprobe von 10 Personen gezeigt.

In Abbildung 2 sind für einen Probanden mit einer Bildschirm-Gleitsichtbrille die Messdaten der Nah- und Fernpunkte als Funktion der Blickneigung aufgetragen, und zwar als Sehabstände relativ zur Augenposition im Koordinatenursprung. Im Bereich zwischen der Nahpunkt- und der Fernpunktkurve ist scharfes Sehen möglich; hier kann der Bildschirm positioniert werden. Die vom Auge ausgehende schräge Linie stellt die Ruheblickneigung dar, so wie sie mit dem Schnelltest-Verfahren nach Schulz & Jaschinski (2009) für diese Person bestimmt wurde. Daraus lässt sich folgern, dass die Monitormitte etwas unterhalb der Ruheblickneigung innerhalb des Scharfenbereiches liegen sollte, wie es durch den Balken angedeutet ist.

Abbildung 3 zeigt dieselben Daten wie Abbildung 2, jedoch mit modifizierten Einheiten der Achsen. Die Y-Achse zeigt die Augenneigung in Grad relativ zur horizontalen Blickrichtung. Auf der X-Achse sind die Sehabstände der Nah- und Fernpunkte in der Einheit 1/Meter aufgetragen, entsprechend der optischen Einheit Dioptrie. Diese Einheit hat den Vorteil, dass die Wirkung der Brille beim Blick in die Ferne darstellbar ist. Bei horizontalem Blick ist scharfes Sehen zwischen Sehabständen von 0,8 und 1,4 m möglich, d. h. beim Blick in die Ferne besteht unscharfes Sehen, wie es für eine Bildschirm-Gleitsichtbrille typisch ist (Jaschinski 2008).



**Abbildung 2:** Für eine Bildschirm-Gleitsichtbrille sind die Kurven der Nah- und Fernpunkte dargestellt als Sehabstände (cm) in einem Koordinatensystem mit dem Auge als Ursprung. Es sind zwei wiederholte Messungen des Neigungsoptometers und der Nahpunktcurven-Tafel (Testtafel) gezeigt. Zwischen der Nahpunkt- und der Fernpunktkurve ist ein Monitor im Bereich des scharfen Sehens eingezeichnet



**Abbildung 3:** Für dieselbe Bildschirm-Gleitsichtbrille wie in Abb. 2 sind dieselben Nah- und Fernpunktdaten dargestellt, jedoch als Sehabstände in der Einheit 1/Meter, entsprechend der optischen Einheit Dioptrie. Auf der horizontalen Achse entspricht der Nullpunkt einem unendlichen Sehabstand und z. B. der Wert von 3,0 einem Sehabstand von  $1/3=0,33$  Meter. Die vertikale Achse zeigt die Augen-neigung in Grad. Im Bereich zwischen diesen Nah- und Fernpunktkurven ist scharfes Sehen möglich

#### 4. Diskussion

Es stehen heute verschiedene Varianten von Brillen für den Bildschirmarbeitsplatz



zur Verfügung, darunter auch Gleitsichtbrillen, deren optische Eigenschaften an die Arbeitsaufgaben und die individuellen Seheigenschaften angepasst werden können (Menozzi 2008; Methling & Schönfeld 2008). Die in der vorliegenden Arbeit entwickelten Methoden sind geeignet, für die jeweilige Brille die individuellen vertikalen Schärfenbereiche am Arbeitsplatz bei bequemer Kopfhaltung zu bestimmen. Für jeden Probanden und jede Brille existieren unterschiedliche Kurvenverläufe; entsprechend kann die Bildschirmposition individuell relativ zum Auge gewählt werden. Dazu sind flexibel aufstellbare Flachbildschirme vorteilhaft.

Die hier vorgestellten Methoden erlauben es, arbeitsmedizinische, ergonomische und augenoptische Kompetenz zu integrieren, um bisherige Defizite in der Beratung von Alterssichtigen am Bildschirmarbeitsplatz zu vermeiden. Das folgende 2-Punkte-Konzept kann bei der Brillenberatung nützlich sein, um scharfes Sehen am Arbeitsplatz ohne Muskel-Skelett-Beschwerden zu ermöglichen.

- Die Auswahl der geeigneten Brillenvariante: Die Auswahl der Brillenvariante (Einstärken-, Mehrstärken-, Gleitsichtbrille) muss nicht von einer evtl. bestehenden Position des Bildschirms abhängig gemacht werden. Vielmehr sollte die Auswahl der Brille nach den Sehanforderungen bei der Arbeit und den individuellen Sehgewohnheiten erfolgen. Dabei spielen folgende Fragen eine Rolle. Welche Objekte (Bildschirm, Schriftstücke, u. a. m.) müssen in welchen Entfernungen (Nähe, Zwischenbereich, Ferne) scharf gesehen werden? Wie groß muss das scharfe Sehfeld sein (nur zentrales oder auch peripheres Sehen)? Was sind individuelle Präferenzen (scharfes Sehen auch in der Ferne, Augen- versus Kopfbewegungen)? Auch Universal-Gleitsichtbrillen sind am Bildschirmarbeitsplatz einsetzbar, wenn Flachbildschirme niedrig aufgestellt werden (Jaschinski 2008).
- Gestaltung des Arbeitsplatzes: Ist die nach Punkt 1 ausgewählte Brille gefertigt, so können die Schärfenbereiche mit den Methoden dieser Studie bestimmt werden; dabei wird die individuell angenehme Kopfhaltung und die vertikale Ruheblickneigung berücksichtigt (Schulz & Jaschinski, 2009). Daraus ergibt sich eine günstige Höhe, Neigung und Entfernung des Monitors relativ zum Auge.

Anhand dieses Konzeptes kann der Arbeitsplatz entsprechend individuellen physiologischen Dispositionen ergonomisch gestaltet werden. Siehe auch [www.ifado.de/vision](http://www.ifado.de/vision).

## 5. Literatur

1. Buol, A. von 2002, Der Einfluss von Gleitsichtbrillen auf Kopf- und Augenbewegungen, Dissertation. Zürich: ETH.
2. Jaschinski, W. 2008, Niedrig aufgestellte Flachbildschirme erleichtern die Benutzung von Universal-Gleitsichtbrillen am Bildschirmarbeitsplatz, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, 58, 172-180.
3. Menozzi, M. 2008, Evaluation of progressive lenses by means of a field study, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 62, 200-209.
4. Methling, D. & Schönfeld, D. 2008, Empfehlungen für Bildschirmarbeitsplatzbrillen, kritisch betrachtet, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, 58, 48-55.
5. Schulz, F. & Jaschinski, W. 2009, Objektive und subjektive Messungen zur bequemen vertikalen Blickneigung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert. Dortmund: GfA Press, 739-742.
6. Reiner, J. 1980, Ein neues Sehtestgerät, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, 30, 110-113.

## 365 Tage im Jahr - Arbeitszeiten in der Landwirtschaft -

Hiltraud GRZECH-SUKALO und Kerstin HÄNECKE

*AWiS-consult,  
Erlenweg 6, D-27798 Hude/Oldenburg*

**Kurzfassung:** Die Arbeitszeiten von Landwirten sind wenig im Bewusstsein der Bevölkerung. Uns geht es vielmehr um preiswerte Produkte. Durch zunehmenden Konkurrenzdruck auch auf europäischer Ebene nehmen vor allem für Landwirte mit Milchviehhaltung die körperlichen und mentalen Belastungen enorm zu, denn nur durch eine erhöhte Anzahl von Kühen können Landwirte überhaupt noch am Markt bestehen. Da diese Tiere durch veränderte Massentierhaltung zunehmend weniger an den Menschen gewöhnt sind, kommt es immer häufiger zu Unfällen, die nicht selten tödlich enden. Während der Umgang mit Maschinen, die zur körperlichen Entlastung der Landwirte geführt haben, von der zuständigen Berufsgenossenschaft ausreichend beschult wird, werden bis dato die emotionale und mentale Belastungen, die stetig zugenommen haben, nicht berücksichtigt. Diesem Punkt wird hier Rechnung getragen.

**Schlüsselwörter:** Tätigkeitsanalysen, Belastungsanalyse, Arbeitszeiten.

### 1. Einleitung

Arbeitszeiten in der Landwirtschaft, insbesondere bei Milchviehhaltern, werden im öffentlichen Bewusstsein kaum realisiert. Wir als Endverbraucher sehen lediglich die Preise der Produkte, nicht aber, welcher Zeitaufwand und welche Belastungen für den einzelnen Landwirt dahinter stehen. Doch was heißt es, an 365 Tagen im Jahr morgens und abends arbeiten zu müssen und dies mit zunehmenden Arbeitszeiten, da die Tierbestände immer größer werden, um dadurch ein ausreichendes Einkommen zu erhalten und im Wettbewerbskampf überleben zu können?

Landwirtschaft ist eine Branche, die bisher wenig in den Fokus der Arbeitsschützer gerückt ist, da es sich häufig um selbständig arbeitende Personen handelt. Doch gerade große Betriebe beschäftigen zunehmend Mitarbeiter, die sich den dort herrschenden Anforderungen anpassen müssen. Bis dato wird allerdings sowohl von Seiten der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft in Deutschland als auch auf Europäischer Arbeitsschutzebene der Fokus verstärkt auf den Umgang mit Maschinen gelegt. Wenig werden Belastungs- und Beanspruchungsfolgen wie Stress und daraus resultierende Fehler analysiert und dies trotz zunehmender Anzahl tödlicher Unfälle bei rückläufiger Beschäftigtenzahl.

Auch wenn Unfälle generell zurückgegangen sind, stagniert diese Zahl seit 10 Jahren, wenn auch mit leichten Schwankungen. Unfälle mit Nutztieren sind gerade bei Rindviehhaltern sehr hoch. So berichtet die Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft in 2007, dass 13 % dieser Unfälle auf die Rindviehhaltung zurück zu führen sind und dass 5 % dieser Unfälle tödlich verlaufen.

Diesem Punkt gilt besondere Aufmerksamkeit, da Landwirte die Anzahl ihrer Tiere

weiter nach oben setzen müssen, um mit ihrem Betrieb zu überleben. Dies gilt auch für Milchviehhalter. Durch veränderte Haltungsbedingungen kommen diese Tiere immer seltener „in die Hand“, dies nur noch bei Geburten (wenn sich Komplikationen ergeben und diese werden nicht seltener, da das Durchschnittsalter der Tiere zugunsten einer hohen Milchleistung nach unten geht und somit immer häufiger Erstkalbinnen betreut werden müssen) und wenn sonstige Erkrankungen vorliegen, wie z.B. die zunehmend auftretenden Klauenerkrankungen und der Tierarzt kommen muss. Kontakte mit diesen wenig zahmen Tieren sind körperlich anstrengend und gefährlich, müssen aber sein.

Durch die gestiegene Anzahl von Rindern und Kühen pro Betrieb kommt es somit auch häufiger zu Geburten. Damit verbunden sind neben den gesundheitlichen Gefährdungen auch viele unterbrochene Nächte. Dies wiederum führt durch ein Schlafdefizit zu Fehlhandlungen, wie wir es u.a. aus der Nacht- und Schichtarbeitsforschung kennen.

In früheren Zeiten konnten solche Phasen der Belastung und Beanspruchung, wie sie u.a. auch in der Pflanz- und Erntezeit auftreten – hier zudem durch eine extreme Wetterabhängigkeit mit mentaler Belastung verbunden – durch Phasen der Ruhe, gerade in der Winterzeit teilweise kompensiert werden. Die Schwankungen in den Arbeitszeiten liegen zwischen ca. 18 Stunden und 4 Stunden pro Tag (in Abhängigkeit der Anzahl der Kühe). Doch nie gibt es einen Tag ohne Arbeit. Urlaub kann kaum genommen werden, wenn nicht (noch rüstige) Eltern oder die (schon fähigen) Kinder den Betrieb für wenige Tage alleine übernehmen können.

## 2. Methoden

Am Beispiel von Milchviehhaltern werden kontrastierend in kleinen, mittleren und großen Betrieben die Arbeitszeiten und die Arbeitsbelastung der Landwirte beleuchtet. Als Methoden kommen Interviews, eine Gefährdungsanalyse zur Arbeitszeit sowie Tätigkeitsanalysen - sowohl als Selbstaufschreibungen wie auch als Beobachtungsstudien - zum Einsatz.

Das Arbeitszeitgesetz lässt für den landwirtschaftlichen Bereich Abweichungen zu. So kann z.B. die Ruhezeit von 11 Std. um bis zu einer Std. verkürzt werden, wenn innerhalb von 1 Monat ein Ausgleich möglich ist. Die Ruhezeiten können gerade in der Bestell- und Erntezeit weiter reduziert werden. Zudem ist verständlicherweise die Sonn- und Feiertagsbeschäftigung erlaubt. Lediglich 6 beschäftigungsfreie Sonntage pro Jahr müssen in der Tierhaltung gewährt werden.

Basierend auf dem Verfahren der Tätigkeitsanalyse, wie es in anderen Branchen, z.B. in Krankenhäusern schon erfolgreich eingesetzt wurde (Grzech-Sukalo & Hänecke, 2005), wurde am Beispiel eines landwirtschaftlichen Betriebes mit ca. 50 Milchkühen und ca. 50 Kälbern und Rindern exemplarisch analysiert, welche Tätigkeiten zu erledigen sind und wie diese im Hinblick auf körperliche und geistige Belastung eingeschätzt werden.

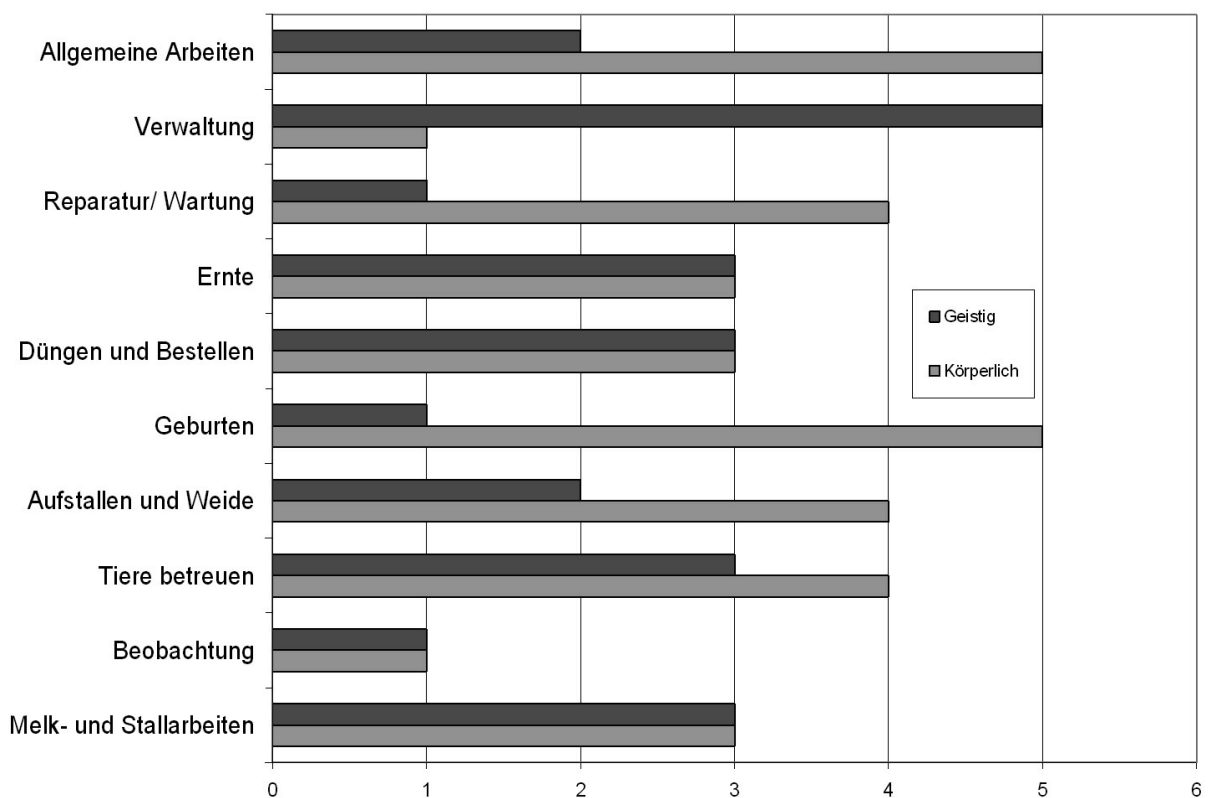
Auf wenn der betrachtete Betrieb einen Extremfall darstellt, da er nur von einem Landwirt ohne weitere Unterstützung bewirtet wird und keine weitere Hilfe durch Eltern oder Nachfolger als auch Angestellte vorhanden ist, verdeutlicht dieses erste Beispiel, welche Belastungen sich für den Landwirt ergeben.

Ergänzend zu dieser Methode wird das EBA-Verfahren eingesetzt (Erfassung von Belastung am Arbeitsplatz; vgl. Nachreiner et al. 2005)

### 3. Ergebnisse

In einem Interview wurden die anfallenden Tätigkeiten exemplarisch am Beispiel des analysierten landwirtschaftlichen Betriebes erhoben (siehe Abbildung 1).

Diese Tätigkeiten wurden vom Landwirt nach körperlichen und geistigen Belastungen eingeschätzt. Abbildung 1 verdeutlicht, dass körperlich vor allem Geburten, aber auch allgemeine Tätigkeiten, hier besonders das Schneiden von Bäumen und Wallhecken, aber auch das Zäune reparieren, als besonders belastend eingestuft werden. Als geistig belastend werden vor allem die zunehmenden Verwaltungsaufgaben gesehen, die nicht nur zeitbindend sind, sondern auch durch EU-Verordnungen ein umfassendes Wissen verlangen.



**Abbildung 1:** Körperliche und geistige Belastung bei Milchviehhaltung

Abbildung 2 stellt eine andere Form der Belastungseinschätzung in Form des EBA-Verfahrens dar. Hieran wird deutlich, dass weniger die körperlichen Belastungen hoch eingeschätzt werden, auch wenn dies zu vermuten wäre. Vielmehr wird hier die mentale Belastung fast durchgehend in allen Kategorien als hoch bewertet, vor allem im Hinblick auf die Qualität der Informationsaufnahme als auch auf das Erinnern bei der Informationsverarbeitung. Dies erscheint auf den ersten Blick unerwartet für den landwirtschaftlichen Bereich. Wirft man allerdings einen genaueren Blick auf die Tätigkeiten, wird rasch deutlich, dass durch die permanente Kontrolle des Tierbestandes und den damit verbundenen Konsequenzen, die bestenfalls den Tod eines Tieres, schlimmstenfalls den Verlust des kompletten Bestandes und damit der Existenz bedeuten, eine hohe mentale Belastung vorliegt.



## Berufliche Kompetenzen von Auszubildenden zum Elektroniker

Bernd HAASLER und Felix RAUNER

*Universität Bremen, Forschungsgruppe Berufsbildungsforschung,  
Postfach 330440, D-28359 Bremen*

**Kurzfassung:** Nachdem international vergleichende Schulleistungsuntersuchungen wie PISA die öffentliche Diskussion über allgemeine Bildung Jugendlicher deutlich befördert haben, steht der Bereich beruflicher Bildung bislang noch außen vor. Zum Messen beruflicher Kompetenzen liegen im Unterschied zur allgemeinen Bildung (z. B. Lesekompetenz, naturwissenschaftliche Kompetenz) noch keine etablierten Instrumente vor. Der Beitrag stellt anhand eines eng umrissenen Forschungs- und Entwicklungsvorhabens grundlegende Arbeiten als Beitrag zur Entwicklung eines Instrumentariums zur Messung beruflicher Kompetenzen vor.

**Schlüsselwörter:** Kompetenzmessung, Kompetenzmodell, Gestaltungsoffene Testaufgaben, Berufsbildungs-PISA.

### 1. Einleitung

Die Ergebnisse der internationalen und der nationalen PISA-Untersuchungen haben eine neue Beweglichkeit und Innovationsbereitschaft der Akteure des Bildungswesens bewirkt, die bis dahin kaum jemand für möglich gehalten hätte. Die Ursache liegt in der Methodik des PISA-Ansatzes begründet und einer Kompetenzdiagnostik, die sich auf die Grundlage der einschlägigen internationalen Literacy-Forschung sowie der von der DFG geförderten fachdidaktischen Forschung vor allem im Bereich der Naturwissenschaften stützen konnte (vgl. Klieme & Hartig 2007). Seither wächst das bildungspolitische und -planerische Interesse an der Ausweitung der Kompetenzforschung auf weitere Bildungsbereiche – u. a. auch auf die berufliche Bildung (Baethge et al. 2006). Kaum ein Bildungsbereich ist so unmittelbar relevant für die Innovationsfähigkeit der Unternehmen wie die berufliche Bildung. Zugleich sind, aus guten Gründen, die Vorbehalte gegen ein international vergleichendes Berufsbildungs-PISA sowie die Möglichkeiten des Messens beruflicher Kompetenz unter Berufspädagogen groß. Zunächst haben jene recht, die davon ausgehen, dass sich berufliche Handlungskompetenz – die Berufsfähigkeit – nur in der konkreten je spezifischen beruflichen Praxis erweisen kann. Vergleiche zum Sport bieten sich an: Ein guter Schwimmlehrer ist noch lange kein guter Schwimmer. Ersterer schneidet sicher bei „Paper-and-Pencil-Tests“ gut ab. Ob er auch ein guter Schwimmer ist, hängt von seinem Wissen nur sehr eingeschränkt ab. Zudem wird mit dem Begriff des impliziten Wissens (tacit knowledge) darauf verwiesen, dass es einen Bereich beruflichen Könnens gibt, der sich sowohl subjektiv als auch objektiv der Verbalisierung in der Form expliziten Fachwissens entzieht. Neben diesen Schwierigkeiten zur Begründung eines Kompetenzmodells als Grundlage für die Kompetenzdiagnostik in der beruflichen Bildung sind es zwei weitere Schwierigkeiten, die einem Berufsbildungs-PISA entgegen zu stehen scheinen. Das ist



- die große Vielfalt der Berufsbildungssysteme mit ihren sehr unterschiedlichen Lernformen. Die Tradition der Lehrlingsausbildung bildet einen Pol dieser heterogenen internationalen Berufsbildungslandschaft, die semi-akademischen Formen der Berufsbildung in Berufsfachschulen und die marktbasierten Formen der modularisierten Zertifizierungssysteme bilden zwei weitere Eckpunkte eines Experimentierfeldes, in dem sich sicher erst in Jahrzehnten internationale Strukturen beruflicher Bildung herausbilden werden. Schließlich ist
- die Berufsform der gesellschaftlichen Arbeit nur in jenen Ländern ein Bezugspunkt für die berufliche Bildung, in denen die Lehrlingsausbildung etabliert ist. Von der Vielzahl der Berufe sind es gerade einmal ca. fünfzig, die an den World Skills (Internationale Berufsolympiade) teilnehmen. Internationale Regelungen zur Normierung von Berufen bzw. Berufsbildern als Grundlage für die Entwicklung beruflicher Bildungspläne gibt es bisher nicht. Die berufliche Bildung orientiert sich an den Inhalten und Formen der (beruflichen) Arbeit im intermediären Sektor des Beschäftigungssystems. Sie bietet sich als Bezugspunkt für eine vergleichende Kompetenzdiagnostik an.

Es gibt daher gute Gründe für eine berufliche Kompetenzdiagnostik, die sich in wesentlichen Punkten an die PISA-Tradition anlehnt und von ihren Potenzialen profitiert, die sich aber zugleich in anderen Punkten charakteristisch von der Kompetenzdiagnostik allgemeiner Bildung unterscheidet. In einem Pilotprojekt der Bundesländer Hessen und Bremen (KOMET) wird in einem Schulversuch auf Grundlage eines in Vorstudien entwickelten Kompetenzmodells eine Kompetenzdiagnostik erprobt (Bremer & Haasler 2004; Rauner et al. 2007). Gemessen wird die berufliche Kompetenzentwicklung von angehenden Elektronikern (n=700 Auszubildende) (Rauner & Haasler et al. 2008). Anhand detaillierter Entwicklungsverläufe der Lernenden werden Erkenntnisse bezüglich der Wirkungen der einzelnen Lernorte (Berufsschulen und Betriebe) auf die berufliche Kompetenzentwicklung erwartet. Dass derartige Erkenntnisse weitreichende Auswirkungen auf die künftige Berufsbildungsplanung als auch auf die Berufsbildungspraxis haben können, liegt auf der Hand.

## 2. Offene Testaufgaben und die Bewertungen ihrer Lösungen

Zwei Besonderheiten sind für die Testaufgaben zum Messen beruflicher Kompetenz charakteristisch. Die Testaufgaben müssen erstens so offen formuliert sein, dass die Vielfalt der Lösungsmöglichkeiten realitätsnah abgebildet wird. In der Berufspraxis reichen die beruflichen Arbeitsaufträge von solchen, die durch eine detaillierte Spezifikation in ihren Lösungen bereits festgelegt sind, bis zu solchen, bei denen Auftraggeber die Arbeitsaufträge gebrauchswertorientiert formulieren. Die zweite Variante beinhaltet mehr oder weniger große Gestaltungsspielräume, deren Ausnutzung ein wesentlicher Indikator für berufliche Kompetenz ist. Daher basieren die Testaufgaben auf dem Konzept offener, realitätsnaher Aufgaben. Die Aufgabenstellung schließt zweitens eine Situationsbeschreibung ein, die es der Testperson erlaubt, Kriterien für eine angemessene Lösung zu identifizieren. Mit der Situationsbeschreibung wird der Lösungsraum quasi ausgeleuchtet. Die Rater erhalten zu jeder Testaufgabe eine Beschreibung des Lösungsraumes, in dem die Aufgabenlösungen verortet werden können. Damit verfügen die Rater über eine annähernd vollständige Skizzierung möglicher Lösungsaspekte und -varianten, ohne dass damit „richtige“ oder idealtypische Lösungen vorgegeben werden. Bei der Festlegung der Kriterien für die Gestaltung von Testaufgaben für das Messen beruflicher Kompetenzen und

beruflicher Kompetenzentwicklung gelten jedoch andere Kriterien als für das Messen von Lesekompetenz oder mathematischer Kompetenz. Vor allem drei Kriterien sind bei der Testkonstruktion im Bereich beruflicher Bildung zu berücksichtigen.

- Berufliche (Handlungs)Kompetenz erweist sich bei der Bearbeitung beruflicher Arbeitsaufträge bzw. Arbeitsaufgaben. Diese sind prinzipiell eingebettet in einen Anwendungszusammenhang. Erfahrungsgemäß lässt sich ein Beruf anhand von ca. 12 bis 20 charakteristischen beruflichen Arbeitsaufgaben beschreiben. Zergliedert man diese in Teilaufgaben, so verflüchtigt sich der sinnstiftende Arbeitszusammenhang beruflicher Arbeit. Es entstehen abstrakte Fertigkeiten und Kenntnisse, die in ihrer Summe noch keine berufliche (Handlungs)Kompetenz begründen. Das Zusammenhangsverständnis gilt berufspädagogisch als eine zentrale Dimension beruflicher Kompetenz und beruflicher Bildung und diese kann man nur messen, wenn hinreichend komplexe Testaufgaben gestellt werden. Es ist daher nahe liegend, dass die charakteristischen beruflichen Arbeitsaufgaben, die das Gerüst eines Berufsbildes bilden, die geeigneten Bezugspunkte für die Entwicklung von Testaufgaben bilden.
- Die Bearbeitungszeit zur Lösung von zwei Testaufgaben liegt bei ca. vier Schulstunden, wenn die Probanden die Aufgaben nicht nur lösen, sondern ihre Lösungsvorschläge auch nachvollziehbar begründen. Dieser Zeitrahmen repräsentiert eine große Palette von Einzelaufgaben, die im Kontext der komplexen Aufgaben zu lösen sind. Insofern ist die fachliche Breite dieses Testkonzeptes mit ihren zwei Testaufgaben in jedem Fall gegeben.
- Eine Standardisierung der Testaufgaben ist auch bei offenen Testaufgaben möglich. Entscheidend ist das Bewertungsverfahren. Zunächst konnte bei der Testentwicklung durch Pretests nachgewiesen werden, dass mit zwei komplexen Testaufgaben problemlos alle acht Kriterien der Kompetenzausprägungen (-niveaus) erfasst werden können.

Die Testaufgaben konfrontieren die Probanden mit beruflichen Aufgabenstellungen, die für den jeweiligen Beruf charakteristisch sind. Im KOMET-Projekt werden Auszubildende am Ende ihrer Ausbildung im dritten Ausbildungsjahr mit Testaufgaben getestet, die auf eine entwickelte Berufsfähigkeit zielen. Diese Testaufgaben sind so formuliert, dass sie auch von Auszubildenden im 2. Ausbildungsjahr gelöst werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich an den Lösungen deutlich die Differenzen in der Kompetenzentwicklung zwischen dem zweiten und dritten Ausbildungsjahr ablesen lassen. Die Aufgabenstellung wird durch eine Situationsbeschreibung ergänzt. Diese ist knapp formuliert und beschreibt den Kontext, in den die Aufgabenstellung eingebettet ist. Die Situationsbeschreibung ist realitätsnah und wird mit Abbildungen (z. B. Fotos, Funktionsschemata) illustriert, die den Probanden zusätzlich den Kontext verdeutlichen sollen. Die Testaufgaben und Situationsbeschreibungen beinhalten keine Spezifikationen im Sinne detaillierter Pflichtenhefte. Eine fragengeleitete Ausdifferenzierung der Aufgaben unterbleibt ebenso.

### 3. Zwischenergebnisse des Pilotprojektes KOMET

Der Anspruch der Kompetenzdiagnostik ist es, berufliche Kompetenz und Kompetenzentwicklung nicht nur evaluativ zu bewerten oder auf die Stichhaltigkeit der berufspädagogischen Begründung zu achten, sondern mit psychometrischen Methoden nachzuweisen, dass auf der Basis des Kompetenzmodells Testaufgaben entwickelt

werden können, mit denen Kompetenz und Kompetenzentwicklung gemessen werden kann. Dies gilt ebenso für das Messen beruflicher Identität und beruflichen Engagements. Erst dies ist die Voraussetzung für vergleichende Untersuchungen, die unabhängig von der subjektiven Bewertung und den Prüfungstraditionen der jeweiligen Berufe von Lehrern und Ausbildern vorgenommen werden kann. Dabei ist vor allem eine Schwierigkeit zu meistern, nämlich die Bewertung der von den Testpersonen (hier: von Auszubildenden) vorgelegten Lösungen zu den offenen Testaufgaben (Rating). Erst wenn die Bewertungen der Testergebnisse durch die Rater hinreichend dicht beieinander liegen, wenn also ein entsprechend hoher Wert für die Interraterreliabilität nachgewiesen werden kann, haben die Testaufgaben die Qualität eines Messinstrumentes. Die im KOMET-Projekt erreichten Werte liegen über den in der teststatistischen Literatur geforderten Werten. Schließlich lässt sich anhand eines multi-dimensionalen Analyseverfahrens nachweisen, welche empirische Qualität das pädagogisch begründete Kompetenzmodell mit seinen drei Kompetenzniveaus hat.

Eine besondere Brisanz wird den Zwischenergebnissen der Untersuchung zur potentiellen Risikogruppe beigemessen. Das ist der Anteil der Auszubildenden, die über das Niveau der nominellen Kompetenz nicht hinaus gelangen. Es liegt nahe, hier einen Zusammenhang zu den PISA-Ergebnissen herzustellen. Die Risikogruppe wird bei PISA definiert durch Schüler, die maximal das Kompetenzniveau 1 erreichen. Sie sind nach dieser Prognose den Anforderungen einer erfolgreichen Berufsausbildung nicht gewachsen und haben erhebliche Schwierigkeiten beim Übergang in das Berufsleben. Die Risikogruppe variiert bei PISA zwischen 20 und 30 Prozent, je nach Bundesland. In einigen Fällen liegt dieser Wert im Bereich der naturwissenschaftlichen Grundbildung auch darüber. Bei Risikoschülern handelt es sich vor allem um Hauptschüler sowie um leistungsschwächere Gesamt- und Realschüler. In einer ganzen Reihe von Ausbildungsberufen setzen sich die Auszubildenden überwiegend aus Risikoschülern zusammen. Das bedeutet, dass die Berufsausbildung in diesen Berufen mit dem Problem konfrontiert ist, diese Auszubildenden besonders zu fördern, damit sie wenigstens das Niveau funktionaler Kompetenz erreichen. Werden dagegen keine gesonderten Fördermaßnahmen ergriffen, dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Prognose der PISA-Studie bestätigt wird: aus Risikoschülern werden dann Risikoauszubildende. Vom KOMET-Projekt werden Ergebnisse zu dieser Frage erwartet.

#### 4. Literatur

1. Baethge, M., Achtenhagen, F., Babic, E., Baethge-Kinsky, V. & Weber, S. 2006, Berufsbildungs-PISA. Machbarkeitsstudie. München: Franz Steiner Verlag.
2. Bremer, R. & Haasler, B. 2004, Analyse der Entwicklung fachlicher Kompetenz und beruflicher Identität in der beruflichen Erstausbildung, Zeitschrift für Pädagogik, 50, 162–181.
3. Klieme, E. & Hartig, J. 2007, Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im empirischen Diskurs, Zeitschrift für Pädagogik, Sonderheft 8, 11–29.
4. Rauner, F., Grollmann, P. & Martens, T. 2007, Messen beruflicher Kompetenz(entwicklung), ITB-Forschungsbericht, 21/2007. Bremen: Institut Technik und Bildung (ITB), Universität Bremen.
5. Rauner, F., Haasler, B., Heinemann, L. & Grollmann, P. 2008, Messen beruflicher Kompetenzen. Grundlagen und Konzeption des KOMET-Projektes. Münster: LIT.

# An Ergonomic Evaluation of Kitchen Knife Handles through Pressure Distribution Measurement on Surface Contact Areas

Kageyu NORO

*Waseda University, and ErgoSeating Co. Ltd.  
Tokyo, Japan*

**Abstract.** This paper was aimed to dynamically clarify relationships of roles played by fingers and palm with the shape of handles when kitchen knives were used to cut foodstuffs, thereby making use of the findings to ergonomically evaluate the effect of hand movements on the knives. Analysis was made by defining two layers for the interface between a handle and its user's hand. A pressure imaging pad was used for pressure measurement. The pad was clipped between the handle and its user's hand. Pressure distributions were measured on the surface contact areas of handles with gripping forces exerted on their user's hand. The contact pressure curves obtained served as defining relationships between handles and their user's hand in cutting operations of foodstuffs.

**Keywords:** Kitchen knife, pressure distribution, surface contact area.

## 1. Introduction

Most studies reported so far on the use of knives, including research by Marsot (2007), are focused on their way of use in commercial meat cutting operations. Regarding knife handles, there is a study by Horsfall (2005) that deals with the effect of the shape of handles on stabbing performance. Little to no literature exists, however, on the study of kitchen knives. There are two distinct features in cutting operations for cooking: one is the fact that foodstuff cutting operations consist of smaller movements than those in commercial meat cutting operations; and the other the less strong forces are needed with shorter duration of time. The objective of this research is the development of a method for defining relationships between roles played by fingers and palm and the shape of handles gripped by fingers and palm in the cutting operations of foodstuffs for cooking.

## 2. Analytical concept

When a handle is gripped by its user's hand, a surface contact area is formed as an interface between the equipment and the hand. The interface is interpreted as composed of two layers depending on opposite viewpoints: 1) what part of the hand the handle touches; and 2) what part of the handle the hand touches. The decomposition of the interface into two layers enables us to accomplish the goal. Namely, the first layer gives us the influence of an assigned task on a human hand, while the second provides us with information on evaluation of the handle that brings about clues for improvement or development of new design.

### 3. Measuring method

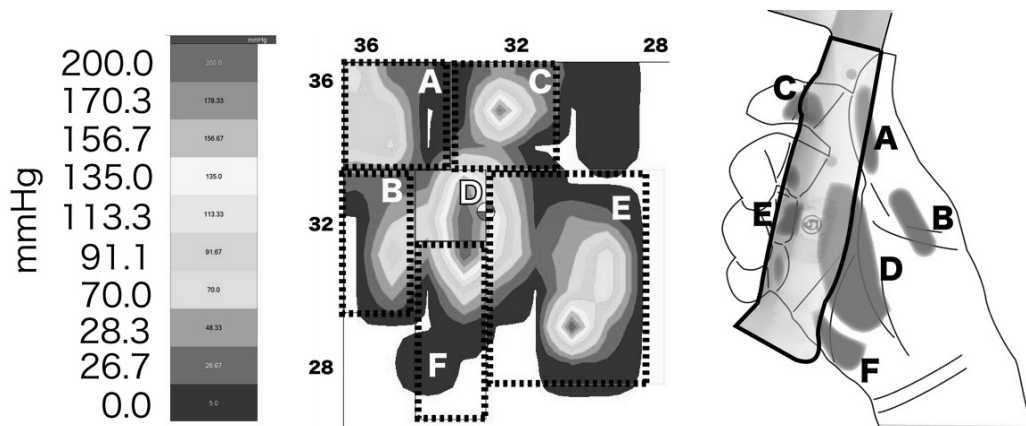
Used was a pressure imaging pad on which 36 x 36 sensing cells are embedded, each measuring 0.5 inch in length. The pad was clipped between a handle and its user's hand. When a gripping force is added on a user's hand, it would produce a pressure distribution, while also creating a pressure transition chart associated with foodstuff cutting operations.

### 4. Experiments

Kitchen knives with handles of two different shapes were selected as testing samples: one was a marketed product and the other our prototype model. Foodstuffs tested were pumpkins, Japanese radishes, and potatoes. The pressure imaging pad was used for contact pressure measurement with EMG activities also measured on active muscles of user's hand and lower arm to provide supplementary data.

### 5. Analysis

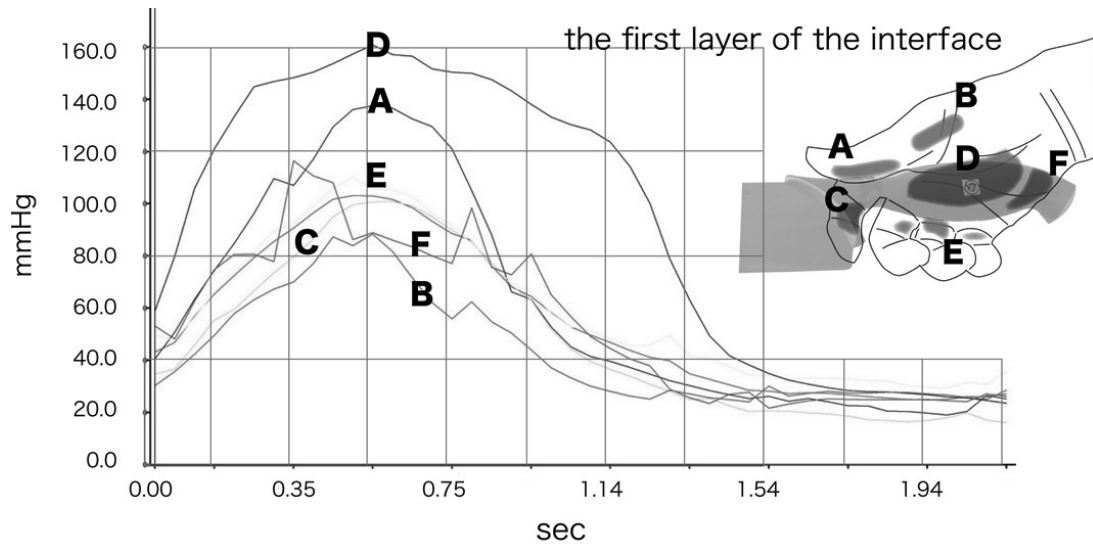
Figure 1 demonstrates a pressure distribution on surface contact areas obtained from slicing operations of a Japanese radish.



**Figure 1:** Pressure distribution on surface contact areas obtained when a handle was gripped by a user along with corresponding relationships to parts of user's hand

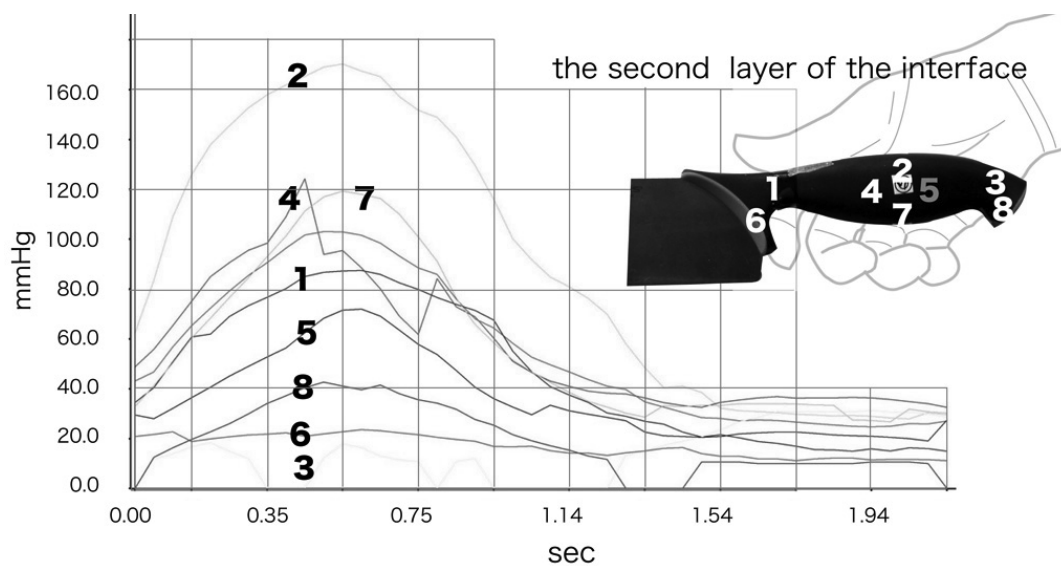
In Figure 1, each area on the pressure distribution chart corresponds to respective part of the hand. The explanatory notes with pressure levels given in mmHg are attached in a bid to back up the gray scale indicating pressure levels that originally are represented by color variation. The distribution chart corresponds to the pressure distribution at a certain point of time in the process of slicing in rounds a Japanese radish. In fact, the whole slicing operations were recorded in 44 frames for a time period of 2.14 seconds, in which Figure 1 corresponds to the fifth frame from the beginning. Figure 2 gives contact pressure curves plotted in terms of time obtained when a radish was sliced by the marketed item as one of the samples gripped in the same way as described in Figure 1, accompanied by corresponding relationships between curves and parts of the hand indicated as well. This figure is comparable to the first layer of the interface mentioned earlier. Figure 2 displays greater pressures are exerted on the central part of the palm and on the thumb.





**Figure 2:** Contact pressure curves and their corresponding relationships to parts of user's hand for slicing operations of a Japanese radish using the marketed product

Figure 3 represents analysis viewed from the standpoint of the second layer of the interface.

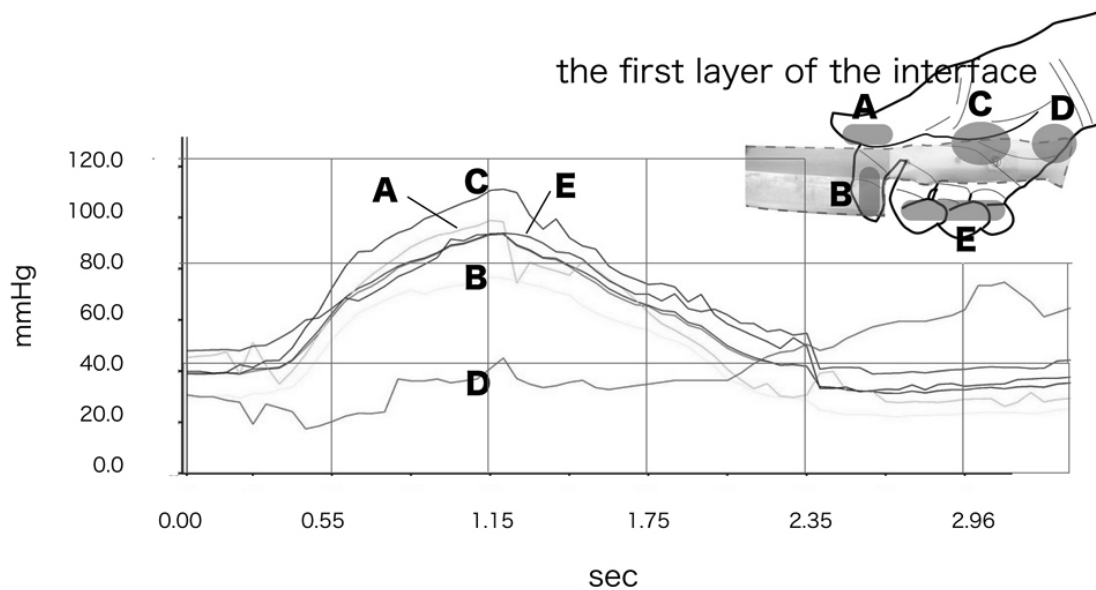


**Figure 3:** Contact pressure curves and their corresponding relationships to characteristic points of the handle of the marketed product as a testing sample obtained in slicing operations of a Japanese radish

Figure 3 demonstrates this handle to be defined by the characteristic points 1 through 3 on the chart. The characteristic point 1 is identified as playing the role of transferring the downward force as seen in its relationship to the corresponding curve. The curve associated with the characteristic point 2 presumably functions as ensuring position control as well as stability of the knife before and after the assigned task. The characteristic point 3 is regarded as receiving the upward force opposite to the downward force defined by the characteristic point 1 to sustain the handle from underneath during the cutting operations. The convex contours on the characteristic points 1 and 3 match the inner shape of the palm, to create a larger surface contact area that results in a lower contact pressure.



Figure 4 gives contact pressure curves against time along with their relationships to respective parts of the hand for the prototype handle developed for this study.



**Figure 4:** Contact pressure curves with their corresponding relationships to parts of user's hand gripping the prototype handle

The pressure variation on the tail end of the handle well distinguishes the design feature of the prototype handle.

## 6. Conclusion

The roles of five fingers and palm to be played in the cutting operations using kitchen knives have been clarified. It also has been made clear that handles of kitchen knives can be ergonomically evaluated by measuring surface contact pressures (mmHg) and their distributions.

## 7. References

1. Horsfall, I., Watson, C., Champion, S., Prosser, P. & Ringrose, T. 2005, The effect of knife handle shape on stabbing performance, *Applied Ergonomics*, 36, 4, 505-511.
2. Marsot, J., Claudon, L. & Jacqmin, M. 2007, Assessment of knife sharpness by means of a cutting force measuring system, *Applied Ergonomics*, 38, 1, 83-89.

## Acknowledgements

The author would like to acknowledge the efforts of Hideki Takada and Tetsuya Naruse at Gifu Pref. Life-related Technology Research Institute for their assistance in measurement and analysis of the measured data. Sample knives for testing were offered by Fujitora Industry Co., Ltd..

# Fortschreibung des BAuA-Ergonomie-Kompends zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten

Tobias BLEYER

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

**Kurzfassung:** Im Beitrag wird das Ergonomie-Kompensum der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Fachgruppe Ergonomie) (BAuA) und seine Weiterentwicklung vorgestellt. Es entstand als gemeinsames Forschungsprojekt des TÜV Rheinland Product Service (TRPS), liegt in einer ersten Fassung vor und konnte bereits an Fallbeispielen erprobt werden. Das Kompensum enthält eine Verfahrenssammlung zur praktischen Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten. Die Systematik sieht eine Einteilung der Gebrauchstauglichkeitselemente in die fünf Hauptkategorien Anzeigen, Bedien- und Stellteile, Griffe und Greifflächen, Bewegungsabläufe und Körperhaltungen sowie die Dialoggestaltung vor. Das entwickelte Prüf-schema baut auf Erfahrungen bei Produktprüfungen von technischen Arbeitsmitteln und Konsumerprodukten der TÜV Rheinland Group auf und stützt sich auf aktuelle wissenschaftliche Kenntnisse der BAuA und den Stand der Technik. Ziel der Weiterentwicklung ist es, bereits vorhandene Methodenstrukturen zu einem qualitätsgesicherten Verfahren auszubauen. Des Weiteren sollen bestehende Strukturen und Prozessschritte ergänzt und optimiert werden. Vor diesem Hintergrund sind insbesondere Anforderungen und Methoden in die bestehende Systematik aufzunehmen, die die Zugänglichkeit für besondere Nutzergruppen sicherstellen können. Des Weiteren werden europäische und internationale Verfahren zur Testung der Gebrauchstauglichkeit unterschiedlicher Produkte und Produktgruppen evaluiert, um das Kompensum geeignet zu ergänzen. Neben der Ergänzung des Kompensums ist die Einhaltung der Gütekriterien, die an ein wissenschaftliches Verfahren zu stellen sind von Bedeutung. Diese Kriterien wurden bisher nicht ausreichend nachgewiesen. Sie sind jedoch unbedingte Voraussetzung zur weiteren Verbreitung und Etablierung der entwickelten Methodik.

**Schlüsselwörter:** Gebrauchstauglichkeit, Ergonomie-Kompensum, Produktprüfung, Gütekriterien.

## 1. Einleitung

Im Rahmen des Projektes „Entwicklung eines Kompensums zur Anwendung der Ergonomie und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten“ (F 2116, Adler et al. 2009) wurde eine Methodik gesucht, die die ergonomische Prüfung beliebiger Arbeitsmittel und Produkte des Alltages ermöglicht. Es wurde eine effiziente, zielgerichtete und universelle Produktprüfmethodik entwickelt. Hierzu werden Prüfprozesse mittels Verfahrensanweisungen und Ablaufschemata mit den Eingaben theoretischer Grundlagen (Literatur, Normung, Prüfverfahren, etc.) kombiniert, um validierte Prüf-

berichte über Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit zu erhalten.

Das Kompendium bietet einen allgemein gültigen, ergonomischen Anforderungskatalog sowie ein darauf basierendes Prüfschema an, mit dem die Qualität von Arbeitsmitteln evaluierbar wird und das unmittelbar zur Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit beitragen kann. Das Kompendium soll mittelbar auch die Gesundheit und das Wohlbefinden der Benutzer von Produkten positiv beeinflussen. Zielgruppe des Kompendiums sind daher primär Personen, die Produkte auf Gebrauchstauglichkeit prüfen und über entsprechendes ergonomisches Hintergrundwissen verfügen. Des Weiteren sollen Entwickler in den unterschiedlichen Phasen der Produktentwicklung und bei der Auswahl von Designvarianten Unterstützung finden. Die Methodik soll in unterschiedlichen Produktlebensphasen (Entwicklung, Inverkehrbringen, Nutzung, Wartung etc.) zur Anwendung kommen.

Das Ergonomie-Kompendium liegt in einer ersten Fassung vor und konnte an Fallbeispielen erprobt werden. Die Einhaltung der Gütekriterien, die an ein wissenschaftliches Verfahren zu stellen sind, wurde bisher nicht ausreichend nachgewiesen. Sie sind jedoch Voraussetzung zur weiteren Verbreitung und Etablierung der entwickelten Methodik. Projekte, die unter anderem diese Nachweise zum Ziel haben, bilden die Grundlage dieses Beitrages.

## **2. Ziele**

Ziel der BAuA ist es, die bereits vorhandenen Methodenstrukturen des Ergonomie Kompendiums zu einem qualitätsgesicherten Verfahren auszubauen. Des Weiteren sollen bestehende Strukturen und Prozessschritte optimiert werden. Neben der Optimierung steht die Ergänzung um europäische und internationale Verfahren im Vordergrund. Da insbesondere durch die Bewertung von Produkten für leistungsgewandelte Menschen (Ältere und Behinderte) respektive die Barrierefreiheit von Produkten umzusetzen ist, sind geeignete oder spezielle Prüfverfahren, Prüfstrategien und Strukturen in das bestehende Kompendiums praxisnah zu integrieren.

## **3. Projekte**

Um die oben genannten Ziele zu erreichen führt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin zurzeit drei Eigen- und Fremdforschungsprojekte durch. Ihre Inhalte werden im Folgenden vorgestellt.

### *3.1 Projekt: Qualitätssicherung und Optimierung des Ergonomie-Kompendiums*

Aufgabe im Rahmen der Qualitätssicherung und Optimierung des Kompendiums ist zunächst die Prüfung der Vergleichbarkeit und Vollständigkeit des Gesamtkonzeptes sowie der Einzelelemente und Prozesse des Kompendiums anhand bestehender Konzepte, Verfahren und Methoden. Die empirische Überprüfung der Einzelelemente und der Nachweis der Methodenqualität wird anhand der Gütekriterien wissenschaftlicher Verfahren (Reliabilität, Objektivität und Validität) überprüft. Dies soll zur Optimierung des Gesamtkonzeptes beitragen, indem beispielsweise einzelne Elemente ergänzt sowie gegebenenfalls durch qualitativ höher wertige ersetzt werden.

Ein weiteres Ziel dieses Projektes ist die Erarbeitung eines objektiven Gesamtbewertungsmaßstabes, der bisher nicht zur Verfügung stand. Dies könnte beispielsweise

se anhand gewichteter Anforderungen geschehen; mindestens jedoch unter Berücksichtigung und Gewichtung des Einflusses des Nutzungskontextes.

Im Rahmen der Projektdurchführung ist zunächst eine Zerlegung und schematische Darstellung des Gesamtkonzeptes in alle Einzelemente als Ablaufschema, Netzplan o. ä. vorgesehen, um Klarheit über den Optimierungsbedarf zu erlangen. Daneben ist die Durchführung von Produkttests gemäß Kompendium (BAuA intern) als Anwendungsversuche, inkl. stringenter Dokumentation der Arbeitsschritte und Schwachstellen in allen Einzelementen geplant. Des Weiteren werden parallel externe Produkttests, ebenfalls gemäß Kompendium, als Round-Robin-Tests inkl. Befragungen und stringenter Dokumentation der Arbeitsschritte und Schwachstellen in allen Einzelementen zwecks Kreuzvalidierung durchgeführt.

Als weiterer Nachweise der Qualitätskriterien, insbesondere der Produktunabhängigkeit des Verfahrens, werden den beteiligten Laboren und Produktprüfern unterschiedliche Prüfprodukte zur Verfügung gestellt. Weiterhin ist die Anwendung von normativen Qualitätsanforderungen zur Optimierung des Gesamtkonzeptes vorgesehen.

### *3.2 Projekt Methoden zur Gebrauchstauglichkeitsbewertung im europäischen und internationalen Vergleich (Projekt F 2048)*

Das Hauptziel des zweiten Projektes zur Optimierung besteht in der Ergänzung des Kompendiums um europäische und internationale Kriterien und Prüfmethoden bzw. es gilt, die bestehenden nationalen Kriterien und Methoden mit den internationalen zu vergleichen. Hierzu wird ein Expertenaustausch in Form einer Tagung mit europäischer und internationaler Beteiligung stattfinden. Darüber hinaus sollen die Aktivitäten innerhalb dieses Projekt dazu beitragen, die gewonnen Erkenntnisse zur ergonomischen Produktprüfung in die nationale, europäische und internationale Normung einzubringen.

Eine umfangreiche Recherche und Analyse von europäischen und internationalen Richtlinien, Gesetzen, Normen, Literatur und sonstiger ergonomischer Kenntnisse wird in einem ersten Arbeitsschritt stattfinden. Gleiches gilt für europäische und internationale Verfahren zur Analyse und Bewertung der ergonomischen Qualität und Gebrauchstauglichkeit von Produkten. Neben den Ländern der Europäischen Union ist vorgesehen, insbesondere Verfahren in Asien, den USA, in den skandinavischen Ländern und im Vereinigten Königreich zu evaluieren. Ziel ist es, länderspezifische Anforderungen zur Gebrauchtauglichkeit von Produkten aufzufinden und mit den bereits vorliegenden Verfahren des Kompendiums zu vergleichen.

Neben der Evaluation spielt auch die Evaluation der Methoden eine besondere Rolle. Es sollen daher in labortechnischen Untersuchungen die europäischen und internationalen Verfahren anhand ausgesuchter Produkte erprobt werden. Die Ergänzung des bestehenden Kompendiums um die wissenschaftlich bzw. testtheoretisch abgesicherten europäischen und internationalen Methoden unter Berücksichtigung der eingeführten Verfahrensanweisungen und Prozesse bildet den Abschluss dieses Projektes.

### *3.3 Umsetzung von Kriterien zur Bewertung von Produkten für Ältere in das Kompendium Ergonomie (Projekt F 2203)*

Mit den Ergebnissen aus den abgeschlossenen Fremdforschungsprojekten F 1299 und F 1300 liegen insbesondere neue Erkenntnisse zu den physiologischen und an-

thropometrischen Grundlagen älterer Menschen vor, die anhand erster Produktgestaltungsbeispiele veranschaulicht wurden.

Im Rahmen dieses dritten Projektes soll daher vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung die Konzeption des Kompendiums zur Prüfung von Produkten für ältere Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen weiterentwickelt werden. Somit wird das Kompendium mit wichtigen Erkenntnissen für diese spezielle Nutzergruppe erweitert. Die Kriterien zur Beurteilung von Produkten für Ältere, bzw. die Integration in das Kompendium, soll schließlich auf ihre Praxisnähe hin überprüft werden. Damit können Produktprüfungen zukünftig auch dem gesetzlichen Hintergrund, d. h. der Forderung nach Barrierefreiheit, gerecht werden.

#### **4. Ausblick**

Insgesamt sollen die drei vorgestellten Projekte und deren Ergebnisse – die in den nächsten zwei bis drei Jahren zu erwarten sind – die Qualität der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit mit Hilfe des Ergonomie-Kompendiums sichern und verbessern. Da sich das Kompendium jedoch als ausbaubare Arbeitshilfe versteht, wird es über diesen Zeitraum hinaus durch Entwicklungsprojekte der BAuA und in Zusammenarbeit mit weiteren Forschungseinrichtungen und Produktprüfern ergänzt, fortgeführt und optimiert werden.

#### **5. Literatur**

1. Adler, M., Herrmann, H.-J., Koldehoff, M., Meuser, V., Scheuer, S., Müller-Arnecke, H., Windel, A. & Bleyer, T. 2009, Entwicklung eines Kompendiums zur Anwendung der Ergonomie und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten, Forschungsbericht zum Projekt F 2116, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund: Eigenverlag BAuA.
2. Bleyer, T., Hold, U., Rademacher, U. & Windel, A. 2009, Belastungen des Hand-Arm-Systems als Grundlage einer ergonomischen Produktbewertung – Fallbeispiel Schaufeln. Dortmund: Eigenverlag BAuA.
3. Greil-Voigt, H. & Scheffler, C. 2009, Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer – Anthropometrie. Dortmund: Eigenverlag BAuA.
4. Klußmann, A., Gebhardt, H. & Topel, M. 2009, Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer – Gestaltung und Design. Dortmund: Eigenverlag BAuA.

# Einfluss der Bauform auf das Bedienkomfortempfinden von rotatorischen Stellteilen zur Klimaregelung in Kfz

Bernhard KAUSCH<sup>1</sup>, Mark SPINGLER<sup>2</sup> und Christopher M. SCHLICK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen,  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

<sup>2</sup> *Ford Forschungszentrum Aachen GmbH,  
Süsterfeldstr. 200, D-52072 Aachen*

**Kurzfassung:** Das Bedienkomfortempfinden rotatorischer Stellteile im Fahrzeuginnenraum ist im großen Maß abhängig von dem Verhältnis zwischen den zur Umsetzung der Klimaregelung erforderlichen Betätigungskräften und den durch das Bedienkonzept gegebenen Schaltermgeometrien und -oberflächenbeschaffenheiten. Der Beitrag beschreibt eine empirische Studie, in der sieben unterschiedliche rotatorische Stellteile im Hinblick auf ihre Eignung und ihren Bedienkomfort unter unterschiedlichen Einstellbedingungen, d.h. bspw. unterschiedlichen Drehwiderstandsmomenten untersucht, die Ergebnisse statistisch analysiert und verglichen wurden. Über die Erkenntnisse aus bestehenden Normen und Standards hinausgehend, wird damit eine Bewertung von und ein Vergleich zwischen verschiedenen Designvarianten von Drehschaltern im Fahrzeug erbracht und die Auswahl einer Variante entsprechend der erforderlichen Stellkräfte möglich.

**Schlüsselwörter:** Bedienkomfort, Schaltermgeometrie, rotatorische Stellteile, Drehwiderstand, Klimaregelung in Kfz.

## 1. Einleitung und Problemstellung

Das Redesign eines Fahrzeuginnenraums erfordert nicht selten auch die grundlegende Überarbeitung der im Cockpit vorhandenen Benutzungsschnittstellen. So wurden bis in die 70er Jahre zur Klimaregelung in Fahrzeugen verbreitet Hebel eingesetzt, die wenig später größtenteils durch Knebelschalter und schließlich durch filigrane Rändelräder oder gar Tastenbedienelemente ersetzt wurden.

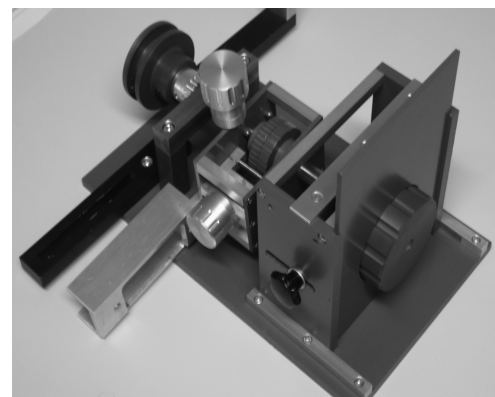
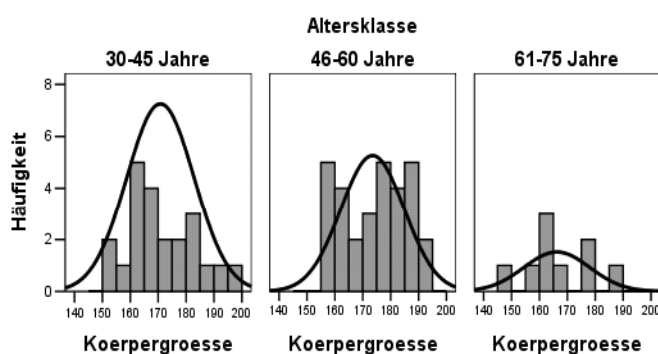
Abhängig von der technischen Umsetzung der Klimaregelung werden unterschiedlich große Betätigungskräfte gefordert, die nicht mit allen Schalterkonzepten, -geometrien und -oberflächenbeschaffenheiten in gleich guter Qualität erbracht werden können. Bestehende Normen und Standards (Bandera et al. 1986) geben zusammen mit Erkenntnissen unterschiedlicher Untersuchungen (Bradley 1969; Muntzinger 1986; Oevergaard et al. 2007; Burandt 1978; Schmidtke 1974; Schmidt 1975) Aufschluss, welche Momente an unterschiedlichen Drehschaltern in Abhängigkeit ihres Durchmessers aufgebracht werden können. Weitere Studien untersuchen den Einfluss von Schalterbauform und Parametern wie Einstellsicherheit oder -geschwindigkeit. Sie bilden jedoch lediglich einen groben Anhaltspunkt zur Auswahl eines Schaltertyps. Weiterhin eignen sie sich keinesfalls zum unmittelbaren Vergleich unterschiedlicher Designvarianten von Drehschaltern, die eine Komfortfunktion erfüllen, da das subjektive Komfortempfinden der Benutzer in Abhängigkeit verschiedener Parameter wie Drehwiderstandsmoment, Versteilsicherheit, optischer Eindruck etc. bisher kein Gegenstand belastbarer ergonomischer Untersuchungen war.



## 2. Apparatus und experimentelles Design

Zum Einstellen verschiedener Bediensituationen, d.h. bspw. unterschiedlicher Drehwiderstands- und Rastmomente, wurde zunächst eine Sitzkiste aufgebaut, welche über einen zur Messung unterschiedlicher Drehkräfte konstruierten Stellkraftsimulator (Abbildung 1, links) verfügt. Dieser wurde in einer für die Klimaregulierung in Pkws üblichen Einbauposition in die Sitzkiste integriert und erlaubt die Platzierung entsprechender Stellteile sowie deren Austausch über Schnellverschlüsse.

Um der demografischen Entwicklung Rechnung zu tragen wurden insgesamt 60 Probanden ( $n_m=30$  männlich,  $n_w=30$  weiblich) im Alter von 20 – 75 (Altersmittelwert = 48,78 Jahre, Standardabweichung = 11,15 Jahre) eingeteilt in drei Altersgruppen untersucht. Neben relevanten Körpermaßen (Körpergröße (Abbildung 1, rechts) und Handgröße, Fingerlängen und -dicken) wurden auch die maximalen Drehkräfte der Probanden (an einem T-Griff) aufgenommen.



**Abbildung 1:** Überblick über das Probandenklientel (links) und den Stellkraftsimulator (rechts)

Bei den sieben verwendeten Schaltern handelt es sich um drei große ( $\varnothing$  70mm) und drei kleine ( $\varnothing$  40mm) Drehschalter, sowie einen Knebelschalter ( $\varnothing$  30mm). Jeweils ein großer und ein kleiner Drehschalter bilden ein Paar, das eine identische Oberflächenbeschichtung ausweist. Zwei Paare sind mit Klarlack bzw. Softlack („Rubber“) beschichtet sowie mit feinen Griffnuten (Tiefe: 1,5mm) versehen. Das dritte Paar ist hingegen unbeschichtet und weist grobe, 3mm tiefe Nuten (Rillen) auf. Die Oberfläche des Knebelschalters ist mit Softlack beschichtet.

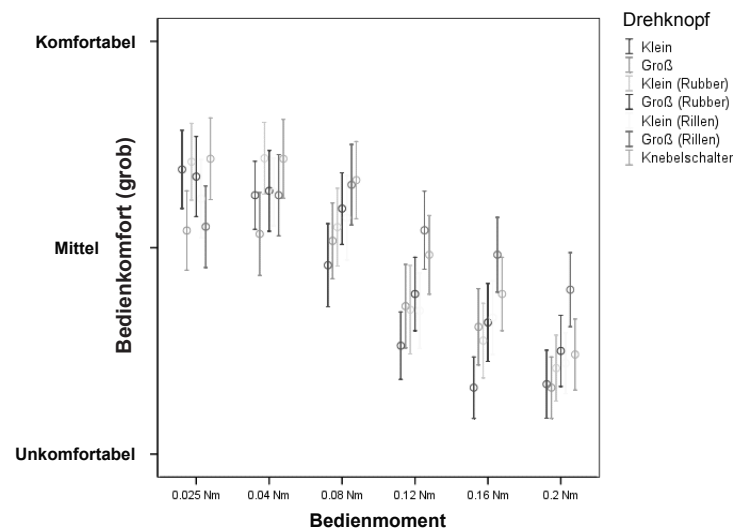
In jedem Setting wurden mit Messwiederholungen insgesamt 42 unterschiedliche Versuchsbedingungen aus den unabhängigen Variablen Schaltertyp (Schalteroberfläche, Schaltergröße), Drehwiderstandsmoment (Stufen [Nm]: 0,025; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,20) und Rastwiderstandsmoment (Stufen [Nm]: 0; 0,04; 0,08) untersucht. Als abhängige Variable wurde die Komfortbewertung herangezogen.

Nach der Durchführung fiktiver Einstellaufgaben wurden die Probanden aufgefordert, hierfür ihren Komforteindruck der jeweiligen Versuchskonstellation auf einer Zwei-Ebenen Intensitäts-Skala (ZEIS, angelehnt an Käßler 1993) zu bewerten. Die Ergebnisse wurden unter Verwendung der Statistiksoftware SPSS 15 ausgewertet, ausgewählte Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

## 3. Ergebnisse

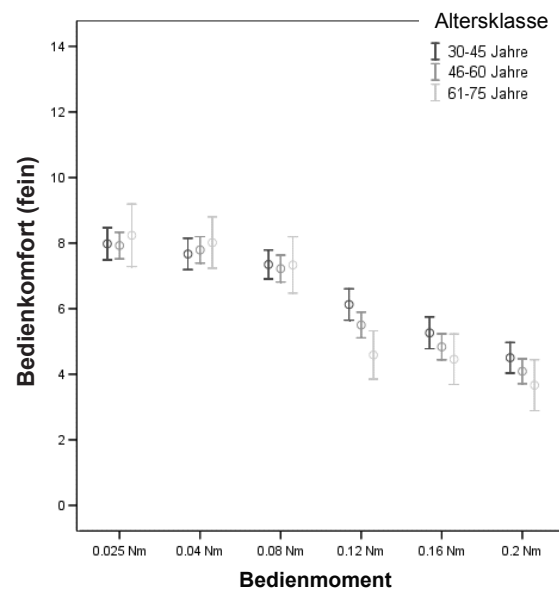
Die Auswertung der Versuchsergebnisse zeigt, dass die richtige Wahl des Knopf-

durchmessers vor der Wahl der Oberflächenbeschaffenheit über alle Drehmomentbereiche hinweg den stärkeren Effekt zeigt. Differenziert man die Ergebnisse nach Schaltertyp und Drehmoment ergibt sich das in Abbildung 2 dargestellte Bild.



**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen dem Bedienkomfortempfinden, dem erforderlichen Einstellmoment und des Schaltertyps

Demnach werden Drehmomente  $\geq 0,12$  Nm weniger komfortabel beurteilt als Drehmomente  $\leq 0,08$  Nm. Innerhalb der Intervalle 0,025-0,08 Nm und 0,12-0,2 Nm sind die Unterschiede in den Bewertungen dagegen nur schwach ausgeprägt.



**Abbildung 3:** Zusammenhang zwischen dem Bedienkomfortempfinden, dem erforderlichen Einstellmoment und der Altersklasse

Die Analyse des Alterseinflusses stützt diesen Trend auch über alle Altersgruppen hinweg, wie aus Abbildung 3 zu erkennen.

#### 4. Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse belegen, dass bei niedrigen Drehwiderstandsmomenten kleine Drehschalter bevorzugt werden, darüber hinaus wurde der Knebelschalter in diesem Bereich am besten bewertet; auch die kleinen Drehschalter mit Soft- und Klarlack wurden in diesem Bereich durch die Probanden als komfortabel eingestuft. Bei größeren Drehwiderstandsmomenten ( $\geq 0,12$  Nm) kehrt sich dieser Trend um: Die größeren Schalter wurden nun fast ausnahmslos besser bewertet als die Schalter kleineren Durchmessers. Hinsichtlich der Schalteroberfläche werden die mit Softlack beschichteten Schalter durchgängig bevorzugt, gefolgt von Drehschaltern mit Klarlackbeschichtung und Schaltern mit tiefen Nuten.

Betrachtet man die Ergebnisse differenziert nach Altersklassen, lässt sich feststellen, dass sich im niedrigen Drehmomentbereich außer einer leichten Tendenz der Altersgruppe 60+ zu besseren Bewertungen keine großen Unterschiede feststellen lassen. Bei Drehmomenten von 0,12 Nm und mehr reagiert die dritte Altersgruppe am sensibelsten. Proportional zum Drehmomentanstieg lässt sich sowohl altersgruppenübergreifend als auch altersgruppenspezifisch eine lineare Reduzierung der Komfortqualität feststellen.

Vergleicht man zusammenfassend die unterschiedlichen Versuchsergebnisse, können Empfehlungen für eine drehwiderstandsmomentabhängige Schaltergestaltung abgeleitet werden. Jedoch ergeben sich über diese grundlegenden Erkenntnisse hinaus weitere Forschungsfragen. Die hier vorgestellte Untersuchung wird daher weiter fortgeführt um bspw. Informationen über den Einfluss der relativen Schalterposition zum Benutzer oder den Einfluss von Schutzkleidung (v.a. Handschuhen) auf das Komfortempfinden und die Einstellgenauigkeit zu erzielen.

#### 5. Literatur

1. Bandera, J.E., Kern, P. & Solf, J.J. 1986, Leitfaden zur Auswahl, Anordnung und Gestaltung von kraftbetonten Stellteilen, Forschungsbericht 494. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
2. Bradley, J.V. 1969, Optimum Knob Diameter, Human Factors, 11, 353-360.
3. Muntzinger, W.F. 1986, Ergonomische Gestaltung von Rotationsstellteilen für grob- und sensomotorische Tätigkeiten. Berlin: Springer.
4. Oevergaard, K.I., Fostervold, K.I., Bjelland, H.V. & Hoff, T. 2007, Knobology in use - an experimental evaluation of ergonomics recommendations, Ergonomics, 50, 694-705.
5. Burandt, U. 1978, Ergonomie für Design und Entwicklung. Köln: Schmidt – Verlag.
6. Schmidtke, H. 1974, Ergonomie 2 – Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsumwelt. München: Hanser.
7. Schmidt, W. 1975, Ergonomie – Eine Einführung für Ingenieure in der Gestaltung von Maschinen, Geräten, Arbeit und Arbeitsplätzen. München: Oldenbourg – Verlag.
8. Käßler, W.D. 1993, Beitrag zur Vorhersage von Einschätzungen des Fahrverhaltens, Dissertation. Kassel: Universität Kassel.

# Untersuchungen zu Datenbrillen bei Kommissioniertätigkeiten

Rupert REIF und Willibald A. GÜNTNER

*Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, TU München,  
Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching*

**Kurzfassung:** Pick-by-Vision bezeichnet die Kommissionierung unter Einsatz von Datenbrillen. Ein derartiges System wurde unter praxisnahen Bedingungen evaluiert und neben logistischen Kennziffern subjektive Beanspruchungskriterien sowie Lerneffekte untersucht.

**Schlüsselwörter:** Kommissionierung, Datenbrillen, Benutzerstudien.

## 1. Einleitung

Die Kommissionierung ist einer der wichtigsten Prozesse in der Logistik. Aufgrund der wachsenden Artikelvielfalt und der sinkenden Auftragsgrößen ist der Mensch mit seiner Flexibilität und seinen motorischen Fähigkeiten kaum zu ersetzen. Deshalb gilt es, den Kommissionierer optimal bei seiner Arbeit zu unterstützen. Dazu zählt auch die Bereitstellung der richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort. Pick-by-Vision ist eine neue Methode, die die Informationen mit Hilfe einer Datenbrille direkt im Gesichtsfeld des Benutzers projiziert.

## 2. Pick-by-Vision-System

Bereits im Forschungsverbund ARVIKA wurden bei der Untersuchung des Einsatzes von Augmented Reality (AR) in industriellen Anwendungen die Potenziale der AR-unterstützten Kommissionierung aufgezeigt (Alt 2003). AR bezeichnet die Erweiterung der Realität um virtuelle Informationen in Echtzeit. Dies kann z. B. über eine Datenbrille erfolgen, durch die der Benutzer seine um virtuelle Objekte angereicherte, reale Umgebung wahrnimmt. Dabei können statische Textinformationen, aber auch lagerichtig eingebettete dynamische 3D-Geometrien dargestellt werden. Die Potenziale beim Einsatz einer Datenbrille liegen in der Anzeige der Informationen direkt im Sichtfeld und somit in der Reduzierung von Suchzeiten. Außerdem kann der Informationsaufnahmevorgang mit anderen, wertschöpfenden Tätigkeiten parallelisiert werden. Bei Einsatz einer Sprachsteuerung als Informationseingabegerät sind zusätzlich noch beide Hände für die eigentliche Arbeit frei.

Am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) wurde zusammen mit der CIM GmbH ein Pick-by-Vision-System entwickelt (Abbildung 1). Aufgrund der Potenziale erfolgte eine systematische Untersuchung der AR-Technologie hinsichtlich ihres Einsatzes für die Kommissionierung. Die Analyse der Anforderungen aus Sicht der Kommissionierung zeigt, dass vor allem die eingesetzte Hardware einige wichtige Voraussetzungen erfüllen muss. Die Datenbrille ist die Schnittstelle zwischen dem Benutzer und Pick-by-Vision. In vorangegangenen Untersuchungen stellte diese stets einen entscheidenden Schwachpunkt dar, weil sie das Sichtfeld zu sehr einschränkte oder ergonomisch unzureichend gestaltet war (Mueck et al. 2005; Schwerdtfeger et al. 2007).

Am Lehrstuhl fml wird ein so genanntes Virtual Retinal Display verwendet, das die Sicht nicht behindert, weil das Bild über einen halbdurchlässigen Spiegel direkt auf die Netzhaut projiziert wird. Dies gewährleistet die Einhaltung von arbeitsschutzrechtlichen Aspekten und unterstützt u. a. einen ergonomischen Tragekomfort. Die vom Warehouse Management System erstellten Aufträge werden als Textinformationen (Lagerort, Artikelnummer und Entnahmemenge) über die Datenbrille bereitgestellt. Die Eingabe von Informationen, wie z. B. die Bestätigung der Entnahme, erfolgt über eine Sprachsteuerung. Es wird kein Trackingsystem zur Bestimmung der Position und der Blickrichtung des Benutzers eingesetzt, so dass keine Geometrien lagerichtig im Raum angezeigt werden können.



**Abbildung 1:** Verwendetes Pick-by-Vision-System mit möglicher Visualisierung (kleines Bild)

### 3. Evaluierung

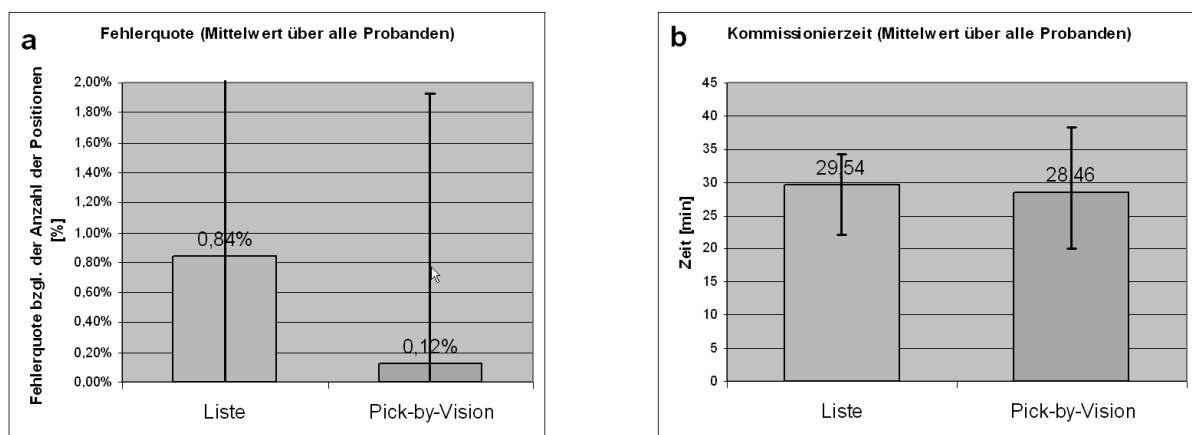
Pick-by-Vision wurde in einem Distributionszentrum der Kühne+Nagel (AG & Co.) KG unter praxisnahen Bedingungen evaluiert und mit einer Papierliste verglichen. Die Kommissionierung erfolgte aus einem breiten Artikelspektrum, das von großen Kartons über unterschiedlich schwere Schachteln bis hin zu Broschüren reichte. Bei den 16 Probanden (Alter von 20 bis 52 Jahren, Durchschnittsalter: 28, Standardabweichung: 8,13), die teilweise Erfahrung im Bereich virtuelle Technologien und Kommissionierung vorweisen konnten, handelte es sich um Studenten unterschiedlicher Fachrichtungen, Akademiker und verschiedenste Facharbeiter. Die Reihenfolge der Versuchsdurchgänge wurde randomisiert, um Lerneffekte zu reduzieren. Deshalb begannen je acht Probanden mit der Papierliste und mit Pick-by-Vision. Jeder Proband bearbeitete nach der Stichgangstrategie mit beiden Techniken sequentiell 14 Aufträge mit zwei bis sechs Positionen. Jede Position bestand durchschnittlich aus 2,3 Entnahmeeinheiten. Für jeden Auftrag musste ein Behälter an der Basis geholt und auf einen Kommissionierwagen gestellt werden. Um die Datenbrille und die Sprachsteuerung kennen zu lernen führte jeder Proband einen Probeauftrag mit Pick-by-Vision durch. Während der beiden Versuchsdurchgänge wurden die auftretenden Kommissionierfehler gezählt und die Kommissionierzeit durch Fortschrittszeitmessung erfasst.

Die Nullhypothesen für diese Evaluierung lauten, dass die Anzahl der Kommissionierfehler ( $H_{0,1}$ ) und die Kommissionierzeit ( $H_{0,2}$ ) für beide Techniken gleich sind. Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Wirkung von Lerneffekten. Daraus ergeben sich die beiden Nullhypothesen, dass für Pick-by-Vision ( $H_{0,3\text{ PbV}}$ ) und für die Papierliste ( $H_{0,3\text{ PL}}$ ) die Zeiten gleich sind, unabhängig davon, ob der Proband die Technik als

erstes oder zweites getestet hat.

#### 4. Ergebnisse

Die Fehlerquote mit Pick-by-Vision ist mit 0,12 % siebenmal geringer als mit der Liste (Abbildung 2a). Die Fehlerquote unterliegt der Poisson-Verteilung, da die Fehleranzahl nur ganzzahlige nicht-negative Werte annehmen kann und es sich bei Fehlern um ein „seltenes Ereignis“ handelt (Lolling 2003). Der Wilcoxon-Rangsummentest zeigt keine Signifikanz der Mittelwerte, obwohl mit Pick-by-Vision deutlich weniger Fehler gemacht wurden. Deshalb kann  $H_{0,1}$  nicht verworfen werden (alle Auswertungen mit  $\alpha = 5\%$ ). Dies liegt daran, dass die Anzahl der Probanden relativ niedrig war und dazu generell wenige Fehler gemacht wurden.



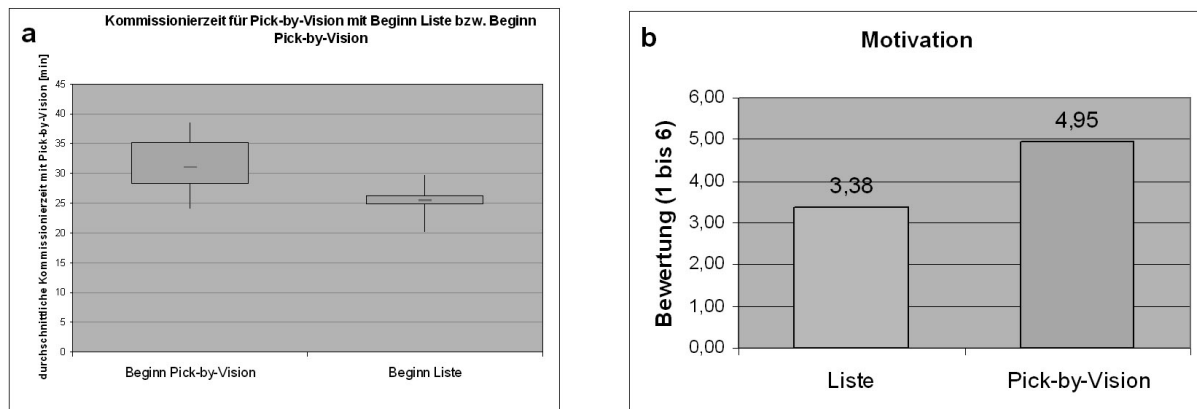
**Abbildung 2:** (a) Fehlerquote und (b) Kommissionierzeit, jeweils Mittelwerte mit Maxima und Minima

Der Vergleich der Kommissionierzeitmittelwerte zeigt, dass die Probanden mit Pick-by-Vision um ca. 4 % schneller waren (Abbildung 2b). Ein Kolmogorov-Smirnov-Test weist bei der statistischen Auswertung die Normalverteilung nach. Zur Prüfung auf Signifikanz wird ein Zweistichproben t-Test für abhängige Stichproben verwendet. Wie zu erwarten, sind die Unterschiede in den Mittelwerten der Zeiten nicht signifikant. Auffallend ist jedoch, dass die Streuung bei Pick-by-Vision viel größer ist, d. h. zwischen dem schnellsten und dem langsamsten Probanden ist ein Unterschied von 18 Minuten (ca. 47 %) zu erkennen, während dieser bei der Papierliste nur 12 Minuten (ca. 35 %) beträgt. Mit einem Signifikanztest für die Varianzen ist deshalb ein Unterschied zwischen den Kommissionierzeiten zu erkennen.  $H_{0,2}$  wird verworfen, was bedeutet, dass Pick-by-Vision einen Zeitvorteil bringt.

Durch die Randomisierung wird der Einfluss des Kennenlernens von Lageraufbau, Ablauf und Kommissionieraufträgen minimiert. Dabei ist ein interessanter Effekt zu beobachten. Bei der Auswertung der Kommissionierzeitmittelwerte ist zu sehen, dass bei der Papierliste die Kommissionierzeiten, unabhängig davon mit welcher Technologie gestartet wurde, nahezu identisch sind. Bei Pick-by-Vision dagegen ist eine große Lücke von ca. sechs Minuten (19 %) zu erkennen (Abbildung 3a). Nach dem ersten Durchgang mit der Papierliste kennt der Proband bereits das Lager und den Ablauf und ist somit sicherer im Umgang mit der Datenbrille und auch deutlich schneller. Dieser Effekt bei Pick-by-Vision ist auf Signifikanz zu prüfen. Beide Datenreihen unterliegen der Normalverteilung, weshalb wieder auf einen t-Test zurückgegriffen werden kann. Dieser weist eine Signifikanz auf, so dass bei Pick-by-Vision ein



Unterschied bei den Zeiten in Abhängigkeit von der ersten getesteten Technologie wahrscheinlich ist und somit  $H_{0,3 \text{ PbV}}$  verworfen werden kann. Für die Papierliste und respektive  $H_{0,3 \text{ PL}}$  trifft dies nicht zu.



**Abbildung 3:** (a) Lerneffekte mit Pick-by-Vision und (b) die Motivation mit beiden Techniken

Durch Fragebögen wurden auch die subjektiven Beanspruchungsmerkmale Benutzerfreundlichkeit, Wirkung des Systems, Motivation und kognitive Belastung ermittelt. Die Auswertung zeigt, dass die Probanden das System sehr gut angenommen haben und die subjektive Beanspruchung nicht höher ist als mit der Papierliste. Die ausgeprägte Benutzerfreundlichkeit und die geringe kognitive Belastung führen zu einer sehr hohen Motivation. Die Motivation ist auch der entscheidende Unterschied zur Papierliste (Abbildung 3b), während die anderen untersuchten Punkte keine allzu großen Differenzen aufweisen.

## 5. Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass Pick-by-Vision Potenziale hat, den Kommissionierprozess zu verbessern. Diese liegen weniger in einer weiteren Reduzierung der Kommissionierzeit, sondern in der Fehlervermeidung und in der schnellen Erlernbarkeit. Für einen Praxiseinsatz sind noch weitere Optimierungen erforderlich und es sind Weiterentwicklungen bei der Hardware, vor allem der Datenbrille nötig, so dass mit einer Praxistauglichkeit in fünf Jahren zu rechnen ist.

## 6. Literatur

1. Alt, T. 2003, Augmented Reality in der Produktion. München: Herbert Utz.
2. Lolling, A. 2003, Analyse der menschlichen Zuverlässigkeit bei Kommissioniertätigkeiten. Aachen: Shaker.
3. Mueck, B., Höwer, M., Franke, W. & Dangelmaier, W. 2005, Augmented Reality applications for Warehouse Logistics. In: A. Abraham, Y. Dote, T. Furuhashi, M. Köppen, A. Ohuchi & Y. Ohsawa (Eds.), Soft Computing as Transdisciplinary Science and Technology. Berlin: Springer, 1053-1062.
4. Schwerdtfeger, B., Reif, R., Frimor, T. & Klinker, G. 2007, Neue Techniken zur Informationsbereitstellung in der Kommissionierung. In: W. A. Günthner (Hrsg.), Neue Wege in der Automobillogistik. Berlin: Springer, 487-499.

# Untersuchung zur Lernbarkeit des Tiefensehens bei Video-Endoskopie unter verschiedenen Aufsichtswinkeln – Training mit oder ohne Rückmeldung –

Felix KLIMMER

*Institut für Arbeitsphysiologie an der TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Video-Endoskope werden zur Inspektionen des Körperinneren und für kleinere operative Eingriffe in der Urologie, z. B. für minimal-invasive Eingriffe in der Harnblase, verwendet. Die dargestellten Experimente untersuchen die Lernbarkeit von Teiltätigkeiten bei der Simulation derartiger urologischer Tätigkeiten.

**Schlüsselwörter:** Video-Endoskopie, Tiefensehen, Lernen, Rückmeldung.

## 1. Einleitung

In der minimal-invasiven Chirurgie werden Video-Endoskope u. a. für kleinere operative Eingriffe verwendet. Dazu sind nur kleine Körperöffnungen notwendig. In der Urologie (z. B. minimal-invasiver Eingriff in der Harnblase) ist das Endoskop zusätzlich mit einer Schlingenelektrode ausgestattet, womit der Operateur den Eingriff durchführt. Zur Sichtbarmachung des Operationsgebietes dient ein Objektiv an der Spitze des Endoskops, d. h. das Auge befindet sich quasi an der Endoskopspitze. Die Beobachtung der Tätigkeit erfolgt über eine auf das Okular des Endoskops gesetzte Kamera mit einem Monitor in der Nähe des Operateurs.

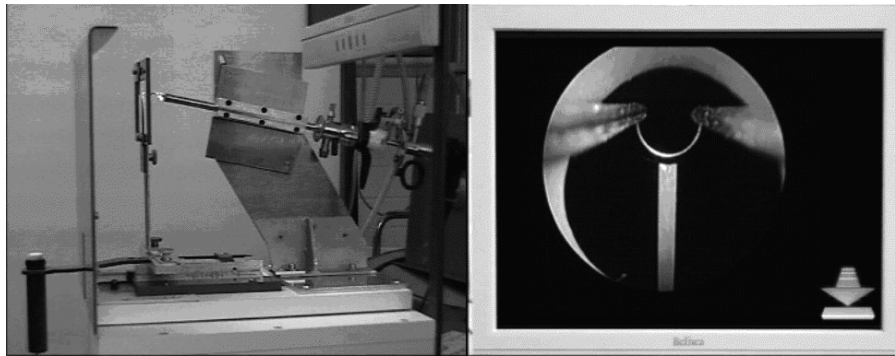
Die Annäherung mit der Endoskopspitze an Gewebe in verschiedener Einführtiefe ist eine wichtige Voraussetzung für den operativen Eingriff. Dafür ist eine genaue Hand-Auge Koordination beim Führen des Endoskops erforderlich, um z. B. die ‚Blasenwand‘ nicht zu durchstoßen. Neben stark eingeschränktem Tiefensehen treten Diskrepanzen zwischen den beobachtbaren bzw. haptisch fühlbaren eigenen Handbewegungen und den auf dem Monitor sichtbaren Bewegungen der Endoskopspitze auf (Gallagher et al. 1998). Um solche Tätigkeiten möglichst gut durchzuführen, muss der Operateur variable visuomotorische Transformationen lernen (Ferguson et al. 2005 ; Mayer et al. 2003 ; Roby-Brami & Burnod 1995).

Eine grundsätzliche Frage bei unseren Experimenten zu deren Lernbarkeit ist, ob man Endoskopbewegungen oder Teiltätigkeiten operativer, endoskopischer Eingriffe mit Hilfe von Modellen lernen kann und sollte, bevor ein operativer Eingriff am Menschen durchgeführt wird. Darüber hinaus ergeben sich weitere Fragen inwieweit die Genauigkeit der Zielerreichung vom Endoskopaufsichtswinkel (0° bzw. 12°) abhängig ist, und ob eine Rückmeldung über die Zielbewegungsgenauigkeit beim Lernen bessere Ergebnisse in der Testphase zeigt.

## 2. Methode

In einem Lernexperiment wurde eine Zielbewegungsaufgabe mit einem Endoskop (Olympus, 12°-Optik, Schlingenelektrode halbkreisförmig 6,5 mm Ø) durchgeführt.

Dabei musste die Spitze eines lateral verschiebbaren, starren Video-Endoskops (Aufsichtswinkel:  $0^\circ$  bzw.  $12^\circ$ ) möglichst genau auf eine Zielposition mit vorgegebener Einführtiefe eingestellt werden (Abbildung 1, links). Als Ziel befand sich 1 mm unter der Schlinge in der Versuchsapparatur ein senkrecht stehender Rechteckstab mit sphärischer Oberkante (2 mm breit, 0,2 mm tief). Beobachtet wurden die Zielbewegungen über einen 2-D-Videomonitor (Abbildung 1, rechts), der sich direkt über dem „operativen“ Bereich befand. Damit hatten wir ein feststehendes Ziel vorgesehen, was sicher die Minimalversion der Sehmöglichkeiten betrifft.



**Abbildung 1** : Versuchsapparatur (links) und Monitorbild (rechts)

Es wurden Zielbewegungen von festgelegten Startpunkten ausgehend nach hinten (proximal nach distal) durchgeführt, was in etwa der Bewegung entsprach, wie sie von einem Urologen durchgeführt wird. Dabei ist das Ziel zunächst weit weg vom Objektiv (klein und dunkel), nähert sich dann und wird groß und hell. Daneben wurden Zielbewegungen nach vorne (distal nach proximal) durchgeführt. Dabei ist das Ziel zunächst nah am Objektiv (groß und hell), entfernt sich dann und wird klein und dunkel. Mit dieser für die endoskopische Praxis unüblichen Bewegung wurde geprüft, ob Zielannäherungen „von hinten“ oder „von vorne“ unterschiedlich sind. Untersucht wurden 2 Gruppen mit je 12 Probanden (6 männlich und 6 weiblich). Die Gruppe „mit Rückmeldung“ bekam beim Lernen nach jedem Trial die optische Rückmeldung über die Genauigkeit der Zielerreichung, eine Kontrollgruppe nicht. In einem Versuchsdesign „Rückmeldung \* Aufsichtswinkel \* Startbedingung“ folgten nach einem Vortest jeweils zwei Lern- und zwei Testphasen. Es waren Zielbewegungen mit  $0^\circ$ - Aufsichtswinkel bzw. mit  $12^\circ$  Aufsichtswinkel sowie unter den Startbedingungen „von vorne“ bzw. „von hinten“ durchzuführen. Abhängige Variablen waren die Treffgenauigkeit, sowie die Bewegungsweite und die Dauer der Zielbewegung.

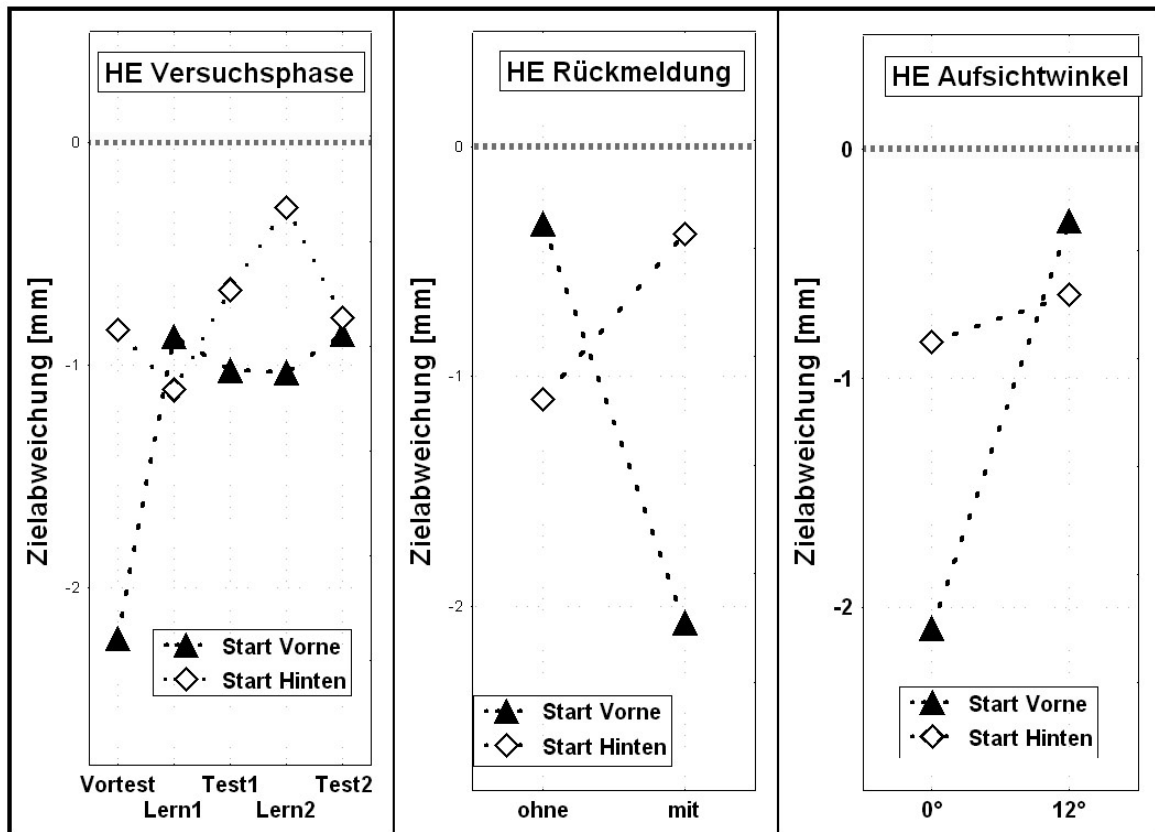
### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Haupteffekte Versuchsphase, Rückmeldung, Aufsichtswinkel

Bei der Treffgenauigkeit ergaben sich signifikante Haupteffekte „Versuchsphase“ bei Zielbewegungen mit Startpositionen „vorne“ und „hinten“ (Abbildung 2, links). Die Zielabweichungen pendelten sich dabei im Versuchsablauf auf einen bestimmten Wert ein, jedoch nicht auf die eigentlich korrekte Zielposition, d.h. es ergaben sich konstante absolute und kleiner werdende relative Fehler für die Treffgenauigkeit.

Signifikante Haupteffekte „Rückmeldung“ ergaben sich bei Zielbewegungen mit Startposition „vorne“ und „hinten“ (Abbildung 2, Mitte). Dabei waren die Zielabwei-

chungen bei Zielbewegungen mit Startposition „vorne“ für die Gruppe mit Rückmeldung größer als für die Gruppe ohne Rückmeldung, und im Gegensatz dazu umgekehrt bei Zielbewegungen mit Startposition „hinten“. Ein signifikanter Haupteffekt „Aufsichtswinkel“ (Abbildung 2, rechts) ergab sich nur bei Zielbewegungen mit Startposition „vorne“. Dabei waren die Zielabweichungen bei Zielbewegungen mit Startposition „vorne“ und bei Zielbewegungen mit Startposition „hinten“ jeweils für 12°-Aufsichtswinkel kleiner als für 0°-Aufsichtswinkel.

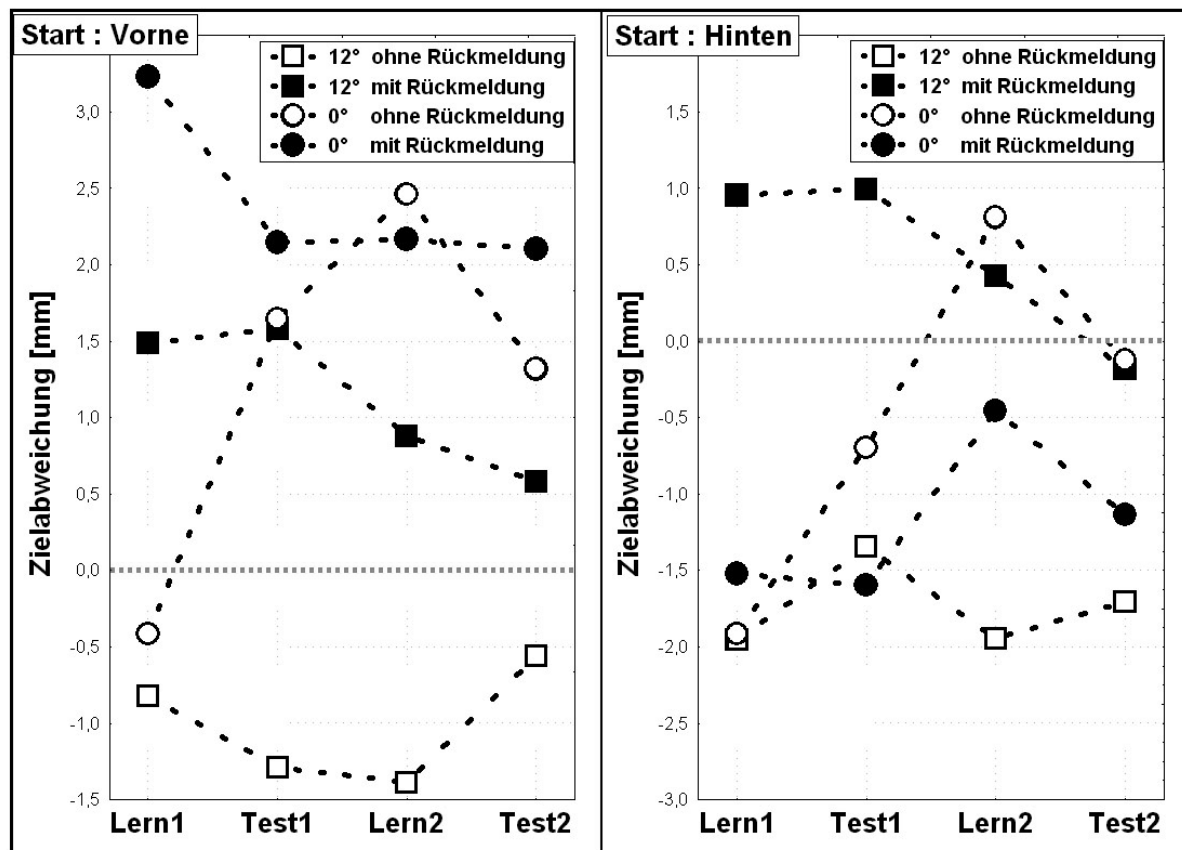


**Abbildung 2:** Haupteffekte „Versuchsphase“, „Rückmeldung“ und „Aufsichtswinkel“ für die Zielabweichung bei Zielbewegungen mit Startposition „vorne“ ( $\blacktriangle$ ) und bei Zielbewegungen mit Startposition „hinten“ ( $\diamond$ )

### 3.2 Wechselwirkung Aufsichtswinkel \* Versuchsphase \* Rückmeldung

Wenn bei Zielbewegungen mit Startposition „vorne“ Rückmeldung gegeben wurde, ergaben sich für beide Aufsichtswinkel (0°, 12°) signifikante Verbesserungen der Treffgenauigkeit im zeitlichen Verlauf der Versuchsphasen (Lern1 bis Test2), wobei sich bei dem 12°-Aufsichtswinkel deutlich bessere Werte für die Treffgenauigkeit ergaben als bei dem 0°-Aufsichtswinkel. Wenn keine Rückmeldung gegeben wurde, waren die Werte für die Treffgenauigkeit sehr uneinheitlich (Abbildung 3, links).

Wenn bei Zielbewegungen mit Startposition „hinten“ Rückmeldung gegeben wurde, ergaben sich nur für den 12°-Winkel signifikant bessere Werte für die Treffgenauigkeit als bei dem 0°-Winkel (Abbildung 3, rechts). Wenn dagegen keine Rückmeldung gegeben wurde, waren die Werte für die Treffgenauigkeit, wie auch bei der Startposition „vorne“, sehr uneinheitlich.



**Abbildung 3 :** Treffgenauigkeit für Zielbewegungen mit bzw. ohne Rückmeldung unter Aufsichtswinkeln von 0° (● bzw. ○) oder 12° (■ bzw. □) bei Startpositionen „vorne“ (links) und bei Startposition „hinten“ (rechts)

#### 4. Schlussfolgerungen

Die Lernbarkeit endoskopischer Tätigkeiten hat im Rahmen der Zertifizierung der urologischen Ausbildung in der Klinik zunehmende Bedeutung. Die vorgestellte Versuchsanordnung ist geeignet zum Erlernen von Teiltätigkeiten in der Urologie oder der minimal-invasiven Chirurgie. Ein Lernen mit Rückmeldung bringt bessere Lernergebnisse. Bessere Sichtbedingungen bei 12°-Aufsichtswinkel führten zu signifikant kleinerer Variabilität der Bewegungsweiten und zu besseren Lernergebnissen.

#### 5. Literatur

1. Ferguson, G.G., Ames, C.D., Weld K.J., Yan, Y., Venkatesh, R. & Landman, J. 2005, Prospective Evaluation of Learning Curve for Laparoscopic Radical Prostatectomy: Identification of Factors Improving Operative Times, *Urology*, 66, 840–844.
2. Gallagher, A.G., McClure N., McGuigan J., Ritchie K. & Sheehy N.P. 1998, An ergonomic analysis of the fulcrum effect in the acquisition of endoscopic skills, *Endoscopy*, 30, 617-620.
3. Graham, C.H., Baker K.E., Hecht, M. & Lloyd V.V. 1948, Factors influencing thresholds for monocular movement parallax, *Journal of Experimental Psychology*, 38, 205-223.
4. Mayer, H., Nagy, I. & Knoll, A. 2003, Skill Transfer and Learning by Demonstration in a Realistic Scenario of Laparoscopic Surgery. München: Laparoscopic Surgery humanoids.
5. Roby-Brami, A. & Burnod, Y. 1995, Learning a new visuomotor transformation: error correction and generalization, *Brain Research-Cognitive Brain Research*, 2, 229-242.
6. Stolzenburg, J.-U., Ho, K.M.T., Do, M., Rabenalt R., Dorschner, W. & Truss, M.C. 2005a, Impact

- of Previous Surgery on Endoscopic Extraperitoneal Radical Prostatectomy, *Urology*, 65, 325–331.
7. Stolzenburg, J.-U., Rabenalt, R., Do, M., Ho, K., Dorschner, W., Waldkirch, E., Jonas, U., Schutz A., Horn, L. & Truss, M.C. 2005b, Endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy: oncological and functional results after 700 procedures, *The Journal of Urology*, 174, 1271-1275.
  8. Stolzenburg, J.-U., Schwaibold, H., Bhanot, S.M., Rabenalt, R., Do, M., Truss, M.C., Ho, K. & Anderson, C. 2005c, Modular surgical training for endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy, *British Journal of Urology International*, 96, 1022-1027.
  9. Stolzenburg, J.-U., Truss, M.C., Rabenalt, R., Do, M., Pfeiffer, H., Bekos, A., Neuhaus, J., Stief, C.G., Jonas, U. & Dorschner, W. 2004, Die endoskopische extraperitoneale radikale Prostatektomie (EERPE). Ergebnisse nach 300 Eingriffen, *Urologe[A]*, 43, 698–707.





# **Methodische Entwicklungen**



# Die Cortisol-Aufwachreaktion: ein möglicher Indikator der physiologischen Anpassung an Nachtarbeit

Barbara GRIEFAHN und Sibylle ROBENS

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Während einer experimentellen Schichtarbeit (4 Tagsschichten, 4 Nachtschichten) wurden als mögliche Indikatoren der Anpassung an Nachtarbeit die Cortisol-Aufwachreaktion und die Differenz der am Anfang und am Ende der Arbeitsschicht gemessenen Cortisolkonzentrationen untersucht. Beide Indikatoren können die Anpassung an experimentelle Nachtarbeit zufriedenstellend wiedergeben.

**Schlüsselwörter:** Cortisol Aufwachreaktion, Cortisolprofile, experimentelle Schichtarbeit, Phasenverschiebung .

## 1. Einleitung

Psychophysiologische Funktionen unterliegen einem ausgeprägten zirkadianen Rhythmus, dessen Periode, Phasenlage und Amplitude interindividuell stark variieren. Intraindividuell sind diese Rhythmen sehr stabil, deren Phasenlage und Amplitude ändern sich jedoch mit der zeitlichen Variation äußerer Zeitgeber, insbesondere des Lichts. Bei Nachtarbeit versucht sich der Organismus diesen Änderungen durch allmähliche Verschiebung der Phasenlage bis zur Resynchronisation mit dem um 8 bis 10 Stunden verschobenen Schlaf-Wachwechsel anzupassen. Dies gelingt wegen des konkurrierenden Einflusses der mit der Arbeit assoziierten und dem in seiner ursprünglichen Lage verbleibenden natürlichen Hell-Dunkelwechsel nur einem Teil der Beschäftigten. Dabei kommt es zur Verschiebung um ca. eine Stunde täglich. In der Regel ist die Anpassung deutlich geringer, was aber die Wiederaanpassung an die Tagschicht erleichtert. Daher ist es sinnvoll – wie in der EU-Richtlinie 93/104 gefordert – die Anzahl aufeinander folgender Nachtschichten auf maximal drei zu begrenzen.

Bei einigen Tätigkeiten, die einen länger dauernden Einsatz bei gleichzeitig hoher mentaler Leistung erfordern, ist hingegen eine Anpassung sinnvoll. Um letztere zu quantifizieren, werden in wissenschaftlichen Untersuchungen vor und nach der Nachtschichtperiode Phase Assessment Procedures (PA) bzw. Constant Routines (CR) durchgeführt. Dabei werden die Profile bestimmter physiologischer Funktionen ermittelt. Die zeitliche Differenz der daraus abgeleiteten Kennwerte indiziert die Verschiebung des zirkadianen Systems.

Für Feldstudien eignen sich solche Verfahren nicht, da sie den Schichtarbeitsrhythmus unterbrechen. Eine, wenn auch weniger gute Alternative ist die Bestimmung der Cortisolprofile über mehrere aufeinander folgende Nachtschichten (Hennig et al. 1998). Die wiederholte Probennahme während der Arbeit ist in bestimmten Bereichen jedoch problematisch, z.B. an Arbeitsplätzen, an denen toxische Substanzen einwirken oder bei denen der Arbeitsablauf einer regelmäßigen Speichelprobennahme entgegensteht. Deshalb wird hier geprüft, ob sich die Cortisol-Aufwachreaktion (CAR) zur Bewertung der Anpassung an Nachtarbeit eignet.

## 2. Methode

### 2.1 Experimentelles Design

Es wurden zunächst an 4 aufeinander folgenden Tagen (08:00 – 16:00 h) und danach in 4 aufeinander folgenden Nächten (22:00 – 06:00 h) jeweils 8-stündige experimentelle Arbeitsschichten geleistet. Jeder Arbeitsschicht ging eine 8-stündige Bettzeit voraus (23:00 – 07:00 h vor Tagschichten, 13:00 – 21:00 h vor Nachtschichten). Während dieser Zeit wurde kontinuierlich das Polysomnogramm (2 EEG, 2 EOG, 1 EMG) aufgezeichnet.

Zur Bestimmung der aktuellen Phasenlage und der Quantifizierung der Phasenverschiebung durch Nachtarbeit wurden vor und nach der Nachtschichtperiode Phase Assessment Procedures (PA) durchgeführt. Dabei hielten die Probanden unter weitgehend konstanten Umweltbedingungen (Beleuchtung 30 lux, Raumtemperatur 20 °C, isokalorische Diät: stündlich 200-400 kJ, stilles Wasser oder Früchtetee ad libitum) über je 24 Stunden strikte Bettruhe ein.

### 2.2 Cortisol Aufwachreaktion (CAR) und Cortisolprofile über 24-h und über die Arbeitsschichten

Unmittelbar nach dem Wecken (0700 h bei Nachtschlaf, 2100 h bei Tagschlaf) gaben die Probanden die erste Speichelprobe. Die weiteren Proben folgten im Abstand von genau 15 Minuten bis zur 60. Minute nach dem Aufwachen. Während jeder der drei PAs und jeder der vier Tag- und der vier Nachtschichten wurden zu jeder vollen Stunde Speichelproben genommen (24-h- bzw. Schichtprofile).

Die Probennahme erfolgte mittels Salivetten (Sarstedt, Germany), d.h. Watteröllchen, die im Mund bewegt und so eingespeichelt werden. Die Salivetten wurden sodann zentrifugiert und der Speichel bis zur Analyse bei -20 °C eingefroren. Zur Analyse wurden Lumineszenz-Immonoassays (LIA, IBL) verwendet.

### 2.3 Probanden

An der von der Ethikkommission genehmigten Untersuchung nahmen 9 Frauen und 8 Männer (19 – 28 Jahre) teil, die nach detaillierter Aufklärung über den Ablauf der Untersuchungen ihr schriftliches Einverständnis gaben.

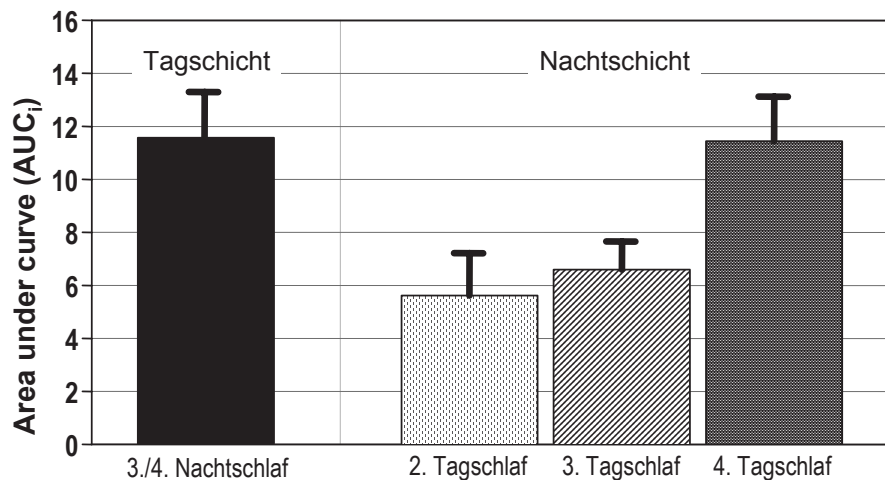
## 3. Ergebnisse

### 3.1 Cortisol Aufwachreaktion (CAR)

Die korrekte Bestimmung der CAR erfordert die genaue Einhaltung des vorgegebenen Zeitplans. Die erste Speichelprobe ist innerhalb von 10 Minuten nach dem Aufwachen notwendig, die weiteren Proben erfolgen in exakt 15-minütigen Abständen. Da die Versuchsleiter die Probennahme beginnend mit dem offiziellen Wecken veranlassten, wurden die Aufwachzeitpunkte zur Detektion vorzeitigen Erwachens mit Hilfe des Polysomnogramms bestimmt. Nach dem ersten Tagschlaf war ein vorzeitiges Aufwachen ( $\geq 10$  Minuten) eher die Regel, so dass nur die Daten nach dem zweiten bis vierten Tag analysiert wurden.

Abbildung 1 zeigt die über alle Messwerte in der ersten Stunde nach dem Aufwa-

chen integrierte Zunahme der Cortisolkonzentration (Fläche unter der Kurve) als Mittelwert über den dritten und vierten Nachtschlaf und getrennt für den zweiten bis vierten Tagschlaf.



**Abbildung 1:** Cortisol Aufwachreaktion nach dem Nachtschlaf und nach dem 2. bis 4. Tagschlaf

Demnach ist die CAR nach dem zweiten und dem dritten Tagschlaf noch erheblich kleiner ( $p < 0.01$ ), erreicht nach dem vierten Tagschlaf aber das Niveau nach dem Nachtschlaf ( $p = 0.94$ ).

### 3.2 Phasenverschiebung

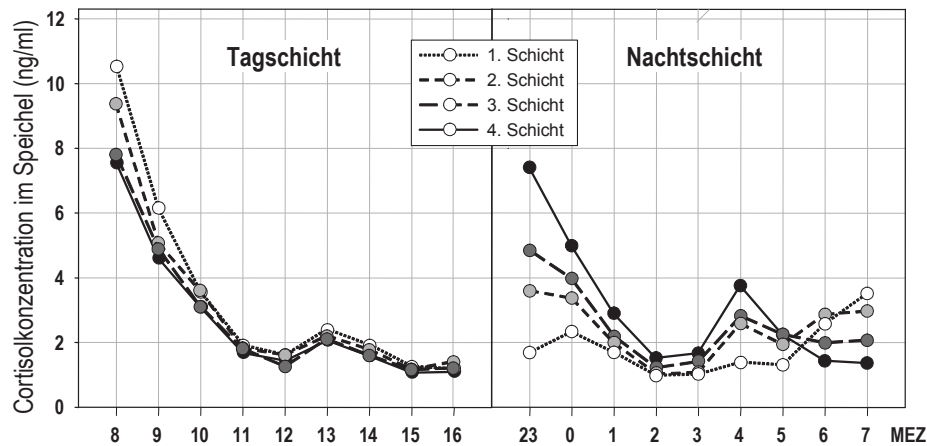
Die Kreuzkorrelation zwischen den vor und nach der Nachtschichtperiode bestimmten 24-h Cortisolprofilen ergab eine Voreilung der Phasenlage um  $5.2 \pm 2.1$  Stunden mit einer inter-individuellen Variabilität von 2 bis 10 Stunden. Die Korrelation der CAR mit der individuellen Voreilung war aber nicht signifikant.

### 3.3 Schichtprofile

Abbildung 2 zeigt die Schichtprofile getrennt für die 4 Tag- und die 4 Nachtschichten. Während die Cortisolkonzentrationen in den ersten Stunden von der ersten bis zur dritten Tagschicht leicht abfällt, nehmen die Konzentrationen von der ersten bis zur vierten Nachtschicht zu Schichtbeginn allmählich zu, zu Schichtende hingegen allmählich ab.

Die Differenz der zu Beginn und am Ende jeder Arbeitsschicht gemessenen Cortisolkonzentrationen fällt am Tage zunächst leicht ab ( $p < 0.01$ ) und bleibt ab der dritten Tagschicht stabil. Die Differenzen nehmen über die vier Nachtschichten hoch signifikant zu ( $p < 0.01$ ). Sie sind während der ersten drei Nachtschichten signifikant kleiner als am Tage ( $p < 0.01$ ), in der vierten Nachtschicht aber mit den Werten der Tagschicht vergleichbar ( $p = 0.70$ ). Die Differenzen korrelieren hoch signifikant mit der CAR ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.01$ ).





**Abbildung 2:** Cortisolprofile während der 4 Tag- und der 4 Nachtschichten

#### 4. Diskussion

In dieser Studie wurde die CAR während einer 4-tätigen Frühschichtperiode nach vorausgegangenem Nachtschlaf und sodann während einer 4-tätigen Nachtschichtperiode nach vorausgegangenem Tagschlaf bestimmt. Sie war nach dem Tagschlaf zunächst deutlich niedriger als nach dem Nachtschlaf, was frühere Untersuchungen bestätigt (Federenko et al. 2004; Griefahn et al. 2008; Kudielka et al. 2007). Der folgende Anstieg auf Werte, die nach dem Nachtschlaf gemessen wurden, lässt vermuten, dass der Verlauf der CAR ein Indikator der Anpassung an Nachtarbeit ist, obwohl er nicht signifikant mit der Voreilung der individuellen Phasenlage korreliert. Ein weiterer Indikator der Anpassung ist offensichtlich auch der Verlauf der Differenzen der zu Beginn und Ende der Schicht gemessenen Cortisolkonzentrationen, die von der ersten bis zur vierten Nachtschicht zunimmt und das Niveau während der Tagsschicht erreicht. Die Korrelation zwischen beiden Kenngrößen ist mit  $r = 0.84$  hoch signifikant, was darauf hindeutet, dass beide gleichermaßen geeignet sind, eine

Adaptation an Nachtarbeit zu indizieren. Aus praktischen Gründen wäre hier die zweimalige Bestimmung der Konzentration zu Beginn und am Ende der Nachtschicht zu empfehlen.

Die Untersuchungen wurden allerdings unter laborexperimentellen Bedingungen durchgeführt. Es bleibt offen, wie sich diese Kenngrößen bei realer Arbeit und bei körperlicher Arbeit verhalten.

#### 5. Literatur

1. Federenko, I., Wüst, S., Hellhammer, D.H., Dechoux, R., Kumsta, R. & Kirschbaum, C. 2004, Free cortisol awakening responses are influenced by awakening time, *Psychoneuroendocrinology*, 29, 174-184.
2. Griefahn, B. & Robens, S. 2008, The cortisol awakening response. A pilot study on the effects of shift work, morningness and sleep duration, *PNEC*, 33, 981-988.
3. Hennig, J., Kieferdorf, P., Moritz, C., Huwe, S. & Netter, P. 1998, Changes in cortisol secretion during shiftwork: implications for tolerance to shiftwork ?, *Ergonomics*, 41, 610-621.
4. Kudielka, B.M., Buchtal, J., Uhde, A. & Wüst, S. 2007, Circadian cortisol profiles and psychological self-reports in shift workers with and without recent change in shift rotation system, *Biological Psychology*, 74, 92-103.

## Änderung der Cortisolruhephase bei Nachtarbeit in Abhängigkeit von der zirkadianen Phasenlage

Anna ZIMMERMANN, Sibylle ROBENS und Barbara GRIEFAHN

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Bei 49 Probanden, die zunächst an 3 aufeinander folgenden Nachmittagen, danach in drei aufeinander folgenden Nächten jeweils 8 Stunden dauernde experimentelle Schichtarbeit leisteten, wurde die Dauer der Cortisolruhephase vor und nach der Nachtarbeitsperiode bestimmt. Diese war bei Morgentypen eher verkürzt, bei Abendtypen eher verlängert. Morgentypen stehen daher bei langfristig wiederholter Nachtarbeit möglicherweise unter einem erhöhten Risiko, kardiovaskuläre Erkrankungen zu entwickeln.

**Schlüsselwörter:** Nachtarbeit, Cortisolruhephase, individuelle Phasenlage.

### 1. Einleitung

Schichtarbeit, insbesondere unter Einschluss von Nachtarbeit stellt eine psychosoziale und gesundheitlich relevante Beeinträchtigung dar. Nachtarbeit erfordert Leistung, wenn der Organismus auf Erholung eingestellt ist, während der Schlaf in einer Zeit erhöhter Leistungsbereitschaft stattfindet. Die akute Symptomatik, die auch – analog zum Jet Lag – als Shift Lag bezeichnet wird, äußert sich u. a. in Schläfrigkeit bis hin zum unfreiwilligen Einschlafen während der Arbeit, in Konzentrationsstörungen, allgemeiner Abgeschlagenheit und gastrointestinalen Störungen. Langfristig trägt Nacht- und Schichtarbeit, wie umfangreiche epidemiologische Untersuchungen zeigen, zur Genese kardiovaskulärer Erkrankungen und möglicherweise sogar zur Entwicklung bösartiger Tumoren bei (Knutsson et al. 1999).

Es gelingt nur einem Teil der Beschäftigten, sich allmählich an Nachtarbeit anzupassen, d.h. die Phasenlage der physiologischen Rhythmen mit dem um 8 bis 12 Stunden verschobenen Schlaf-Wachwechsel zu synchronisieren. Die Anpassung erfolgt dabei langsam, mit einer Geschwindigkeit von ca. einer Stunde pro Tag. Dabei zeigten sich sowohl bei experimenteller als auch bei realer Nachtarbeit Distorsionen des Cortisolprofils (Weibel & Brandenberger 1998), insbesondere eine Verkürzung der Cortisolruhephase (Caufriez et al. 2002). In eigenen Untersuchungen waren solche Verkürzungen, verbunden mit leicht erhöhter Cortisolproduktion, vor allem bei Personen mit früher Phasenlage zu finden, während Personen mit später Phasenlage eher eine verlängerte Cortisolruhephase hatten (Griefahn et al. 2006). Da erhöhte Cortisolspiegel bei der Genese kardiovaskulärer Erkrankungen eine Rolle spielen, ist hier ein ursächlicher die Genese kardiovaskulärer Erkrankungen fördernder Mechanismus und eine erhöhte Vulnerabilität morgenorientierter Personen nicht auszuschließen. Unter diesem Aspekt wurden die Daten dreier mit ähnlicher Methodik (aber unterschiedlicher Lichtbehandlung) durchgeführter Untersuchungen zu experimenteller Schichtarbeit analysiert.

## 2. Methode

### 2.1 Untersuchungsdesign

Alle Probanden absolvierten in zwei aufeinander folgenden Wochen je 3 aufeinander folgende 8-stündige experimentelle Arbeitsschichten (Montag – Mittwoch). 21 in Studie S2 beobachtete Probanden arbeiteten jeweils nur nachmittags und bildeten die Kontrollgruppe. 49 Probanden bildeten die Experimentalgruppe aus den experimentellen Studien S1, S2 und S3. Diese arbeiteten in der ersten Woche nachmittags (ab 1300 h), in der zweiten Woche nachts (ab 2200 h). Jede Arbeitsschicht war von einer 8-stündigen Bettzeit gefolgt (bei Nachmittagsschichten ab 2300 h, bei Nachtschichten ab 0700 h). (Während der Schicht wurden ein- bzw. zweistündlich standardisierte Leistungstests am Computer durchgeführt. In der übrigen Zeit konnten die Probanden lesen, schreiben oder kommunizieren.)

Um die physiologische Anpassung an Nachtarbeit zu beschleunigen, waren die 12 Probanden der Studie S1 und die 23 Probanden der Studie S2 in jeder Nachtschicht einer 4-stündigen Belichtung ausgesetzt, die in der ersten Nacht mit Schichtbeginn und in den beiden folgenden Nächten jeweils eine Stunde später einsetzte. In S1 arbeiteten die Probanden bei einer Beleuchtung von 150 lux, in S2 bei 150 – 200 lux. Zur Lichtbehandlung wurde die Beleuchtung in S1 auf 1500 lux und in S2 auf 1 500 – 2 000 lux angehoben. Die 14 Probanden der Studie S3 arbeiteten am Tag unter 150 – 200 lux, während der gesamten Nacht unter einer Beleuchtung von 1 500 – 2 000 lux.

### 2.2 Phase assessment procedures (PA)

Zur Bestimmung der aktuellen Phasenlage, zur Quantifizierung der Phasenverschiebung und der Dauer der Cortisolruhephase wurden nach den jeweils 3 aufeinander folgenden Arbeitsschichten PAs durchgeführt. Dabei hielten die Probanden 24 Stunden lang (in S1/PA1 nur 17 h) strikte Bettruhe unter konstanten Bedingungen ein (Raumtemperatur: 20 °C, Beleuchtung: 30 lux, isokalorische Diät mit stündlichen Snacks von 200-400 kJ, stilles Wasser bzw. Früchtetee ad libitum). Mittels stündlicher Speichelproben wurden die Melatonin- und die Cortisolprofile bestimmt. Die Analyse des Melatonins erfolgte mit einem Radioimmunoassay (RIA, IBL), die des Cortisols mit einem Lumineszenz-Immonoassay (LIA, IBL).

### 2.3 Probanden

In die vorliegende Analyse gingen die Aufzeichnungen gesunder junger Männer ein (19 – 34 Jahre), deren Melatonin- und Cortisolprofile vollständig erfasst werden konnten. Alle Probanden hatten einen validierten Fragebogen zur subjektiven Phasenlage ausgefüllt (Griefahn et al. 2001) und nach ausführlicher Erläuterung der von der Ethikkommission genehmigten Untersuchungen eine Einverständniserklärung unterschrieben.

### 2.4 Auswertung

Aus dem nach dem Brown et al. (1997) modellierten Melatoninprofil wurde der Melatonin-Onset als Indikator der aktuellen Phasenlage bestimmt. Aus dem Cortisolprofil wurden nach Berechnung eines gleitenden Mittelwerts (je 3 Werte) Beginn und

Ende der Cortisolruhephase bestimmt (Unter- bzw. Überschreiten des 60 bzw. 50 %-Mittelwerts bei 17- bzw. 24-stündiger PA).

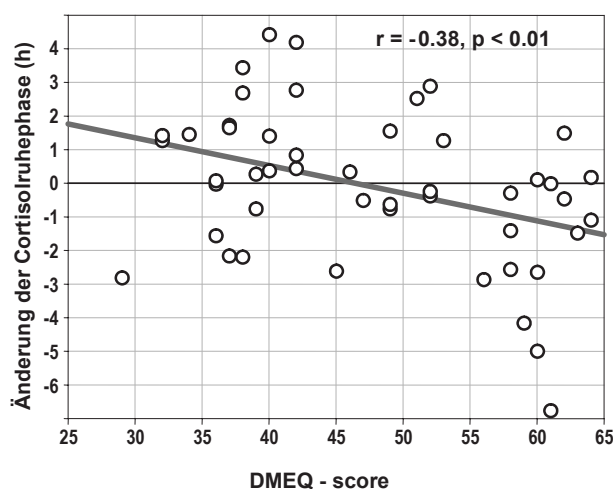
### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Verzögerung der Phasenlage

Die Verzögerung der Phasenlage wurde durch Subtraktion des Melatonin-Onsets in der ersten PA von dem der zweiten PA errechnet. In der Kontrollgruppe war die Phasenlage in der zweiten gegenüber der ersten PA mit  $-5.4 \pm 37.7$  min nicht signifikant verschoben. Wegen der unterschiedlichen Lichtbehandlung in den Studien S1, S2 und S3 wurden die Verzögerungen des zirkadianen Systems mittels ANOVA zunächst auf Unterschiede geprüft. Bei mittleren Verzögerungen von 5 h 36' in S1, 5 h 52' in S2 und 5 h 53' in S3 bestanden keine signifikanten Unterschiede ( $p = 0.86$ ) ebenso wenig beim direkten Vergleich der einzelnen Studien mit dem Tukey-Test ( $p = 0.87, 0.88, 1.00$ ). Die Daten der 49 während der Nachtschichten mit Licht behandelten Probanden konnten daher zusammengefasst werden.

#### 3.2 Dauer der Cortisolruhephase

Die Dauer der Cortisolruhephase war in der zweiten PA weder in der Kontrollgruppe mit  $23.4 \pm 102.6$  Minuten noch in der Experimentalgruppe nach der Nachtarbeit mit  $-5.2 \pm 135.0$  Minuten signifikant verändert. Die durch die Standardabweichungen indizierten erheblichen interindividuellen Unterschiede wurden sodann zum einen auf die mit dem D-MEQ (Griefahn et al. 2001) erhobene subjektive und zum anderen auf die mit dem Melatonin-Onset in PA1 bestimmte aktuelle Phasenlage bezogen. Abbildung 1 zeigt die Beziehung zwischen der subjektiven Phasenlage (D-MEQ-Score) und der Änderung der Cortisolruhephase in der Experimentalgruppe. Die Beziehung ist hoch signifikant ( $r = -0.38, p < 0.01$ ). Die Korrelationen zwischen der aktuellen Phasenlage (Melatonin-Onset) und der Änderung der Cortisolruhephase war hingegen nicht signifikant ( $r = -0.05, p = 0.74$ ). Nicht signifikant waren auch die entsprechenden Korrelationen in der Kontrollgruppe (mit subjektiver Phasenlage:  $r = 0.05, p = 0.84$ , mit dem Melatonin-Onset:  $r = -0.11, p = 0.65$ ).



**Abbildung 1:** Beziehung zwischen subjektiver zirkadianer Phasenlage und Änderung der Cortisolruhephase

#### 4. Diskussion

Nach mehreren aufeinander folgenden Nachtschichten zeigten sich in eigenen und in den Untersuchungen anderer Autoren – abgesehen von der Verzögerung des zirkadianen Systems – Distorsionen des Cortisolprofils, die als Dislokation der Akrophase oder als Änderung der Dauer der Cortisolruhephase in Erscheinung traten (Caufriez et al. 2002; Weibel & Brandenberger 1998). In einer eigenen Untersuchung (Griefahn et al. 2006) führte die lichtinduzierte Verzögerung des zirkadianen Systems nach nur einer Nacht bei Personen mit früher Phasenlage eher zur Verkürzung, bei Personen mit später Phasenlage eher zur Verlängerung der Cortisolruhephase. Mit dieser Ausgangshypothese wurde die vorliegende Analyse vorgenommen. Obwohl in den drei berücksichtigten Untersuchungen unterschiedliche Beleuchtungen zur Beschleunigung der Anpassung an Nachtarbeit (Resynchronisation der physiologischen Rhythmen mit dem Schlaf-Wachwechsel) angewandt worden waren, war das Ausmaß der Verschiebung gleich. Die in Abbildung 1 präsentierten Daten zeigen wiederum einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen der subjektiven Morgenorientierung und der Änderung der Cortisolruhephase. Die vorab formulierte aus früheren Untersuchungen abgeleitete Hypothese wurde also verifiziert.

Der Zusammenhang ließ sich allerdings nicht für die aktuelle mittels des Melatonin-Onsets bestimmten Phasenlage nachweisen. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass allein schon die drei aufeinander folgenden Nachmittagsschichten eine gewisse Anpassung im Sinne einer interindividuellen Synchronisation bewirken, so wie dies bei realer Schichtarbeit ebenfalls zu erwarten ist. Da das Ausmaß der Verschiebung (bei jeder der hier angewandten Lichtbehandlungen) unabhängig von der Morgenorientierung bei allen Probanden gleich war, ist nicht auszuschließen, dass Morgentypen trotz physiologischer Anpassung bei langfristig wiederholter Nachtarbeit auf Grund der verkürzten Cortisolruhephase unter einem erhöhten Risiko stehen, kardiovaskuläre Erkrankungen zu entwickeln. Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Morgenorientierung als Persönlichkeitsmerkmal eher durch den Fragebogen als durch die eher veränderlichen physiologischen Messdaten erfasst wird.

#### 5. Literatur

1. Brown, E.N., Choe, Y., Shanahan, T.L. & Czeisler, C.A. 1997, A mathematical model of diurnal variations in human plasma melatonin levels, *American Journal of Physiology*, 272, E506-E516.
2. Caufriez, A., Moreno-Reyes, R., Leproult, R., Vertongen, F., van Cauter, E. & Copinschi, G. 2002, Immediate effects of an 8-h advance shift of the rest-activity cycle on 24-h profiles of cortisol, *American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism*, 282, E1147-E1153.
3. Griefahn, B., Künemund, C., Bröde, P. & Mehnert, P. 2001, Zur Validität der deutschen Übersetzung des Morningness-Eveningness-Questionnaires von Horne und Östberg, *Somnologie*, 5, 71-80.
4. Griefahn, B., Kuenemund, C. & Robens, S. 2006, Shifts of the hormonal rhythms of melatonin and cortisol after a 4-h bright light pulse in different diurnal types, *Chronobiology International*, 23, 659-673.
5. Knutsson, A., Hallquist, J., Reuterwall, C., Theorell, T. & Akerstedt, T. 1999, Shiftwork and myocardial infarction: a case-control study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 56, 46-50.
6. Weibel, L. & Brandenberger, G. 1998, Disturbances in hormonal profiles of night workers during their usual sleep and work times, *Journal of Biological Rhythms*, 13, 202-208.

# Herausforderungen bei der kombinierten Erfassung physischer und psychischer Belastungen

Maria SCHMIDT und Birgit SPANNER-ULMER

*Professur Arbeitswissenschaft, Technische Universität Chemnitz,  
Erfenschlager Strasse 73, D-09125 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Bislang werden im Rahmen von Gefährdungsbeurteilungen insbesondere physische Belastungen betrachtet. Allerdings ist dies aufgrund sich wandelnder Anforderungen innerhalb der Arbeitssysteme nicht mehr hinreichend. Das Erkennen psychischer Belastungen muss verstärkt in den Fokus der Verantwortlichen rücken. Zu diesem Zweck sind konkrete Handlungsanleitungen für die adäquate Auswahl des passenden Analyseverfahrens bereitzustellen.

**Schlüsselwörter:** Belastungsanalyse, physische Belastung, psychische Belastung, kombinierte Erfassung.

## 1. Motivation

“Deutschland erreicht die von der Weltgesundheitsorganisation gesteckten Ziele zur Gesundheitsförderung am Arbeitsplatz nicht. Während die Zahl der Arbeitsunfälle zurückgeht, nimmt die der psychischen und Verhaltensstörungen drastisch zu. Ihr Anteil an den Ausfalltagen ist von 6,6% auf 10,5% angewachsen.” (Berufsverband deutscher Psychologinnen und Psychologen 2008).

Diese Aussage macht deutlich, welchen Stellenwert psychische Belastungen und Beanspruchungen in der Arbeitswelt von morgen einnehmen werden. Unternehmen können sich nicht länger darauf beschränken, im Rahmen von Gefährdungsbeurteilungen allein die physischen und physiologischen Belastungen zu ermitteln. Trotz des immensen Handlungsbedarfs besteht in den meisten Organisationen bislang eine große Hemmschwelle, sich des Themas der psychischen Belastungen anzunehmen, unternehmensspezifische Erfordernisse zu analysieren und Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Situation zu initiieren.

Eine Ursache ist darin zu erkennen, dass sich viele Praktiker mit dem Problem konfrontiert sehen, aus der Fülle vorhandener Arbeitsanalyseverfahren das für sie geeignete auszuwählen. Eine immense Anzahl an Instrumenten existiert, die zumeist entweder ausschließlich physische oder aber psychische Belastungen ermitteln. Ansätze zur kombinierten Erfassung physischer und psychischer Belastungen gibt es bislang nur wenige (z. B. Screening Gesundes Arbeiten, SGA 2006). Um Anwendern oder Unternehmen, welche Gefährdungsanalysen durchführen möchten, die Auswahl aus den Analyseinstrumenten zu erleichtern – sei es zur Erfassung physischer Belastungen, psychischer Belastungen oder im Rahmen einer kombinierten Erhebung – werden konkrete Handlungsanleitungen benötigt. Somit sollen Entscheidungen für oder gegen einzelne Instrumente erleichtert werden. In einem ersten Schritt ist dafür das Aufstellen eines umfassenden Kriterienkatalogs erforderlich, anhand dessen Analyseverfahren eingeschätzt werden können.



## 2. Kombinierte Erfassung physischer und psychischer Belastungen

### 2.1 Ausgangssituation

Eine Erhebung des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Instituts (WSI) der Hans-Böckler-Stiftung ergab, dass nur etwa 50% der befragten Unternehmen die gesetzlich geforderte Gefährdungsbeurteilung überhaupt durchführen. Nur 16 % der Unternehmen erheben dabei die Gefährdungen umfassend, das heißt sowohl unter Berücksichtigung physischer wie auch psychischer Aspekte (Ahlers & Brussig 2004). Dabei stellt sich die Frage, welche konkreten Analyseverfahren zum Einsatz kommen. Handelt es sich um wissenschaftlich konstruierte und validierte Instrumente oder wurden sie weitestgehend aus unternehmensspezifischen Erfordernissen konzipiert? Welcher Detaillierungsgrad, Standardisierungsgrad und Auswertungsmodus liegt ihnen zugrunde? Zunächst gilt es zu bestimmen, welche Analyseverfahren zur Belastungsermittlung in Unternehmen zum Einsatz kommen. Dazu laufen derzeit an der Professur Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Chemnitz Erhebungen, die dieser Fragestellung nachgehen.

Prinzipiell ist es möglich, Verfahren zur Analyse der physischen Belastungen um eine „psychische“ Komponente zu erweitern. Allerdings sind dann messtheoretische Fragen zu klären, da im Grunde genommen ein neues Verfahren generiert wird. Darüber hinaus ist festzustellen, dass an Verfahren zur Analyse der physischen Belastungen mitunter nicht die gleichen Ansprüche an das Vorhandensein einer theoretischen Fundierung, eines Nachweises der Gütekriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) oder der Normierungswerte gestellt werden, wie dies bei psychischen Analyseverfahren der Fall ist. Ein Grund könnte darin liegen, dass solche Verfahren in der Regel aus pragmatischen Überlegungen und der Notwendigkeit entstanden sind, für die (zumeist) Produktions- bzw. Fertigungsarbeitsplätze in der Industrie eine schnelle und plakative Aussage über den Gefährdungsgrad zu erhalten.

Ein wichtiges Ziel muss es sein, die für die Gefährdungsbeurteilung im Unternehmen zuständigen Personen – z. B. Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Abteilungsleiter, Schichtleiter – für die Thematik der psychischen Belastungen zu sensibilisieren (Rudow 2004). Dabei sollte die Betrachtungsweise von einer traditionell technikorientierten hin zu einer ganzheitlich-umfassenden Sicht übergehen, in der alle Arten von Gefährdungen gleichermaßen Berücksichtigung finden. Physische und psychische Belastungen müssen in einem Atemzug genannt werden, da diese unmittelbar miteinander verknüpft sind (Debitz et al. 2005). Gerade weil Arbeitsschritte und Dokumentationsvorgänge identisch sind, ist es für die Handhabung in der Praxis sinnvoll, psychische Belastungen und die „klassischen“ Gefährdungsfaktoren gleichzeitig zu ermitteln (Bundesverband der Unfallkassen 1996). Am geeignetsten erscheint dabei ein modular aufgebautes Verfahren, bei dem die Wechselwirkungen zwischen psychischen und psychischen Belastungen erkennbar sind (z. B. auch Querverweise gegeben werden), die aber durchaus - je nach aktuellen Erfordernissen - getrennt durchgeführt werden können.

### 2.2 Erstellung eines Kriteriensystems

Ein erster Schritt bei der Konzeption eines Handlungsleitfadens ist die Erstellung eines Kriteriensystems, anhand dessen jedes beliebige Analyseverfahren eingeordnet werden kann. In umfassender Art und Weise werden dafür alle potenziell relevanten Kriterien zusammengetragen (Abbildung 1). Diese werden in eine mind-map-

Darstellung überführt, welche den Vorteil bietet, jenen Pfad eines bestimmten Kriteriums sowie dessen Unterpunkte betrachten zu können, die von Interesse sind. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, beliebig neue Kriterien aufzunehmen.



**Abbildung 1:** Auszug aus dem Entwurf eines Kriteriensystems zur Einordnung von Belastungsanalyseverfahren

Kriterien, die nach der DIN EN ISO 10075-3 („Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastungen“) beschrieben sind, fließen ebenso ein wie solche, die in einschlägiger Fachliteratur aufgeführt werden (Dunkel 1999; Moosbrugger & Kelava 2007). Hinter jeder Hauptkategorie, z. B. „Verfahrensbeschreibung“ liegen Unterkategorien. Diese wiederum werden weiter differenziert. Beispielsweise verbergen sich unter dem Punkt „Messtheoretische Grundlagen“ die Haupt- und Nebengütekriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität, usw.). Auch diese werden weiter aufgeschlüsselt, da es beispielsweise verschiedene Objektivitäts- oder Reliabilitätsarten gibt. Priorität bei der Erstellung des Kriteriensystems soll die vollständige Darstellung der Kriterien sein. Erst in einem nächsten Schritt geht es darum, die für die Konzeption des Handlungsleitfadens relevanten Kriterien herauszufiltern.

### 3. Ausblick

Neben einer weiteren Präzisierung des Kriteriensystems zur Einordnung von Belastungsanalyseverfahren wird ein nächster Schritt die Konzeption eines praxisorientierten Handlungsleitfadens sein. Im Vordergrund stehen dabei die Auswahl der im unternehmensspezifischen Anwendungskontext relevanten Kriterien sowie die Hervorhebung der Zusammenhänge zwischen physischen und psychischen Belastungen. Sodann können beliebige Analyseverfahren in dieses Schema eingeordnet werden. Darüber hinaus soll geprüft werden, inwieweit Verfahren zur physischen Belas-

tungsanalyse um eine „psychische Komponente“ erweitert werden können. Es ist davon auszugehen, dass Unternehmen eher dazu bereit sind, das von ihnen genutzte Verfahren zu modifizieren, als ein neues Verfahren einzuführen. Folgende Forschungsfragen gilt es nun zu beantworten:

- Inwieweit können bereits bestehende Verfahren zur Messung der physischen Belastung um eine „psychische Komponente“ erweitert werden?
- Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen physischer und psychischer Belastung, die in Bezug auf die Beurteilung von Arbeitsbedingungen relevant sind und wie können diese Wechselwirkungen in einem Analyseinstrument abgebildet werden?
- Wie sinnvoll ist eine kombinierte Erfassung unter dem Gesichtspunkt die Ermittlung eines „Gesamt-Belastungs-Scores“ oder erscheint es doch zielführender, getrennte Analysen durchzuführen?
- Welche Ansätze sind denkbar, Belastungsanalysen bereits zur primären Prävention (Vermeidung der Entstehung von Risiken / Symptomen) oder sekundären Prävention (frühzeitige Erfassung von Risiken / Symptomen) einzusetzen und damit eine prospektive Arbeitsgestaltung anzustreben?

#### 4. Literatur

1. Ahlers, E. & Brüssig, M. 2004, Gesundheitsbelastungen und Prävention am Arbeitsplatz – WSI Betriebsrätebefragung 2004, WSI Mitteilungen 11/2004.
2. Berufsverband Deutscher Psychologinnen und Psychologen 2008, Pressemitteilung Nr. 04/08. Verfügbar unter: [http://www.bdp-verband.org/bdp/presse/2008/04\\_bericht.html](http://www.bdp-verband.org/bdp/presse/2008/04_bericht.html)
3. Bundesverband der Unfallkassen 1996, Gefährdungs- und Belastungskatalog: Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz. Bochum: Verlag Technik & Information.
4. Debitz, U., Buruck, G., Mühlpfordt, S. & Schmidt, H. 2005, Pilotbericht: Erprobung einer Handlungshilfe zur Erfassung physischer und psychischer Belastungen. Dieckholzen: Selbstverlag.
5. DIN EN ISO 10075-3: 2004, Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastungen. Berlin: Beuth.
6. Dunkel, H. (Hrsg.) 1999, Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren, MTO Band 14, Zürich: vdf.
7. Moosbrugger, H. & Kelava, A. 2007, Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien). In: H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin: Springer.
8. Rudow, B. 2004, Das gesunde Unternehmen: Gesundheitsmanagement, Arbeitsschutz, Personalpflege. München: Oldenburg.
9. Screening Gesundes Arbeiten - SGA 2006, Technische Universität Dresden.

# Entwicklung eines Kraftbewertungsverfahrens im Rahmen des montagespezifischen Kräfteatlas

Karlheinz SCHAUB<sup>1</sup>, Knut BERG<sup>1</sup>, Juri WAKULA<sup>1</sup>, Ulrich GLITSCH<sup>2</sup>,  
Rolf ELLEGAST<sup>2</sup> und Ralph BRUDER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt (IAD),  
Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

<sup>2</sup> *BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,  
Alte Heerstraße 111, D-53754 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Ein Konsortium aus Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie, BGIA und IAD, gefördert von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, hat in den vergangenen Jahren einen „montagespezifischen Kraftatlas“ entwickelt. Damit wurde eine Datenbasis von Ganzkörperkräften in realtypischen nicht symmetrischen Körperhaltungen sowie von Finger-Handkräften erstellt, welche für die genannten Branchen, aber auch für die Luft- und Schifffahrtsindustrie sowie den Waggonbau typische Kraftfälle enthält. Zur Komplettierung des Kräfteatlas wurde auch die Realisierung eines Kraftbewertungsverfahrens in den Projektplan mit aufgenommen.

**Schlüsselwörter:** Montagespezifischer Kraftatlas, Kraftbewertungsverfahren, Aktionskraft, Gefährdungsanalyse.

## 1. Einleitung

In den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden von Burandt und Schultetus erstmals Verfahren zur Bewertung von Aktionskräften entwickelt. Sie berücksichtigten Ganzkörperkräfte sowie Kräfte des Finger-Hand-Systems und entnahmen die Referenzkräfte unterschiedlichen Datensammlungen in der Literatur. Sie entwickelten Verfahren, welche es gestatten, ausgehend von maximalen statischen Aktionskräften, maximal empfohlene „Grenzkräfte“ zu berechnen, welche den Einfluss von personen- (Geschlecht, Alter, „Trainiertheit“) und tätigkeitsrelevanten (Häufigkeit bzw. Dauer sowie Ausübungszeitraum) Parametern berücksichtigen.

Im Rahmen des dualen Europäischen Systems zu Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz kamen weitere Kraftbewertungsverfahren hinzu.

Ziel des Projektes „montagespezifischer Kraftatlas“ war es, die gesammelten Erfahrungen der Kraftbewertungsverfahren zu bündeln, homogene Kraftdatensätze zu kreieren (gleiches Probandenkollektiv für alle Kraftfälle) und die montagespezifischen Eigenheiten der oben genannten Branchen (Ganzkörperkräfte in asymmetrischen (sowie) nicht aufrechten Körperhaltungen) zu berücksichtigen.

## 2. Methode

Die beiden Projektziele bestanden darin:

statistisch gesicherte maximale isometrische Kraftwerte für 54 realtypische Kraftausübungen des Arm- Schulter- und Ganzkörpersystems sowie 38 Kraftausübungen des Hand-Fingersystems bei verschiedenen industriellen Projektpartnern und in den

Laboren von IAD und BGIA zu erheben und im montagespezifischen Kraftatlas darzustellen und

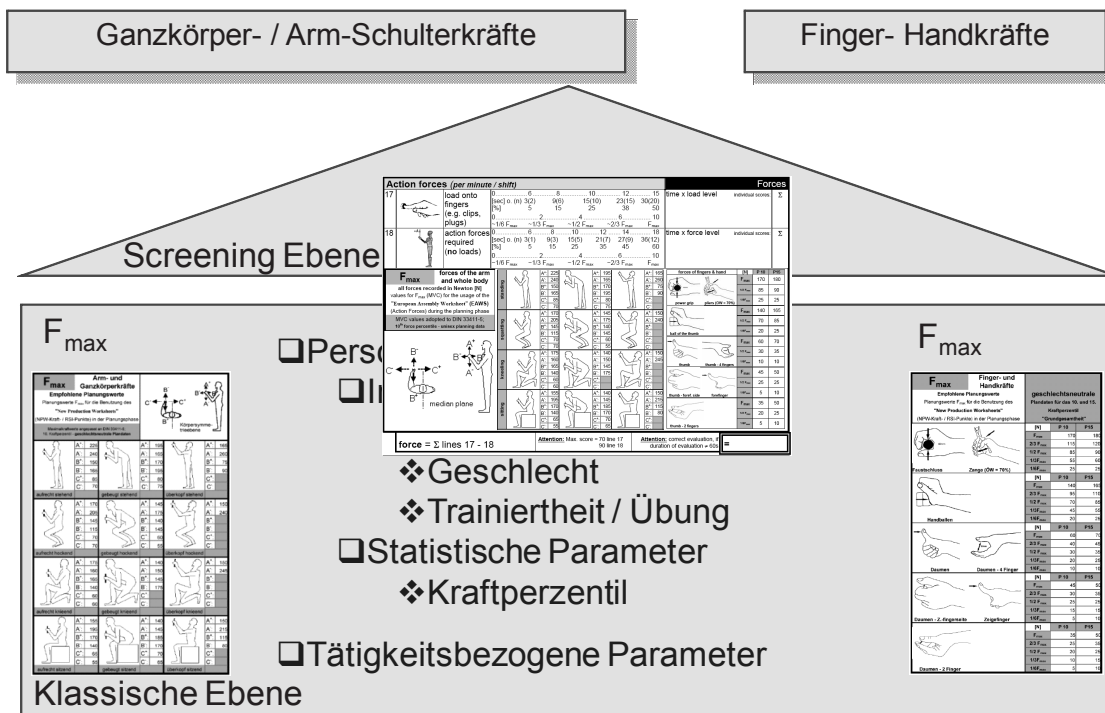
ein Bewertungsverfahren zur Ermittlung von maximal empfohlenen Kraftwerten auf Basis der maximalen isometrischen Kraftwerte des montagespezifischen Kräfteatlas zu erarbeiten.

## 2.1 Erhebung und Auswertung der Kraftdaten

Mit Hilfe eines eigens für dieses Projekt konstruierten mobilen Kraftmessgestells wurden in sechs Unternehmen der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie (BMW, Daimler, Ford, MAN, Opel, VW) an insgesamt nahmen 274 Arbeitspersonen Kraftmessungen durchgeführt. Es wurden insgesamt 54 Arten von symmetrischen Ganzkörperkräften und 38 Fälle von Finger-Hand Kräften erhoben. In Laboruntersuchungen wurden darüber hinaus Fragestellungen zu asymmetrischen Haltungen sowie zu beidhändigen vs. einhändigen Kraftausübungen untersucht. Alle Krafftälle wurden in perzentilierter Form dargestellt (Schaub et al. 2006; Wakula et al. 2008).

## 2.2 Erarbeiten eines Kraftbewertungsverfahrens

Klassische (z.B. Burandt, Schultetus, Refa) aber auch neuere (z.B. EN 1005-3) Kraftbewertungsverfahren ermöglichen es, aus maximalen statischen Aktionskräften in Abhängigkeit von personen- und tätigkeitsbezogenen Parametern, „maximal empfohlene Kraftgrenzen“ abzuleiten.



**Abbildung 1:** Gestaltungsansätze für Kraftbewertungsverfahren im Rahmen des montagespezifischen Kräfteatlas

In dem im Rahmen des montagespezifischen Kräfteatlas realisierten Kraftbewer-  
tungsverfahren werden nicht nur unterschiedliche Körperhaltungen und Krafrich-  
tungen berücksichtigt; neben symmetrischen und asymmetrischen Rumpfhaltungen  
werden auch beidarmige vs. einarmige Kraftausübungen berücksichtigt. Darüber

hinaus werden neben Ganzkörperkräften auch Kräfte des Finger-Hand Systems berücksichtigt.

Das zu realisierende Verfahren soll für Ist- und Planungsanalysen gleichermaßen einsetzbar sein und sowohl statistische (Bevölkerungsgruppen) als auch individuelle (Geschlecht, Alter, Trainiertheit) Parameter berücksichtigen. Darüber hinaus sollte neben einem klassischen auch ein „Screening-„ Ansatz entwickelt werden (siehe Abbildung 1).

### 3. Ergebnisse

Die „klassische“ Variante des Kraftbewertungsverfahrens wurde in einem ersten Ansatz - wie in Abbildung 2 dargestellt - realisiert. Für die Berücksichtigung der personenbezogenen Parameter „Geschlecht“ und „Trainiertheit“ wurde auf Rühmann & Schmidtke (1992) zurückgegriffen.

<b>F<sub>empf</sub></b>	<b>=</b>	<b>F<sub>max</sub> (PP)</b>	<b>*</b>	<b>P1</b>	<b>*</b>	<b>P2</b>	<b>*</b>	<b>T1</b>	<b>*</b>	<b>T2</b>	<b>*</b>	<b>T3</b>
	=		*		*		*		*		*	

Kürzel	Beschreibung
F <sub>max</sub>	Maximale statische Aktionskraft des Ganzkörper – oder Finger-Hand Systems
PP:	Kraft-Perzentilwert (P15 für Planungsanalysen; P50 für Ist-Analysen)
P1:	Kraftrichtungsabhängiger Einfluss des Alters
P2:	Einfluss des Geschlechtes (1,0 = Männer; 0,5 = Frauen oder Männer & Frauen)
T1:	Häufigkeit der Kraftausübungen
T2:	Biomechanik-Faktor (muskuläre Verspannung, asymmetrische Körperhaltung, ein- / beidhändige Kraftausübung)
T3:	Physiologie-Faktor (häufige Kraftausübung in ungünstigen Körperhaltungen, Kraftausübungen innerhalb lang andauernder ungünstiger Haltungsphasen)

**Abbildung 2:** Berechnungsalgorithmus für den „klassischen“ Ansatz eines Kraftbewertungsverfahrens im Rahmen des montagespezifischen Kräfteatlas

Hierbei ist F<sub>max</sub> die perzentilabhängige maximale statische Aktionskraft des Ganzkörper- oder Finger-Hand Systems. Es ist angedacht in Anlehnung an die europäische und internationale Normung für Planungsanalysen niedrige, d.h. „schwache“ Perzentilwerte (i.e. 15. Perzentil), um konservative Analysen, welche einen großen Teil der Bevölkerung (i.e. 85%) abdecken, zu erhalten.

Ist-Analysen sollten sich im Hinblick auf die tatsächlichen Produktionsbedingungen an „durchschnittlichen“ bis „schwach trainierten“ Werkern orientieren. Letztere wurden in den Verfahren nach Schultetus und Burandt durch einen Abschlag von 10-20% berücksichtigt. Dies entspricht in etwa den 20. Kraftperzentilen des montagespezifischen Kräfteatlas. Der Einfluss des Geschlechtes wird ebenfalls nach Rühmann & Schmidtke abgeschätzt.

Die Berücksichtigung der Häufigkeit erfolgt wegen der dichtereren Stützstellen nach Schultetus, zumal sie im Wesentlichen deckungsgleich ist mit den Werten nach



EN 1005-3, gleichwohl deren Datengrundlagen unterschiedlich sind.

Der „Biomechanikfaktor“, welcher die Einflüsse von Asymmetrie, einhändiger vs. beidhändiger Kraftausübung und dadurch erhöhter innerer muskulärer Anspannung berücksichtigt wurde ebenso wie der „Physiologiefaktor“, welcher das häufige Kraftausüben in ungünstigen Körperhaltungen oder das Ausüben von Aktionskräften in lang anhaltenden Phasen ungünstiger Körperhaltungen widerspiegelt, in Laborstudien ermittelt. Dies erfolgte exemplarisch an einzelnen Kraftfällen, welche auf die übriggeliebenen „weißen“ Felder im Rahmen eines Expertenratings extrapoliert wurden.

Eine abschließende Bewertung der Kraftausübungen nach dem Ampelschema ist in Anlehnung an EN 1005-3 (Planungsanalyse) und ISO 11228-2 (Ist-Analyse) vorgesehen.

#### 4. Diskussion

Der Aufbau des Bewertungsverfahrens entspricht nach Aussagen der beteiligten Unternehmen den Bedürfnissen der Praxis. Allerdings zeigt sich, dass die vorgeschlagenen Planungswerte gemäß EN 1005-3 sowohl bezüglich der Kraftperzentile (P15) als auch bezüglich der Ampeldefinition zu SEHR konservativen Werten führen, die in Teilbereichen zu als unrealistisch konservativ bezeichnet wurden. Hier ist noch weiterer Diskussionsbedarf vorhanden.

#### 5. Literatur

1. Berg, K., Wakula, J. & Schaub, K. 2008, Isometrische Maximalkräfte des Hand- Fingersystems für einen montagespezifischen Kraftatlas. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 637-640.
2. Burandt, U. 1978, Ergonomie für Design und Entwicklung. Köln: O. Schmidt.
3. EN 1005-3: 2002, Sicherheit von Maschinen-Menschliche körperliche Leistung- Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung. Berlin: Beuth.
4. Glitsch, U., Ellegast, R., Schaub, K., Wakula, J. & Berg, K. 2008, Biomechanische Analyse von Ganzkörperkräften in unterschiedlichen Körperhaltungen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 429-432.
5. ISO 11228-2: 2007, Ergonomie - Manuelle Handhabung - Teil 2: Ziehen und Schieben. Berlin: Beuth.
6. Rühmann, H. & Schmidtke, H. 1992, Körperkräfte des Menschen: Perzentilierung isometrischer Maximalkräfte sowie Ausdauer und Beanspruchung bei konzentrischer und exzentrischer Muskelarbeit. In: H. Rühmann & H. Schmidtke (Hrsg.), Kolloquium des Lehrstuhls für Ergonomie der Technischen Universität München zum HdA-Projekt "Körperkräfte des Menschen Teil II". Köln: O. Schmidt.
7. Schaub, K., Wakula, J., Ahmadi, K., Berg, K., Wakula, A. & Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.) 2006, Der montagespezifische Kraftatlas – Zwischenbericht. Darmstadt: IAD.
8. Schultetus, W., Lange, W. & Doerken, W. (Hrsg.) 1987, Praxis der Ergonomie - Montagegestaltung. Köln: TÜV Rheinland.
9. Wakula, J., Berg, K., Schaub, K. 2008, Statische Maximalkraftwerte für realtypische Kraftausübungen des Arm- Schulter- und Ganzkörpersystems für einen montagespezifischen Kraftatlas. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer. Dortmund: GfA Press, 423-427.
10. Wakula, J., Berg, K., Schaub, Kh., Glitsch, U., Ellegast, R., Bruder, R., Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.): Der montagespezifische Kraftatlas. 2008. Publikation in Drucklegung.

# Motion Capturing Verfahren und ihre Eignung zur ergonomischen Bewertung von Tätigkeiten in der Automobilmontage

Jürgen KLIPPERT, Thomas GUDEHUS und Jürgen ZICK

*Institut für Arbeitswissenschaft, Universität Kassel,  
Heinrich-Plett-Str. 40, D-34109 Kassel*

**Kurzfassung:** Der Beitrag stellt verschiedene Systeme zur Aufnahme menschlicher Bewegungen vor und ermittelt ein geeignetes System für eine Ergonomieanalyse im Rahmen eines spezifischen Szenarios in der Automobilmontage.

**Schlüsselwörter:** Ergonomie, Gesundheitsschutz, Motion Capturing, Automobilmontage.

## 1. Einleitung

Die Produktionsplanung in der Automobilindustrie erfolgt zunehmend in gemischt virtuell-realen Umgebungen (Mixed Reality). Mit den aktuell verfügbaren Methoden ist die Nachbildung manueller Tätigkeiten mithilfe anthropometrischer und biokinematischer Modelle noch sehr zeitaufwändig und damit teuer. Dies führt dazu, dass bei der Produktionsplanung oftmals auf die Simulation der menschlichen Tätigkeiten verzichtet wird. Infolgedessen werden physische Belastungsschwerpunkte, meist erst entdeckt, wenn die Produktionsanlagen errichtet sind. Eine Beseitigung der ergonomischen Problembereiche ist im späten Stadium der Produktentstehung mit erheblich höheren Kosten verbunden als zu einem früheren Zeitpunkt und daher betriebswirtschaftlich oftmals kaum mehr tragbar (Klippert et al. 2007b). Vor diesem Hintergrund erscheint es angebracht, durch eine einfach zu nutzende Möglichkeit zur frühzeitigen Simulation ergonomischer Bedingungen diese Situation zu verbessern. Digitale Bewegungsaufnahmeverfahren (Motion-Capturing) können dazu beitragen, den Zeitaufwand für die Simulation menschlicher Tätigkeiten zu verringern.

Mittels digitaler Bewegungsaufnahmeverfahren können Bewegungen realer Menschen aufgenommen und mittels digitaler Mensch-Modelle – so genannter Avatare – wiedergegeben werden. Mensch-Modelle vollführen dann exakt die Bewegungen die vom realen Menschen aufgenommen wurden und erlauben ein vertieftes Studium der Bewegungsabläufe. Es ist daher nahe liegend, solche Systeme für ergonomische Untersuchungen einzusetzen.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes sollen die ergonomischen Bedingungen bei der Automobilmontage untersucht werden. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welches marktverfügbare Bewegungsaufnahmesystem dafür am besten geeignet ist.

Die Kofferraummontage ist ergonomisch besonders kritisch, daher wurde sie als Anwendungsszenario für die Entwicklung eines Tools zur ergonomischen Beurteilung im ganz frühen Stadium der Produktionsplanung ausgewählt (Fritzsche et al. 2007; Gudehus et al. 2007; Klippert et al. 2007a; Gudehus et al. 2009). Es galt, ein für ergonomische Beurteilungen geeignetes Bewegungsaufnahmesystem zu ermitteln. Um den tatsächlichen Einsatz in der Produktionsplanung zu gewährleisten muss das System mobil und in relativ kurzer Zeit am Einsatzort beim Automobilhersteller verfügbar sein. Darüber hinaus muss es mit dem System auch in Situationen, in denen die

aufzunehmende Person durch Anlagen- oder Karoserierteile verdeckt ist, möglich sein, Bewegungen hinreichend exakt aufzunehmen.

## 2. Motion Capturing Verfahren

Ein für das gewählte Szenario geeignetes System muss sechs Kriterien erfüllen: Es galt ein System zu finden, das (1.) marktverfügbar und (2.) mobil ist. Hinsichtlich der Genauigkeit muss das System (3.) den für Körperhaltungsanalysen nach dem OWAS Verfahren (Karhu et al. 1981) erforderlichen Kriterien entsprechen und (4.) auch dann noch hinreichend exakte Bewegungsdaten liefert, wenn die aufzunehmende Person ganz oder teilweise verdeckt wird. Das System darf (5.) die Person in ihrer Bewegungsfreiheit – auch unter den beengten Bedingungen der Kofferraummontage – möglichst nicht einschränken.

Es gibt auf dem Markt verfügbare Systeme, die auch schon für ergonomische Anwendungen eingesetzt werden. Hier handelt es sich meist um optische Systeme, die exakte Bewegungsdaten liefern, solange die aufzunehmende Person vollständig von allen im Raum angeordneten Kameras (mindestens drei Kameras sind erforderlich) erfasst wird. Bei vollständiger oder auch nur teilweiser Verdeckung der aufzunehmenden Person werden Bewegungsdaten mit verminderter Präzision erzeugt, weil fehlende Daten z.B. durch Interpolation gewonnen werden müssen (Chang & Wang 2007, S. 447).

Neben den (1.) optischen Systemen bietet der Markt derzeit Systeme mit Sensoren die (2.) über ein Exoskelett die Bewegungen der Gliedmaßen aufnehmen oder (3.) Systeme mit körperfixierten Sensoren, die in wenige Zentimeter messenden Gehäusen unterzubringen sind und an den Gliedmaßen angebracht werden. Da optische System wegen der bereits geschilderten Verdeckungsproblematik ungeeignet sind, wurden die Varianten (2.) und (3.) in die engere Wahl gezogen.

### 2.1 Motion Capturing mit Betätigung der Sensoren über ein Exoskelett

In Bewegungsaufnahmesystemen, die Exoskelette verwenden (s. Abbildung 1) kommen als Sensoren für die Aufnahme von Gelenkwinkeln Potentiometer zum Einsatz, die in den Drehpunkten der Gelenke untergebracht sind. Die Potentiometer werden als Goniometer (Winkelmesser) eingesetzt indem sie über die Stangen des Exoskeletts mechanisch angesteuert werden. Drehbewegungen der Gelenke verursachen vermittelt über die Gestänge des Systems Verdrehungen der Potentiometer, die sich in Veränderungen des elektrischen Widerstandes der Potentiometer äußern, der wiederum als Drehwinkel interpretiert werden kann.

Beim Bewegungsaufnahmesystem Animazoo Gypsy 6 werden die aufgenommenen Daten drahtlos an den zur Aufzeichnung benötigten Computer gesendet. Es können bis zu 120 Aufnahmen der Körperhaltung pro Sekunde gewonnen werden und die Genauigkeit der Erfassung der Gelenkwinkel liegt bei  $0,125^\circ$ . Es werden alle für die Beurteilung der Körperhaltungen erforderlichen motorischen Einheiten des menschlichen Körpers erfasst. Diese Spezifikationen erlauben einen Einsatz für die Erfassung und Bewertung von Körperhaltungen mit der OWAS Methode. Durch das Exoskelett wird die Bewegungsfreiheit in engen Umgebungen, wie z.B. bei der Kofferraummontage oder bei der Montage im Fahrzeuginnenraum, eingeschränkt und es besteht die Gefahr, dass sich das Exoskelett in der Karosserie verhakt. Mit einem Gesamtgewicht von 25 kg (inkl. Sender und Empfänger zur Datenübertragung) ist

das System mobil einsetzbar.



**Abbildung 1:** Motion-Capturing-System mit Exoskelett (Bild: Animazoo)

## 2.2 Motion Capturing mit körperfixierten Sensoren

Durch die Verwendung von Sensoren, die auf anderen Prinzipien als die Potentiometer basieren, kann auf ein Exoskelett verzichtet werden. Solche Sensoren nutzen z.B. das Prinzip von Gyroskopen (Kreiselkompass), registrieren wie ein Kompass auf das Erdmagnetfeld und verwenden Akzelerometer (Beschleunigungsmesser). Die Kombination verschiedener Sensoriken wird verwendet, um die Stärken der jeweiligen Sensoriken zu nutzen. Gyroskope sind unempfindlich gegenüber Ablenkungen des Erdmagnetfeldes, wie sie z.B. in der Nähe ferromagnetischer Werkstoffe zu registrieren sind. Sensoren, die sich am Erdmagnetfeld ausrichten sind wiederum unempfindlich gegenüber dem Phänomen der Drift, des langsamen Abweichens von der ursprünglichen Ausrichtung, wie es bei Gyroskopen zu beobachten ist. Akzelerometer liefern ergänzende Informationen zum Bewegungsverhalten. Die Kombination dieser Sensoriken liefert im Rahmen von Bewegungsaufnahmesystemen (z.B. Animazoo Gyro Gypsy 18 oder X-Sens Moven) zuverlässige Bewegungsinformationen über längere Zeiträume und ist gegenüber Ablenkungen des Erdmagnetfeldes hinreichend unempfindlich. Die Sensoren (Gehäuseabmessungen ca. 3x2x1 cm) sind in einen Anzug integriert der von der Versuchsperson wie ein Kleidungsstück angezogen wird (s. Abb. 2). Solche Systeme, wie z.B. das System Animazoo Gyro Gypsy 18, können bis zu 120 Körperhaltungen pro Sekunde mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  erfassen. Weil kein Exoskelett erforderlich ist und die Datenübertragung drahtlos erfolgt, wird die Bewegungsfreiheit kaum eingeschränkt. Ebenso wie beim System mit Exoskelett werden alle für die Beurteilung der Körperhaltungen erforderlichen motorischen Einheiten des menschlichen Körpers erfasst. Das System wiegt ca. 15 kg (inkl. Sender und Empfänger zur Datenübertragung) und ein mobiler Einsatz ist somit problemlos möglich.

## 3. Schlussfolgerungen

Beide Varianten marktverfügbarer Systeme sind mobil einsetzbar und liefern auch

bei vollständiger Verdeckung des Probanden zuverlässige Bewegungsdaten. Bei beiden Systemen erlauben die gewonnenen Daten eine computerunterstützte Analyse nach dem OWAS Verfahren, was für die Beurteilung von Montagetätigkeiten ausreichend ist. Die Verwendung eines Bewegungsaufnahmesystems mit körperfixierten Sensoren ist gerade für Bewegungsaufnahmen unter beengten Bedingungen, wie sie in der Automobilmontage häufig anzutreffen sind, besser geeignet als ein System mit Exoskelett. Daher sind körperfixierte Sensoren für das Kofferraummontageszenario – und vergleichbare Szenarien in der Montage - die erste Wahl. Ihr Potenzial kann in Zukunft genutzt werden, um ergonomische Analyse- und Bewertungsverfahren weiterzuentwickeln und ihre Aussagekraft weiter zu steigern.



**Abbildung 2:** Motion-Capturing-System mit körperfixierten Sensoren (Bild: Animazoo)

#### 4. Literatur

1. Chang, S.-W. & Wang, M.-J.J. 2007, Digital Human Modeling and Workplace Evaluation: Using an Automobile Assembly Task as an Example, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 17, 445-455.
2. Gudehus, T., Klippert, J. & Zick, J. 2007, Motion Capturing zur frühzeitigen ergonomischen Bewertung von Montage-Tätigkeiten. Vortrag a.d. IFF Wissenschaftstagen 2007, Magdeburg.
3. Gudehus, T., Klippert, J. & Zick, J. 2009, Ergonomische Beurteilung von Montagetätigkeiten durch Motion Capturing. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 597-600.
4. Karhu, O., Härkönen, R., Sorvali, P. & Vepsäläinen, P. 1981, Observing working postures in industry: Examples of OWAS application, *Applied Ergonomics*, 12, 13-17.
5. Klippert, J., Fritzsche, L., Gudehus, T. & Zick, J. 2007a, Präventive computerunterstützte Ergonomieanalyse unter Berücksichtigung physischer und psychosozialer Faktoren. In: P. Bärenz, A.-M. Metz & H.-J. Rothe (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit - Arbeitsschutz, Gesundheit und Wirtschaftlichkeit*. Kröning: Asanger Verlag, 61-64.
6. Klippert, J., Fritzsche, L., Gudehus, T., Zick, J., Hildebrand, A. & Ehler, R. 2007b, Integrativer Ansatz zur frühzeitigen Simulation ergonomischer Bedingungen für partizipative Produktionsplanungsprozesse. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen*. Dortmund: GfA Press, 249-252.



## Prüfung der inhaltlichen Struktur der Schätzskalen des BMS-Fragebogens

Martin SCHÜTTE<sup>1</sup>, Stephan SANDROCK<sup>2</sup> und Barbara GRIEFAHN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

<sup>2</sup> *Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (IfaA),  
Uerdinger Straße 56, D-40474 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Mit den 15 bipolaren Schätzskalen des BMS liegt ein in der Durchführung ökonomisches Beanspruchungsmessverfahren vor, das vier Befindensmerkmale erfassen soll. Über eine konfirmatorische Faktorenanalyse wurde die Gültigkeit der zwei Dimensionen „psychophysischer Zustand“ und „willentlicher Einsatz und Motivation“ geprüft.

**Schlüsselwörter:** Beanspruchung, BMS, bipolare Schätzskalen, konfirmatorische Faktorenanalyse.

### 1. Einleitung

Zur Ermittlung der Folgen psychischer Beanspruchung existiert mit den BMS „Schätzskalen zur Analyse des Beanspruchungserlebens“ ein aus 15 bipolaren Items bestehendes Befragungsinstrument, das den Vorteil hat, in der Durchführung sehr ökonomisch und daher insbesondere auch für Verlaufsanalysen geeignet zu sein (Plath & Richter 1984). Dem Verfahren liegt eine 63.6 % der Gesamtvarianz aufklärende 4-faktorielle Struktur zu Grunde, wie eine auf den von 35 in der Textilindustrie Beschäftigten zu Schichtende erhaltenen Beanspruchungs-einschätzungen basierende Hauptkomponentenanalyse mit anschließender Varimax-Rotation belegt (Plath & Richter 1978). Inhaltlich korrespondieren die Items mit den Befindensmerkmalen „psychophysischer Zustand“, „Sachzuwendung/Konzentration“, „willentlicher Einsatz/Motivation“ sowie „emotionale/affektive Lage“ (Plath & Richter 1984). Da bisher eine Überprüfung der postulierten Itemklassifikation unterblieb, erfolgte eine konfirmatorische Faktorenanalyse, bei der jedoch die Dimensionen „Sachzuwendung/Konzentration“ und „emotionale/affektive Lage“, die die für eine derartige Auswertung empfohlene Mindestanzahl von vier Indikatorvariablen nicht erreichen (Hair et al. 2006), unberücksichtigt bleiben mussten. Damit reduzierte sich die Anzahl der in die Analyse eingehenden Items auf 10.

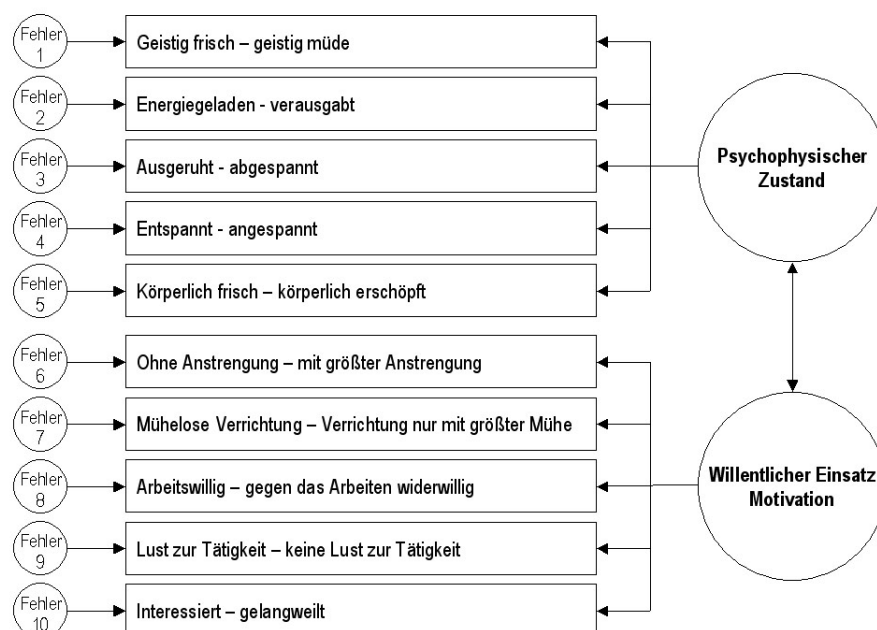
### 2. Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 287 Frauen und Männer teil (18 – 31 Jahre), die über die BMS-Ratingskalen ihre Beanspruchungshöhe vor bzw. nach der Bearbeitung von figuralen Logik-Aufgaben oder dem Criterion Task Set entlehnten Grammatical-Reasoning bzw. Mathematical Processing Aufgaben jeweils in den Schwierigkeitsstufen leicht oder schwer zu beurteilen hatten.



### 3. Spezifikation des Strukturgleichungsmodells

Das Strukturgleichungsmodell unterstellt, dass jedes der 10 Items nur Bezug zu einer der zwei als miteinander korrelierend angenommenen Dimensionen „psychophysischer Zustand“ sowie „willentlicher Einsatz und Motivation“ hat (vgl. Abbildung 1). Die Identifizierbarkeit des so spezifizierten Modells hängt allgemein von der Anzahl der zu schätzenden Parameter ab. Da die Metrik der latenten Variablen unbekannt ist, muss hier eine sogenannte Fixierung erfolgen. Dementsprechend wurde die Varianz der zwei berücksichtigten Faktoren jeweils auf 1.0 gesetzt, was zu einer standardisierten Lösung führt. Darüber hinaus sind die Regressionsgewichte der Fehlerterme ebenfalls auf 1.0 gesetzt worden. Die empirische Kovarianzmatrix besteht aus 45 Kovarianzen und 10 Varianzen. Das KFA-Modell verlangt insgesamt die Schätzung von 10 Fehlervarianzen, 10 Regressionsgewichten sowie einer Kovarianz und lässt sich dementsprechend mit 34 Freiheitsgraden prüfen ( $55 - 21 = 34$ ).



**Abbildung 1:** Struktur- und Messmodell für die BMS-Schätzskalen „Psychophysischer Zustand“ und „Willentlicher Einsatz / Motivation“

### 4. Überprüfung der Dateneigenschaften

Da die Bestimmung der die Grundlage einer KFA bildenden Kovarianzen größere Stichprobenumfänge verlangt, sollte zwischen der Probanden- und der Variablenanzahl allgemein ein Verhältnis von mindestens 10:1 bestehen, das der hier vorliegende Datensatz mit 29:1 deutlich überschreitet. Die Schätzung der Modellparameter erfolgte nach der sogenannten General Least Square Methode (GLS), die auch bei kleineren Stichprobenumfängen ( $N < 500$ ) effiziente, konsistente und erwartungstreue Schätzer liefert, wenn die empirisch gewonnenen Daten einer multivariaten Normalverteilung folgen (Hu et al. 1992). Der dazu durchgeführte Mardia-Test (Mardia 1970) belegt allerdings, dass die Daten dieser Voraussetzung nicht genügen ( $S = 365.83$ ,  $p < 0.01$ ). Dementsprechend war eine Normalisierung der 10 Items notwendig (Bestimmung des erwarteten Werts der Normalverteilung). Die anschließend zur Identifikation möglicher Kollinearitäten vorgenommene Analyse der Korrelationsmatrix zeigt,

dass keine der bivariaten Korrelationen den hier geltenden oberen Grenzwert von 0.90 erreicht oder überschreitet. Der jeweils über das Quadrat der multiplen Korrelation zusätzlich ermittelte gemeinsame Varianzanteil der abhängigen Variablen beträgt maximal 81 Prozent (Item „Lust zur Tätigkeit / keine Lust zur Tätigkeit“) und bleibt damit ebenfalls deutlich unter dem Höchstwert von 99 Prozent (Ullman 2001). Damit entsprechen die Daten insgesamt den Anforderungen einer KFA.

## 5. Modellanpassung

Der relative  $\chi^2$ -Wert, der mit 5.87 deutlich über dem oberen Grenzwert von 2.00 liegt sowie der RMSEA (root mean square error of approximation), der einen Wert von 0.13 annimmt und damit den hier geltenden Maximalwert von 0.08 ebenfalls überschreitet, sprechen für eine unzureichende Modellanpassung. Dagegen legen der GFI (Goodness of Fit Index) - der sich zu 0.860 errechnet und damit größer als der Mindestwert von 0.800 ist - sowie der RMR (Root Mean Square Residual) - der mit 0.087 unter dem zulässigen Maximalwert von 0.100 bleibt - eine akzeptable Passung nahe. Die auf Grund dieser widersprüchlichen Ergebnisse weiter vorgenommene Untersuchung der standardisierten Residuen lässt jedoch keine Notwendigkeit erkennen, das angesetzte Strukturgleichungsmodell zu modifizieren, da die Residual-Kovarianzen bis auf eine durchgängig kleiner als der hier geltende obere Grenzwert von 2.56 sind und darüber hinaus einer Normalverteilung folgen. Dementsprechend basiert die weitere Auswertung auf dem, die den BMS Schätzskalen unterstellte Struktur beschreibenden Modell.

## 6. Geschätzte Modellparameter

Die Regressionsgewichte sämtlicher zur Skala „psychophysischer Zustand“ gehörenden Items sind gegen den Zufall zu sichern und erreichen mit Werten von 0.76 bis 0.93 ein jeweils für eine reliable Beziehung zwischen Item und Faktor sprechendes Niveau (vgl. Tabelle 1). Die durch die latente Variable pro Item aufgeklärte Varianz variiert folglich zwischen 57.8 % (Item „entspannt/angespannt“) und 86.0 % (Item „geistig frisch/geistig müde“). Die Konstruktreliabilität beträgt 0.94.

**Tabelle 1:** Standardisierte Regressionskoeffizienten (Standard. Regkoeff.), Fehlervarianz und faktoriell aufgeklärte Varianz (SMC) für die Items der Skala „psychophysischer Zustand“

tem	Standard. Regkoeff.	Fehler-varianz	SMC
Geistig frisch - Geistig müde	0.928	0.132	0.860
Energiegeladen - Verausgabt	0.902	0.175	0.814
Ausgeruht - Abgespannt	0.874	0.207	0.765
Entspannt - Angespannt	0.760	0.323	0.578
Körperlich frisch - Körperlich erschöpft	0.908	0.167	0.825

Für die zweite Skala resultieren vergleichbare Ergebnisse (vgl. Tabelle 2). Die Regressionsgewichte aller fünf Items weichen erneut überzufällig von Null ab und zeigen mit Werten von 0.84 bis 0.93 einen zuverlässigen Zusammenhang der Items mit der Dimension „willentlicher Einsatz/Motivation“ an. Der Anteil der faktoriell determinierten Varianz liegt damit zwischen 71 % (Item „Interessiert/Gelangweilt“) und 86 %

(Item „Die Tätigkeit kann mühelos/nur mit größer Mühe verrichtet werden“), wobei sich die Reliabilität der Skala zu 0.96 errechnet.

**Tabelle 2:** Standardisierte Regressionskoeffizienten (Standard. Regkoeff.), Fehlervarianz und faktoriell aufgeklärte Varianz (SMC) für die Items der Skala „willentlicher Einsatz / Motivation“

Item	Standard. Regkoeff.	Fehler-varianz	SMC
Tätigkeitsfortsetzung ohne größere Anstrengung	0.914	0.140	0.836
Tätigkeitsfortsetzung nur mit größter Anstrengung			
Tätigkeit kann mühelos verrichtet werden	0.930	0.107	0.865
Tätigkeit kann nur mit größter Mühe verrichtet werden			
Arbeitswillig	0.920	0.140	0.846
Gegen das Weiterarbeiten widerwillig			
Lust zur Fortführung der Tätigkeit	0.926	0.128	0.858
Keine Lust zur Fortführung der Tätigkeit			
Interessiert	0.845	0.213	0.714
Gelangweilt			

Weiterhin konnte der zwischen den zwei Faktoren postulierte Zusammenhang mit einer signifikanten Korrelation von 0.92 ( $p < 0.01$ ) bestätigt werden, wobei der Koeffizient mehr als 3 Standardfehler (0.015) von 1.0 abweicht, was die Annahme stützt, dass eine Fehlspezifikation des Modells nicht vorliegt.

## 7. Diskussion

Wenn auch die erhaltenen Befunde teilweise für die Validität der untersuchten BMS-Schätzskalen sprechen, so erscheint – auf Grund der Widersprüche in den Fit-Indizes – eine Vergrößerung der Datenbasis, vor allem die Berücksichtigung weiterer Belastungssituationen und –niveaus sinnvoll, um die Gültigkeit des Verfahrens abschließend beurteilen zu können. Die Untersuchungen sollten auch deshalb fortgesetzt werden, weil der zur Parameterschätzung verwendete GLS-Ansatz im Vergleich zur Maximum Likelihood Methode zwar in der Regel zu einer besseren Modellanpassung führt, dafür aber auf Misspezifikationen eines Modells weniger gut anspricht (Olsson et al. 1999).

## 8. Literatur

1. Hair, J.J., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. & Tatham, R.L. 2006, Multivariate Data Analysis, 6th Edition. Uppersaddle River, New Jersey: Prentice Hall.
2. Hu, L.T., Bentler, P.M. & Kano, Y. 1992, Can Test Statistics in Covariance Structure Analysis be Trusted ?, Psychological Bulletin, 112, 351-362.
3. Mardia, K.V. 1979, Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications, Biometrika, 57, 519-530.
4. Olsson, U.H., Troye, S.V. & Howell, R.D. 1999, Theoretical and Empirical Fit: The Performance of Maximum Likelihood versus Generalized Least Squares Estimation in Structural Equation Models, Multivariate Behavioral Research, 34, 31-58.
5. Plath, H.-E. & Richter, P. 1984, Ermüdung-Monotonie-Sättigung-Stress. Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum der Sektion Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin.
6. Plath, H.-E. & Richter, P. 1978, Der BMS I-Erfassungsbogen – Ein Verfahren zur skalierten Erfassung erlebter Beanspruchungsfolgen, Probleme und Ergebnisse der Psychologie, 65, 45-84.
7. Ullman, J.B. 2001, Structural equation modeling. In B.G. Tabachnik & L.S. Fidell (Hrsg.), Using Multivariate Statistics, 4th Edition. Boston: Allyn and Bacon, 653-771.

# Die Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Erfassung soziomoralischer Ressourcenpotentiale in Unternehmen

Wolfgang G. WEBER<sup>1</sup>, Armin PIRCHER-VERDORFER<sup>1</sup>  
und Sarah SEYR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Psychologie, Universität Innsbruck,  
Bruno-Sander-Haus, Innrain 52, A-6020 Innsbruck*

<sup>2</sup> *ETH Zürich, Kreuzplatz 5, CH-8032 Zürich*

**Kurzfassung:** Den Ausgangspunkt des vorliegenden Beitrages bilden jene Aspekte der organisationalen Realität, welche sich förderlich auf die Genese und Konsolidierung moralischer sowie prosozialer Einstellungen, Fähigkeiten und Kompetenzen der Beschäftigten auswirken und als solche eine sog. soziomoralische Atmosphäre konstituieren. Zur Erfassung und Bewertung besagten Teilbereiches des Organisationsklimas wurde ein Fragebogen entwickelt und in einer ersten Validierungsstudie erprobt. Daneben werden Ergebnisse einer vorgängig durchgeführten Studie vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** Soziomoralische Atmosphäre, Organisationsklima, prosoziales Verhalten, demokratische Wertorientierungen.

## 1. Einleitung

Auf Basis zahlreicher Studien herrscht in der Organizational Behavior Forschung Konsens dahingehend, dass prosoziales und moralisch verantwortliches Handeln, insofern es für große Teile einer Belegschaft kennzeichnend ist, auch einen wertvollen Wirtschaftlichkeitsfaktor bildet (Podsakoff et al. 2000). Somit kann die Entwicklung und Evaluation eines Instruments zur Diagnose derjenigen Ressourcen von Unternehmen, die sich nachweislich förderlich auf prosoziales und moralisch verantwortliches Handeln der Unternehmensmitglieder auswirken, als Beitrag zur Stärkung der Unternehmensressourcen im Sinne sozialer Nachhaltigkeit und erweiterter Nutzenspotentiale betrachtet werden.

### 1.1 Die soziomoralische Atmosphäre

In der hier vorgelegten Konzeptualisierung steht – in der Traditionslinie eines Ansatzes zur Erforschung der Entwicklungsbedingungen moralischer Fähigkeiten und Kompetenzen – ein Teilbereich des Organisationsklimas im Zentrum, der als "Soziomoralische Atmosphäre" bezeichnet wird. Darunter lassen sich organisationale Praktiken insbesondere der Kommunikation, der Zusammenarbeit, des kollektiven Problemlösens, der Entscheidungsfindung sowie des Führungsverhaltens subsumieren, die ein Sozialisationsfeld für moralische, prosoziale und gemeinwesenbezogene, demokratische Orientierungen bilden. Sechs zentrale Komponenten konstituieren den Kern dieses organisationspsychologischen Konstruktes (in Anlehnung an Kohlberg, vgl. Power et al. 1989 sowie Lempert & Corsten 1997):

- die offene Auseinandersetzung mit sozialen Problemen und Konflikten
- die zuverlässig gewährte Wertschätzung, Zuwendung und Unterstützung;

- die Gelegenheit zur zwanglosen Kommunikation;
- die partizipative Kooperation hinsichtlich der Legitimität und Veränderung von betrieblichen Normen, Werten, Regeln, Prinzipien;
- die angemessene Zuweisung von Verantwortung und
- organisationale Rücksichtnahme.

## 2. Methode

Zur Erfassung der zentralen Komponenten der Soziomoralischen Atmosphäre wurde das Fragebogeninstrument SoMoA mit insgesamt 84 Items konstruiert und in einer ersten Validierungsstudie mit 134 TeilnehmerInnen aus acht norditalienischen KMUs mit unterschiedlichen Graden an strukturell verankerter Demokratie (demokratisch vs. hierarchisch strukturiert) erprobt (Projekt ODEM II; Pircher Verdorfer et al. 2008). In den Fragebogen wurde ein bereits vorgängig entwickeltes Screeningverfahren (Kurzfragebogen bestehend aus 16 Items) zur Erfassung der soziomoralischen Atmosphäre integriert (Weber et al. 2008).

## 3. Ergebnisse

Die konvergente Konstruktvalidität des Fragebogens wurde in Form eines Vergleichs der Zusammenhänge zwischen den Komponenten der soziomoralischen Atmosphäre mit theoretisch sinnvollen Indikatoren (den Kriterien) für entsprechende Auswirkungen, nämlich prosozialen und gemeinwesenbezogenen Handlungsbereitschaften der Beschäftigten bestimmt. Dementsprechend wurde folgende Hypothese formuliert:

Je höher ausgeprägt Organisationsmitglieder das Niveau der soziomoralischen Atmosphäre erleben, desto stärker sind ihre solidarischen, prosozialen und demokratischen Handlungsbereitschaften ausgeprägt.

Folgende Kriterienskalenskalen wurden zur Überprüfung besagten Zusammenhangs herangezogen: Solidarität am Arbeitsplatz (Flodell 1989), Prosoziales Arbeitshandeln (in Anlehnung an die Subskalen „Hilfsbereitschaft“ und „Rücksichtnahme“ des Fragebogens zur Erhebung von Organizational Citizenship Behavior von Staufenberg & Hartz, 2000), Demokratische Engagement Orientierungen (Bibouche 2003). Tabelle 1 zeigt die entsprechenden Korrelationen:

**Tabelle 1:** Zusammenhänge zwischen der soziomoralischen Atmosphäre (SoMoA) und prosozialen und demokratischen Orientierungen der Beschäftigten  
(Erläuterungen: \*\*\* $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ )

	Solidarität	Prosoziales Arbeitshandeln	Demokratische Wertorientierungen
SoMoA (Gesamtskala)	.60***	.60***	.37***
Offener Umgang mit Konflikten	.57***	.53***	.33***
Wertschätzung	.48***	.45***	.23 **
Kommunikation und Kooperation	.54***	.52***	.35***
Verantwortung	.47***	.70***	.52***
Organisationale Rücksichtnahme	.54***	.47***	.23 **



Diese aufgefundenen Zusammenhänge finden auch in Ergebnissen der vorangegangenen, 2005 durchgeführten, umfangreicheren Untersuchung von 369 Beschäftigten aus 24 Unternehmen aus der Euroregion Norditalien, Österreich und Süddeutschland Unterstützung (Projekt ODEM I, siehe Weber et al. 2007). Bei allen diesen Unternehmen handelt es sich um Unternehmen mit erweiterten Partizipationsformen. Der Grad an strukturell verankerter organisationaler Demokratie zwischen diesen partizipativen Unternehmen variiert dabei stark, da besagte Stichprobe sowohl soziale Partnerschaftsunternehmen, konventionell geführte Belegschaftsunternehmen / Produktivgenossenschaften, demokratische Reformunternehmen als auch selbstverwaltete, basisdemokratisch organisierte Unternehmen (inkl. Produktivgenossenschaften) in Belegschaftsbesitz umfasste (eine ausführliche Darstellung und Validierung dieser Typologie findet sich bei Weber et al. 2008).

In der Studie von Weber et al. (2007) wurden dieselben statistisch überprüften und bewährten Merkmalsskalen zur Erfassung der abhängigen Variablen wie in unserer hier neu vorgelegten Studie eingesetzt. Die soziomoralische Atmosphäre wurde hingegen mit besagter (validierten 16 Items umfassenden) Screeningversion (abgedruckt in Weber et al. 2008) des Fragebogens SoMoA erhoben. Je höher die durch die Mitglieder dieser Unternehmen individuell erlebte soziomoralische Atmosphäre empfunden wurde,

- desto stärker bekundeten diese die Bereitschaft, prosozial gegenüber anderen Organisationsmitgliedern zu handeln ( $r = .39^{***}$ ; Pearson Produkt-Moment-Korrelation,  $p < 0.001$ )
- desto stärker befürworteten diese solidarisches Verhalten gegenüber den Kolleginnen und Kollegen am Arbeitsplatz und lehnen egoistisches Handeln ab ( $r = .27^{***}$ )
- desto höher war ihre demokratische Engagementorientierung ( $r = .37^{***}$ ) (siehe Weber et al. 2007).

Im Rahmen des selben vorgängigen Forschungsvorhabens konnten ähnliche Zusammenhänge auch für die soziomoralische Atmosphäre bestätigt werden, als sie auf Ebene des Unternehmens erhoben wurde (Bildung dreier varianzanalytischer Klassen auf Basis einer Überprüfung der übereinstimmend wahrgenommenen soziomoralischen Atmosphäre im selben Unternehmen mittels Intraclass-Korrelationen). Die diesbezügliche Stichprobe konnte zwischenzeitlich um einige hierarchisch strukturierte kleine und mittelgroße Unternehmen erweitert werden und umfasst inzwischen 30 Unternehmen aus der besagten Euroregion mit 542 Beschäftigten (siehe Weber et al. 2008). In multivariaten Varianzanalysen unterschieden sich Unternehmen mit einer hoch ausgeprägten soziomoralischen Atmosphäre von Unternehmen mit einer weniger niveauvoll ausgeprägten soziomoralischen Atmosphäre darin, dass die Arbeitenden in den Ersteren

- eine stärkere Bereitschaft äußerten, prosozial gegenüber anderen Organisationsmitgliedern zu handeln (schwache Effektstärke von  $\eta^2 = .018$ ,  $p < 0.05$ )
- stärker solidarisches Verhalten gegenüber den Kolleginnen und Kollegen am Arbeitsplatz befürworteten (substanzielle Effektstärke von  $\eta^2 = .102$ ,  $p < 0.001$ )
- eine höhere demokratische Engagementorientierung aufwiesen (substanzielle Effektstärke von  $\eta^2 = .043$ ,  $p < 0.001$ ).

Aufbauend auf den von Power et al. (1989) berichteten Effekten zur Implementierung partizipatorischer Demokratie im Kontext sog. Just Communities wurde eine zweite Hypothese formuliert: Die soziomoralische Atmosphäre ist in demokratischen Unternehmen niveauvoller ausgeprägt als in hierarchisch strukturierten Unterneh-



men.

Zur Überprüfung dieser Unterschiedshypothese wurde mit Hilfe von T-Tests ein Vergleich zwischen den demokratisch bzw. hierarchisch strukturierten Unternehmen hinsichtlich der von den Beschäftigten wahrgenommenen soziomoralischen Atmosphäre vorgenommen (demokratische Unternehmen  $M=4,5$  vs. hierarchische Unternehmen  $M=4,2$ ). Dabei wurde nur für zwei Subskalen (Offener Umgang mit Konflikten und Zuweisung von Verantwortung) ein statistisch bedeutsamer Unterschied gefunden; hinsichtlich der Gesamtskala SoMoA konnte nur ein tendenziell signifikanter Unterschied ( $p < 0.1$ ) ermittelt werden.

In der vorgängig durchgeführten Untersuchung ODEM I (Weber et al. 2008), in welcher unterschiedliche Formen demokratischer Unternehmen mit hierarchisch strukturierten Unternehmen verglichen wurden, ergab sich ein viel stärkerer Effekt ( $\eta^2 = .479$ ,  $p < 0.001$ ): dort konnte varianzanalytisch klar zwischen Unternehmen mit stark ausgeprägter demokratischer Struktur (soziomoralische Atmosphäre  $M = 4,71$ ), mit mittel ausgeprägter ( $M = 4,26$ ) sowie mit hierarchischer Struktur ( $M = 3,79$ ) unterschieden werden. Dass die zweite Hypothese sich in der SoMoA-Validierungsstudie nur teilweise bestätigt hat, könnte daran liegen, dass nur ein Typus demokratischer Unternehmen (und nicht, wie in der früheren Studie, mehrere unterschiedliche Typen) mit dem Typus der hierarchischen Unternehmen verglichen wurde.

#### 4. Literatur

1. Bibouche, S. 2003, Neue Orientierungen und Engagementformen von Jugendlichen Arbeitnehmer/innen, unveröffentlichte Dissertation. Tübingen: Eberhard-Karls-Universität.
2. Flodell, C. 1989, Miteinander oder Gegeneinander – eine sozialpsychologische Untersuchung über Solidarität und Konkurrenz in der Arbeitswelt. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
3. Lempert, W. & Corsten, M. 1997, Soziale Bedingungen der Entwicklung moralischer Orientierungen im Beruf, Zeitschrift für Erziehungssoziologie und Sozialisationsforschung, 17, 339-355.
4. Pircher-Verdorfer, A., Weber, W.G. & Seyr, S. 2008, Die Soziomoralische Atmosphäre als Bestandteil des Organisationsklimas, Wirtschaftspsychologie, 10, 91-103.
5. Podsakoff, P.M., MacKenzie, S.B., Paine, J.B. & Bachrach, D.G. 2000, Organizational citizenship behaviors: a critical review of the theoretical and empirical literature and suggestions for future research, Journal of Management, 26, 513-563.
6. Power, C., Higgins, A. & Kohlberg, L. 1989, Lawrence Kohlberg's Approach to Moral Education. New York: Columbia University Press.
7. Staufienbiel, T. & Hartz, C. 2000, Organizational Citizenship Behavior: Entwicklung und erste Validierung eines Messinstruments, Diagnostica, 46, 73-83.
8. Weber, W.G., Unterrainer, C. & Höge, T. 2008, Sociomoral Atmosphere and prosocial and democratic value orientations in enterprises with different levels of structurally anchored participation, Zeitschrift für Personalforschung, 22, 171-194.
9. Weber, W.G., Unterrainer, C., Schmid, B.E. & Iwanowa, A.N. 2007, Solidarisches Handeln in demokratischen Betrieben - Illusion oder Realität?, Internationale Zeitschrift für Sozialpsychologie und Gruppendynamik in Wirtschaft und Gesellschaft, 32, 22-37.

## Zur Validität von Multisource-/Multirater-Feedbacks – eine generalisierbarkeitstheoretische Reanalyse auf Faktorenebene

Jörg VON ASCHWEGE<sup>1</sup>, Friedhelm NACHREINER<sup>1</sup> und Martin SCHÜTTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung (GAWO) e.V., Achterdiek 50, D-26131 Oldenburg*

<sup>2</sup> *Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der Universität Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die vorliegenden Ergebnisse zur Validität von Instrumenten zur Messung des Führungsverhaltens sind z.T. widersprüchlich. In einer generalisierbarkeitstheoretischen Reanalyse von 360° Feedbacks wurden daher zwei Fragestellungen untersucht: (1) zu welchen Anteilen sind die gefundenen Ergebnisse einem Effekt der Führungskraft oder einem Beobachtereffekt zuzuschreiben; (2) unterliegen die Urteile einer organisationalen Perspektivität und nehmen damit inkrementell pro einbezogener Stelle an Validität zu. Das Verhältnis des Effektes der Führungskraft zum Beurteilereffekt beträgt im Mittel knapp 3 zu 1. Eine Perspektivität der Urteile konnte nicht nachgewiesen werden.

**Schlüsselwörter:** 360°-Feedback, Generalisierbarkeitstheorie, Multi-Source-/Multi-Rater-Feedback, Führungsverhalten.

### 1. Einleitung

360° Feedbacks erfreuen sich zunehmender Beliebtheit in deutschen Unternehmen. Im anglo-amerikanischen Raum gehören sie zu den Standardverfahren der Personalarbeit. Trotz ihrer Verbreitung handelt es sich hierbei nicht um standardisierte oder theoretisch fundierte Verfahren. Das Besondere an diesen Verfahren ist die Kontrastierung der Selbstwahrnehmung einer Führungskraft gegen die Fremdwahrnehmung von Mitgliedern der Organisation aus verschiedenen Positionen (z.B. Vorgesetzte, Kollegen, Mitarbeiter). Hieraus ergeben sich im Wesentlichen zwei Fragen. Erstens sind die durch die Beschreibungen der Führungskräfte gewonnenen Ergebnisse Ausdruck realer Merkmale der Führungskraft oder sagen die Ergebnisse sehr viel mehr über die Beurteiler (deren Meinungen, Einstellungen und impliziten Persönlichkeitstheorien) aus? Zweitens unterliegen die Urteile tatsächlich einer Perspektivität; erfolgen die Urteile also in Abhängigkeit von der Position des Beurteilenden? Die Ergebnisse aus früheren Untersuchungen hierzu sind widersprüchlich (vgl. z.B. Nachreiner 1978; Waldmann 2003). Daher wurde diesen Fragen in einer generalisierbarkeitstheoretisch konzipierten Sekundäranalyse erneut nachgegangen – im Unterschied zu früheren Untersuchungen allerdings nicht auf Ebene von Einzelitems, sondern von durch vorgeschaltete Faktorenanalysen gewonnenen, voneinander unabhängigen Faktorenwerten. Grundidee war dabei, eine Einordnung der Führungskräfte auf der Ebene von Konstrukten, im Gegensatz zur Beschreibung über Einzelitems, zu überprüfen, um so Effekte der Konsistenz der Einzelitems auf die Beschreibungen analysieren zu können.

## 2. Methode

Zur Untersuchung der o.g. Fragestellung standen nach Bereinigung 1.830 Datensätze eines 360° Feedbacks zur Verfügung (Quelle: Waldmann 2003). Ein einzelner Datensatz bestand aus einer eindeutigen Personen-ID der beurteilten Führungskraft, einer Kennung über die Position des Beurteilenden (v = Vorgesetzter, k = Kollege, m = Mitarbeiter, s = Selbst) und aus drei Gruppen von Items: 102 A-Items und 16 S-Items. A-Items beschreiben das Führungsverhalten durch positive Aussagen und S-Items unter einem negativen Aspekt, der Karrierehemmnisse darstellt. Die Bewertung der Items erfolgte anhand 7-stufiger Likert Skalen mit den Ausprägungen „1 – trifft nicht zu“ bis „7 – trifft zu“.

Da jede Beurteilergruppe zum Teil eine unterschiedliche Anzahl, zum Teil unterschiedliche und zum Teil unterschiedlich gerichtete Items beantwortet hatte, wurden die Daten in Variablen-Sets zusammen gefasst, deren Zusammensetzung aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

**Tabelle 1:** Zusammensetzung der verwendeten Variablen-Sets

Verwendetes Variablen-Set	Beinhaltet Antworten aus Beurteilergruppe...	Beinhaltet Antworten auf die Items...
Von allen beantwortete A-Items (einzeln und gesamt)	Alle vier (gleichzeitig)	A1 - A12, A45 - A76, A81, A82, A95, A96, A99, A100
	Vorgesetzte	
	Kollegen	
	Mitarbeiter	
	Selbst	
Spezifisch pro Beurteilergruppe beantwortete A-Items	Vorgesetzte	A1 - A12, A45 - A76, A81, A82, A85, A86, A91 - A96, A99 - A102
	Kollegen	A1 - A12, A45 - A76, A81, A82, A85 - A88, A95 - A100
	Mitarbeiter	A1 - A84, A89, A90, A95, A96, A99, A100
	Selbst	A1 - A102
Spezifisch pro Beurteilergruppe beantwortete A- und S-Items	Vorgesetzte	A1 - A12, A45 - A76, A81, A82, A85, A86, A91 - A96, A99 - A102, S1 - S16
	Kollegen	A1 - A12, A45 - A76, A81, A82, A85 - A88, A95 - A100, S1 - S16
	Mitarbeiter	A1 - A84, A89, A90, A95, A96, A99, A100, S1 - S16
	Selbst	
Von allen (außer Selbst) beantwortete S-Items	Vorgesetzte	S1 - S16
	Kollegen	
	Mitarbeiter	

Über die einzelnen Variablen-Sets/Auswertungsgruppen wurden Faktorenanalysen gerechnet, um die dahinter liegenden Führungskonstrukte erfassen zu können. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse konnten anhand der vorliegenden Item-Texte als die bereits aus früheren Untersuchungen (Nachreiner 1978; Neuberger 1976; Stogdill & Coons 1957) bekannten Dimensionen „initiating structure“ und „consideration“ identifiziert werden. Mit Hilfe der Regressionsmethode wurden Faktorenwerte für die jeweilige Führungskraft auf den einzelnen Dimensionen berechnet.

Diese wiederum dienten als Grundlage für generalisierarbeitstheoretische Analysen mit dem Programm GENOVA, welches erlaubt, sowohl die Stärke von Einzeleffekten als auch deren Interaktionen in einem Untersuchungsgang berechnen zu lassen. Die entscheidenden Effekte bei den hier gewählten Designs sind: f – beurteilte Führungskraft, b – Beurteiler, w – Faktorwert, p – Position des Beurteilers.

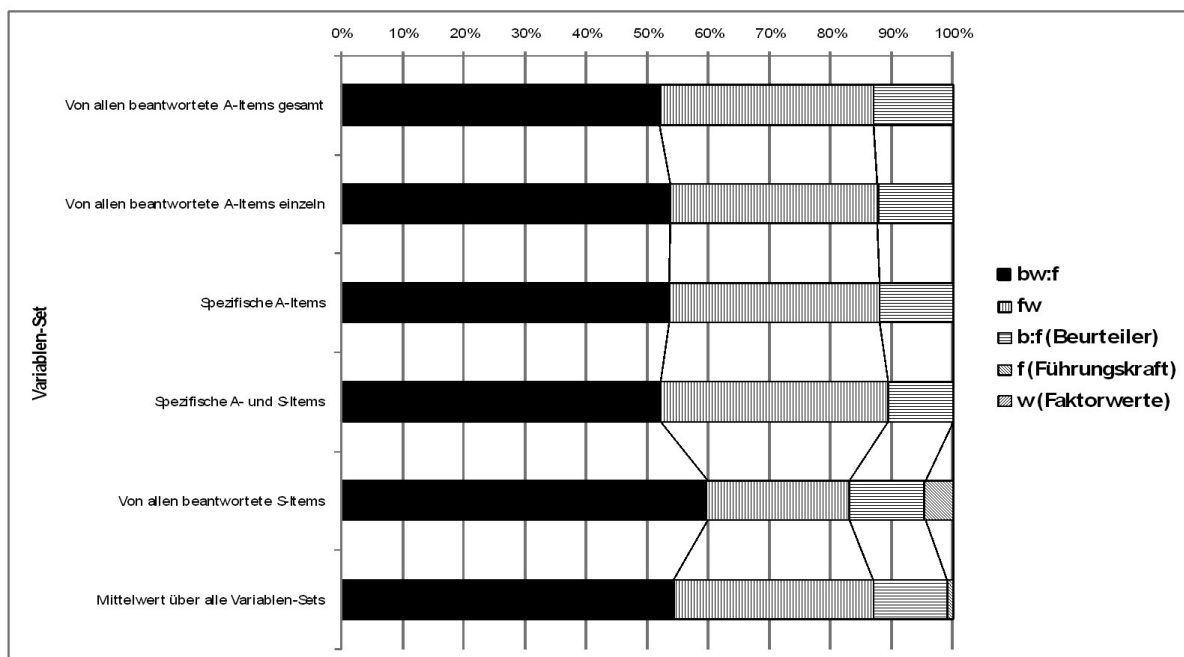
Zur ersten Frage – Effekt der Führungskraft oder Beurteilereffekt – wurde ein Design (b : f) x w berechnet: die Beurteiler sind unter den Führungskräften genestet (jeder Beurteiler beurteilt nur die ihm jeweils vorgesetzte Führungskraft) und diese wiederum mit den Faktorwerten gekreuzt (für jeden Beurteiler sind je Führungskraft 2 Faktorwerte berechnet worden). Als Effekt der Führungskraft wurde hierbei die Varianzkomponente  $\sigma^2_{fw}$  betrachtet, als Beurteilereffekt  $\sigma^2_{b,fb}$ .

Zur zweiten Frage der Perspektivität der Urteile wurde ein Design  $(b : (f \times p)) \times w$  berechnet. Gekreuzt mit den Führungskräften sind die Positionen der Beurteiler (die Beurteilung jeder Führungskraft erfolgte aus jeder Position), unter den Positionen genestet sind wiederum die Beurteiler und diese sind mit den Faktorwerten gekreuzt. Zusätzlich zu den zuvor genannten Effekten wurde  $\sigma^2_{fpw}$  als Effekt der Position und damit als Ausdruck der Perspektivität betrachtet.

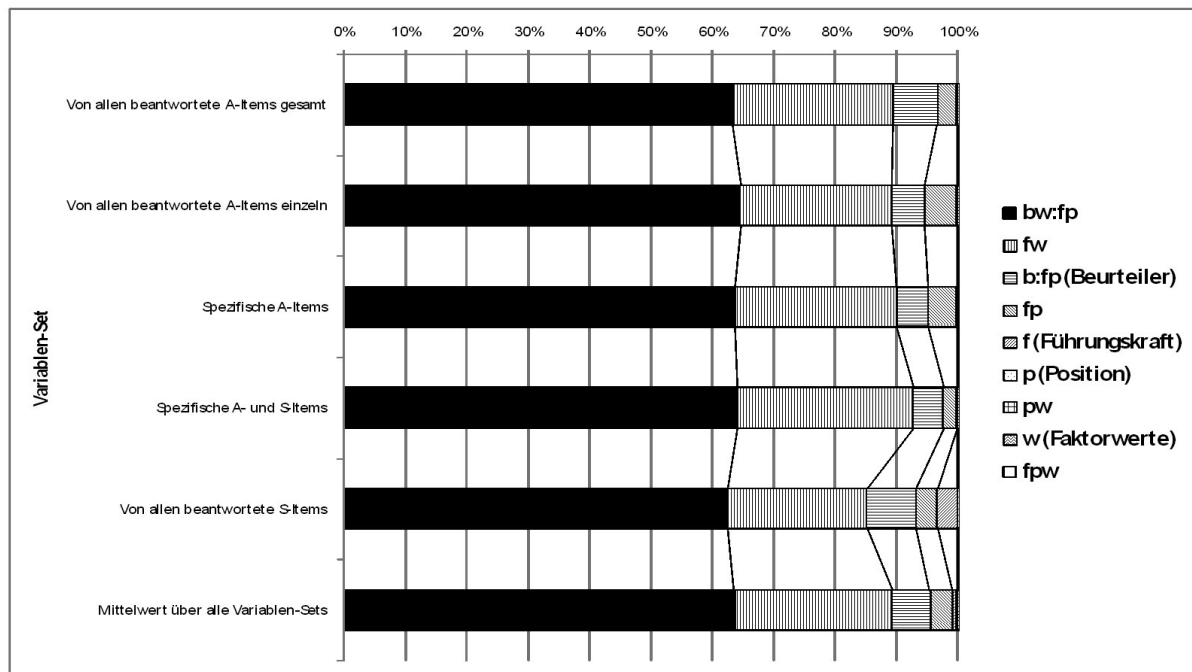
### 3. Ergebnisse

Für die erste Fragestellung findet sich eine Gegenüberstellung und Mittelwertberechnung aller in den verschiedenen Variablen-Sets gefundenen Varianzkomponenten in Abbildung 1. Die mit dem Zufallsfehler konfundierte Varianzkomponente (bw.f) stellt mit im Mittel 54% den größten Anteil dar. Der Effekt der Führungskraft  $\sigma^2_{fw}$  kann im Mittel mit rund 33% angegeben werden; der Beurteilereffekt  $\sigma^2_{b,fb}$  mit ca. 12%. Mit einem Verhältnis von 2,75 : 1 überwiegt hier also der Effekt der Führungskraft in den Messwerten. Die Messwerte (Faktorenwerte) sagen damit also mehr über den Beschriebenen als über den Beschreibenden aus. Als Nebenergebnis konnte durch das Fehlen der Wirksamkeit des Führungskräftehaupteffektes  $\sigma^2_f$  und aufgrund der Unabhängigkeit der Beurteilungsdimensionen die Wirksamkeit eines konsensuellen Halo Effektes bei der hier vorgenommenen Aggregation der Information über Faktorenwerte nicht nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung der zweiten Fragestellung finden sich in Abbildung 2. Die Fehlervarianz hat im Mittel um fast 10% zugenommen (bw:fp). Die Interaktion zwischen Führungskraft, Position und Faktorwert, hier als Ausdruck der Perspektivität der Urteile akzeptiert, trägt nicht zur Varianzaufklärung bei. Dieser Effekt ist hier nicht nachweisbar. Als Nebenergebnis findet sich ein Effekt der Wechselwirkung zwischen Führungskraft und Position (gruppenspezifische Stereotype) von knapp 4%.



**Abbildung 1:** Ergebnisse der generalisierbarkeitstheoretischen Analysen nach Design I für alle Variablen-Sets



**Abbildung 2:** Ergebnisse der Analysen nach Design II für alle Variablen-Sets

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Die hier gefundenen Ergebnisse stehen im Gegensatz zu denen vorheriger Untersuchungen (Greguras & Robie 1998; Nachreiner 1978). Stellten diese doch bisher ein ungefähres Verhältnis von 1 zu 3 (Nachreiner) bzw. 1 zu 2 (Greguras & Robie 1998) fest. Lediglich bei Waldmann (2003), auf dessen Daten die hier berichteten Ergebnisse beruhen, sind die beiden in Frage stehenden Effekte annähernd gleich groß, was an der Charakteristik der von ihm und uns hier verwendeten Items liegen mag. Aufgrund der Ergebnisse der hier vorliegenden Untersuchung lässt sich eine Verwendung von Instrumenten wie dem des 360° Feedbacks zur Messung von Führungsverhalten, zumindest auf Konstruktebene, jedenfalls kaum ablehnen.

Zur zweiten Frage konnte ein Effekt der Position – im Gegensatz zur Untersuchung Waldmanns (weitere relevante Untersuchungen zu dieser Frage existieren derzeit nicht) – dagegen nicht nachgewiesen werden; hier zeigte sich lediglich ein Effekt einer für die jeweilige Position stereotypen Urteilstendenz. Damit fehlt dem 360° Feedback jedoch ein wesentliches behauptetes und den mit diesem Verfahren betriebenen Aufwand rechtfertigendes Merkmal.

#### 5. Literatur

1. Greguras, G. J. & Robie, C. 1998, Research Reports - A New Look at Within-Source Interrater Reliability of 360-Degree Feedback Ratings, *Journal of Applied Psychology*, 83, 960-968.
2. Nachreiner, F. 1978, Die Messung des Führungsverhaltens: Zur Validität von Fragebogen zur Beschreibung des Vorgesetztenverhaltens. Bern: Huber.
3. Neuberger, O. 1976, Führungsverhalten und Führungserfolg. Berlin: Duncker & Humblot.
4. Stogdill, R. M. & Coons, A.E. 1957, *Leader behavior : its description and measurement*. Columbus, Ohio: Ohio State Univ., College of Admin. Science, Bureau of Business Research.
5. Waldmann, W. H. 2003, 360°-Beurteilung als Führungsaudit : eine Überprüfung der Konstruktvalidität mit der Generalisierbarkeitstheorie, 1. Auflage. München: Hampp.



## Zur Reliabilität von Videoanalysen zur Ermittlung von Fahrerschläfrigkeit

Axel MUTTRAY<sup>1</sup>, Oliver WEIRICH<sup>1</sup>, Jean-Baptist DU PREL<sup>2</sup>, Katrin MEINKEN<sup>3</sup>,  
Britta GEIßLER<sup>1</sup> und Lorenz HAGENMEYER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Johannes Gutenberg-Universität  
Mainz, Obere Zahlbacher Str. 67, D-55131 Mainz*

<sup>2</sup> *Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin und Zentrum für präventive Pädiatrie,  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Langenbeckstr. 1, D-55131 Mainz*

<sup>3</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Universität Stuttgart,  
Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart*

**Kurzfassung:** Fahrerschläfrigkeit kann mit Hilfe einer Videoanalyse quantifiziert werden. Ziel unserer Untersuchung war es, die Reliabilität des Verfahrens zu belegen. Drei trainierte Bewerter vergaben je zweimal im Abstand von einem Monat Scores für Fahrerschläfrigkeit bei 300 Videosegmenten von einer Minute Dauer. Probanden waren Reisebusfahrer sowie Simulatorfahrer nach Schlafentzug gewesen. Der Grad der Übereinstimmung wurde mit Cohen's Kappa und Bland-Altman-Diagrammen untersucht. Beide Verfahren ergaben eine gute Intra- und Interrater-Reliabilität. Zur Validität sind bisher noch keine hinreichenden Untersuchungen durchgeführt worden.

**Schlüsselwörter:** Fahrerschläfrigkeit, Videoanalyse, Reliabilität.

### 1. Einleitung

Etwa ein Viertel aller tödlichen Unfälle auf Autobahnen wird durch schläfrige Fahrer verursacht (Geißler et al. 2007). Unseres Wissens gibt es bisher noch keine Schläfrigkeitwarnsysteme, die nachgewiesenermaßen und nachprüfbar die Schläfrigkeit des Fahrers mit Hilfe physiologischer Daten aktuell und zuverlässig beurteilen können. Eine in Erforschung befindliche Methode ist die nachträgliche Quantifizierung von Fahrerschläfrigkeit mittels Videoanalyse nach Wierwille und Ellsworth. In einer Pilotstudie hatten wir mit der geringfügig modifizierten Wierwille-Methode eine gute Intrarater-Reliabilität bei einem Bewerter gefunden (Muttray et al. 2007).

### 2. Methode

#### 2.1 Videomaterial

Das Videomaterial stammt von Busfahrern, die im regulären Reisefernverkehr gefilmt worden waren, sowie von 14 Simulatorfahrern nach Schlafentzug. Von jedem Probanden wurden einminütige Videosequenzen mit einem möglichst unterschiedlichen Ausmaß an Fahrerschläfrigkeit ausgewählt. Aus 300 Sequenzen wurden zwei Filme erstellt, die sich in der Reihenfolge der Sequenzen unterschieden. Die Studie wurde von der zuständigen Ethikkommission gebilligt.



## 2.2 Ermittlung der Fahrerschläfrigkeit

Drei trainierte Bewerber ermittelten unabhängig von einander je zweimal in einem Abstand von einem Monat das Ausmaß an Fahrerschläfrigkeit. Verwendet wurde eine 17-stufige Ordinalskala mit fünf Ankerpunkten, die durch Deskriptoren erläutert waren (Muttray et al. 2007). Zusammengefasst bedeuten die ganzzahligen Skalenpunkte: „0“ gar nicht schläfrig, „1“ etwas schläfrig, „2“ mäßig schläfrig, „3“ sehr schläfrig und „4“ extrem schläfrig. Im Zustand 1 zeigt der Fahrer erste Erscheinungen von Schläfrigkeit, die im Zustand 2 deutlicher ausgeprägt sind. Dazu gehören so genannte Manierismen wie Reiben des Gesichts oder der Augen und Rutschen auf dem Sitz, die als aktive Maßnahmen zur Schläfrigkeitsbekämpfung anzusehen sind. Im Zustand 3 sind die Augenlider bereits mehr als die Hälfte geschlossen und Lid-schlüsse von mehr als 2 Sekunden Dauer mit Aufwachreaktionen kommen vor. Der Zustand 4 ist u.a. durch Einschlafen und verlängerte Aufwachreaktionen mit Desorientiertheit gekennzeichnet.

## 2.3 Statistische Auswertung

Als Maß der Übereinstimmung wurde Cohen's Kappa berechnet. Für die Berechnung wurden die Scores in vier Klassen zusammengefasst. Der Übereinstimmungsgrad wurde mittels Bland-Altman-Diagrammen (Bland & Altman 1986) visualisiert.

## 3. Ergebnisse

Das (ungewichtete) Kappa-Maß betrug bei allen Ratern sowohl bei der Intra- als auch bei der Interrater-Reliabilität mehr als 0,6 (Tabelle 1); ein Wert von mehr als 0,6 bedeutet eine gute Übereinstimmung zwischen zwei Messergebnissen (Altman 1999).

**Tabelle 1:** Kappa-Maße beim Vergleich von drei Bewertern

	Bewerter 1	Bewerter 2	Bewerter 3
Bewerter 1	0,622	0,620	0,696
Bewerter 2	-	0,687	0,694
Bewerter 3	-	-	0,688

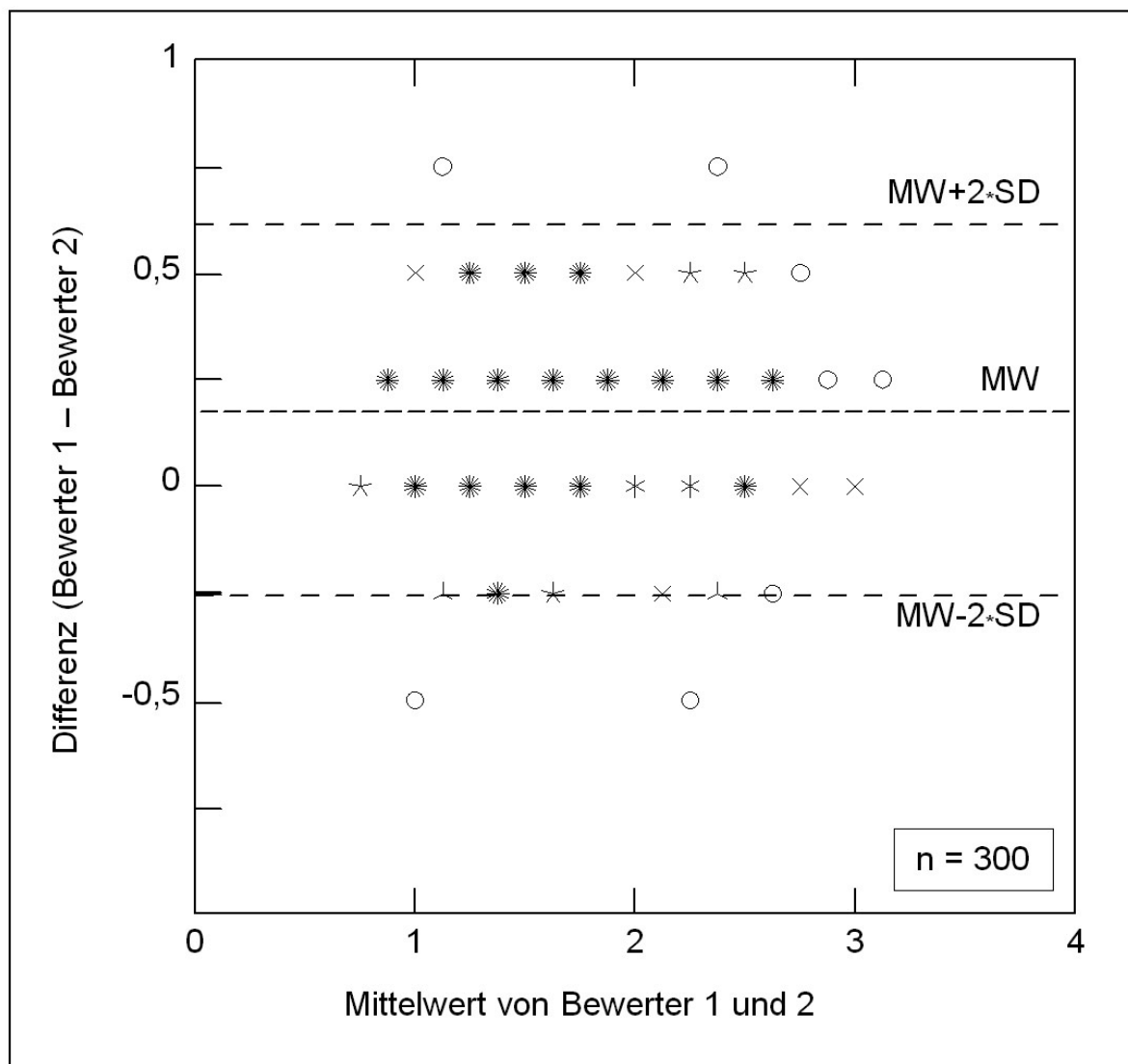
Dieses Resultat wurde durch die Bland-Altman-Diagramme bestätigt. Abbildung 1 zeigt den Vergleich zwischen zwei Messungen mit dem (relativ) niedrigsten Kappa-Wert von 0,620.

## 4. Diskussion

Unseres Wissens ist dies die erste Untersuchung, die eine gute Reliabilität des Verfahrens Videoanalyse von Fahrerschläfrigkeit belegt. Demgegenüber war in früheren Publikationen (Vöhringer-Kuhnt et al. 2004; Wierwille & Ellsworth 1994) der Pearson'sche Korrelationskoeffizient als ein Maß für die Übereinstimmung verwendet worden, was jedoch aus methodischer Sicht problematisch ist (Bland & Altman 1986). Eine gute Reliabilität ist aber eine notwendige Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens.

In der „100-Car Naturalistic Driving Study“ (Klauer et al. 2006) trug Fahrerschlaf-  
rigkeit zu über 20 % der Unfälle und Beinahe-Unfälle bei. Das Kriterium für Schlaf-  
rigkeit war ein Score von  $\geq 60$  auf der originalen Wierwille-Skala. Dies würde auf unse-  
rer Skala einem Wert von 2,4 entsprechen, wenn die Skala stetig wäre. Leider mach-  
ten die Autoren keine hinreichenden Angaben zur Validierung ihres Auswertungsver-  
fahrens. Bereits die bloße Betrachtung von Probanden mit einem Score von 2,25  
sowie die Deskriptoren dafür sprechen für eine Schlaf-  
rigkeit in einem Ausmaß, das mit einer verlängerten Reaktionszeit und damit mit einem erhöhten Unfallrisiko ver-  
bunden ist. Weitere Studien sind zur Validierung erforderlich.

Nach erfolgreicher Validierung könnte das Verfahren „Videoanalyse von Fahrer-  
schlaf-  
rigkeit“ helfen, verbesserte Schlaf-  
rigkeitswarnsysteme in ihrer Wirkung zu  
überprüfen, und so zur Unfallprävention beitragen.



**Abbildung 1:** Vergleich der Scores für Fahrerschlaf-  
rigkeit von Bewerter 1 und 2.,  
Bland-Altman-Diagramm. Bei dem so genannten Blümchen-Diagramm ist jeder Wert  
durch ein Blütenblatt repräsentiert. MW: Mittelwert. SD: Standardabweichung

## 5. Literatur

1. Altman, D. G. 1999, Practical statistics for medical research. Boca Raton: CRC Press.
2. Bland, J. M. & Altman, D. G. 1986, Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement, *Lancet*, 327, 307-310.
3. Geißler, B., Hagenmeyer, L., Erdmann, U. & Muttray, A. 2007, Sekundenschlaf – eine unterschätzte Gefahr? *ErgoMed*, 31, 16-21.
4. Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D. & Ramsey, D. J. 2006, The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: an analysis using the 100-car naturalistic driving study data. U.S. Department of Transportation. National Highway Traffic Safety Administration, in: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-13/driver-distraction/PDF/DriverInattention.pdf>.
5. Muttray, A., Hagenmeyer, L., Unold, B., du Prel, J.-B. & Geißler, B., 2007, Videoanalyse der Schläfrigkeit von Fahrern, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 61, 245-254.
6. Vöhringer-Kuhnt, T., Baumgarten, T., Karrer, K. & Briest, S. 2004, Wierwille's method of driver drowsiness evaluation revisited. In: 3rd International Conference on Traffic & Transport Psychology, Nottingham, in: <http://www.psychology.nottingham.ac.uk/IAAPdiv13/ICTTP2004papers2002/Impairment/Vohringer.pdf>.
7. Wierwille, W. W. & Ellsworth, L. A. 1994, Evaluation of driver drowsiness by trained raters, *Accident Analysis & Prevention*, 26, 571-581.

Die Daten stammen aus der medizinischen Dissertation von O. Weirich, in Vorbereitung.  
Die Studie wurde von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin unterstützt.

# Normgerechte Durchführung von Blickerfassungsexperimenten nach ISO/TS 15007-2:2001

Christian LANGE und Heiner BUBB

*Lehrstuhl für Ergonomie, Technische Universität München,  
Bolzmannstrasse 15, D-85747 Garching*

**Kurzfassung:** Es werden zunächst kurz die wichtigsten Inhalte der ISO/TS 15007-2, der Norm für die Durchführung von Blickexperimenten, aufgezeigt. Daraufhin folgt eine detaillierte Beschreibung, wie Blickexperimente mittels des Blickerfassungssystems Dikablis nach dieser Norm durchgeführt und daraufhin die beschreibenden Kennwerte automatisiert ausgewertet und visualisiert werden können.

**Schlüsselwörter:** ISO/TS 15007-2, Blickerfassung, Fahrerassistenzsysteme, Fahrerinformationssysteme.

## 1. Einleitung

Wie in den European Statement of Principles ESoP festgehalten, ist es zukünftig von enormer Bedeutung Fahrerinformationssysteme so gestalten, dass sie den Fahrer so wenig wie möglich von der Fahraufgabe ablenken. Zur Bestimmung der Ablenkungswirkung einer Nebenaufgabe, ist die Blickerfassungstechnik ein geeignetes Mittel. In der ISO/TS 15007-2 ist die normgerechte Durchführung von Blickerfassungsexperimenten einheitlich definiert. Die Vorteile einer normkonformen Durchführung von Experimenten liegen in der besseren Vergleichbarkeit über mehrere Experimente hinweg und in dem allgemein schnelleren und fehlerrobusteren Ablauf. Speziell die Dauer für die Auswertung der erhobenen Daten lässt sich damit enorm verkürzen. Nachfolgend wird aufgezeigt, wie Blickexperimente normgerecht nach ISO/TS 15007-2 mittels der Dikablis Toolkette durchgeführt werden können.

## 2. Toolkette zur normgerechten Versuchsdurchführung

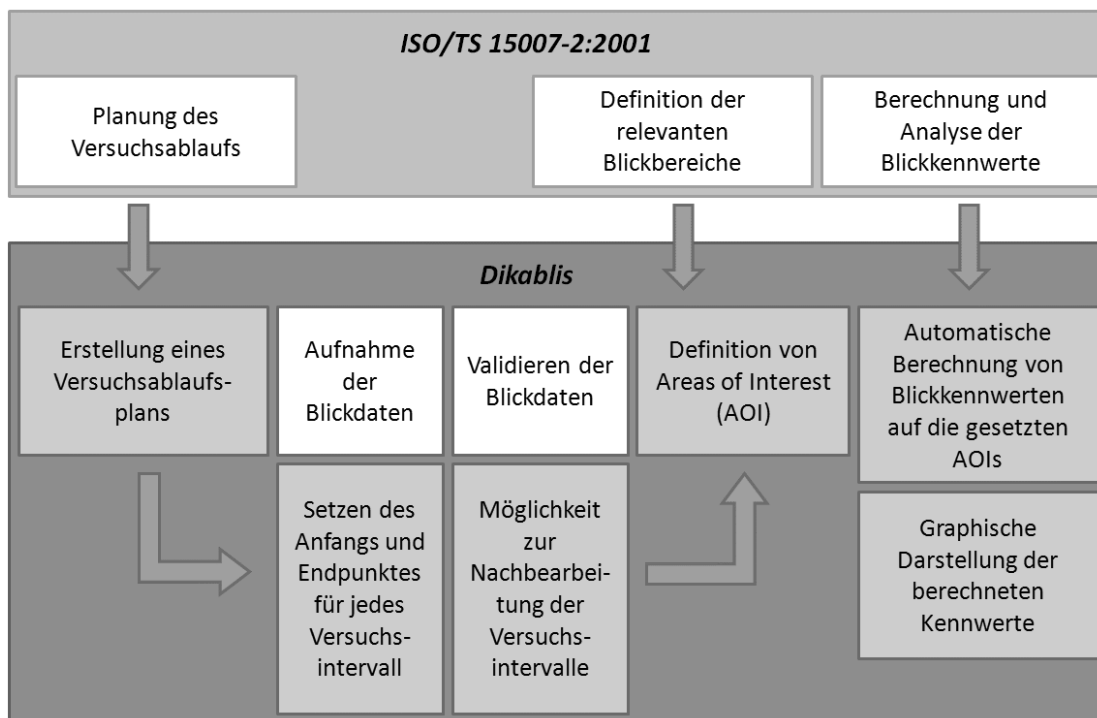
Das Softwarepaket Dikablis unterstützt die normgerechte Durchführung von Blickerfassungsexperimenten. In Abbildung 1 werden die Interferenzen von Dikablis in der Versuchsplanung sowie in der Berechnung und Auswertung von Blickkennwerten mit der Norm ISO/TS 15007-2 veranschaulicht.

Dikablis wird eingesetzt, um die Blickrichtung von Probanden sowie die Bewegungen der Augen und des Kopfes experimentell zu erfassen und auszuwerten. Das Dikablis Toolkit besteht aus den Modulen Recording, Analysis und D-LAB.

Mit der Recording Software wird das genaue Blickverhalten der Probanden aufgezeichnet. Dabei trägt der Proband die Dikablis Head Unit, an der zwei Kameras angebracht sind. Eine ist auf das Auge ausgerichtet und filmt das Blickverhalten des Trägers. Die zweite Kamera ist nach vorne gerichtet und nimmt die Umgebung auf. Durch die Registrierung der zwei Videos kann der Blick des Probanden sehr genau bestimmt werden.

Nachträgliche Justierungen an den mit der Recording Software ermittelten Versuchsdaten können mit der Dikablis Analysis Software gemacht werden. Die Einstel-

lungen zur Registrierung der Videos sowie negative Auswirkungen sich ändernder Lichtverhältnisse auf die Pupillenerkennung können nachträglich korrigiert werden, so dass immer ein sauber auswertbares Versuchsergebnis garantiert ist.



**Abbildung 1:** Ablaufplan für die normgerechte Versuchsdurchführung und Interferenz von Dikablis mit der Norm ISO/TS 15007-2:2001

Das D-LAB Modul enthält ein umfassendes Paket zur Durchführung von Blickexperimenten, von der Planung des Versuchs über die Definition der relevanten Blickbereiche als Areas of Interest (AOI) bis zur automatischen Berechnung von Blickzuwendungsdauern und zur graphischen Darstellung dieser Kennwerte.

Nachfolgend wird die Vorgehensweise zur normgerechten Durchführung beschrieben. Dabei beziehen sich die Überschriften der Unterkapitel immer auf den in Abbildung 1 gezeigten Ablaufplan und die Bezeichnungen in den rechteckigen Kästchen.

## 2.1 Erstellung eines Versuchsablaufplans

Konform zur Versuchsaufteilung aus ISO/TS 15007-2 in „experimental condition“, „task“ und „subtask“ kann mit D-LAB ein Versuchsplan definiert werden (siehe Abbildung 2 links). Dabei wird ein Versuch als ineinander geschachtelte Zeitintervalle dargestellt wobei:

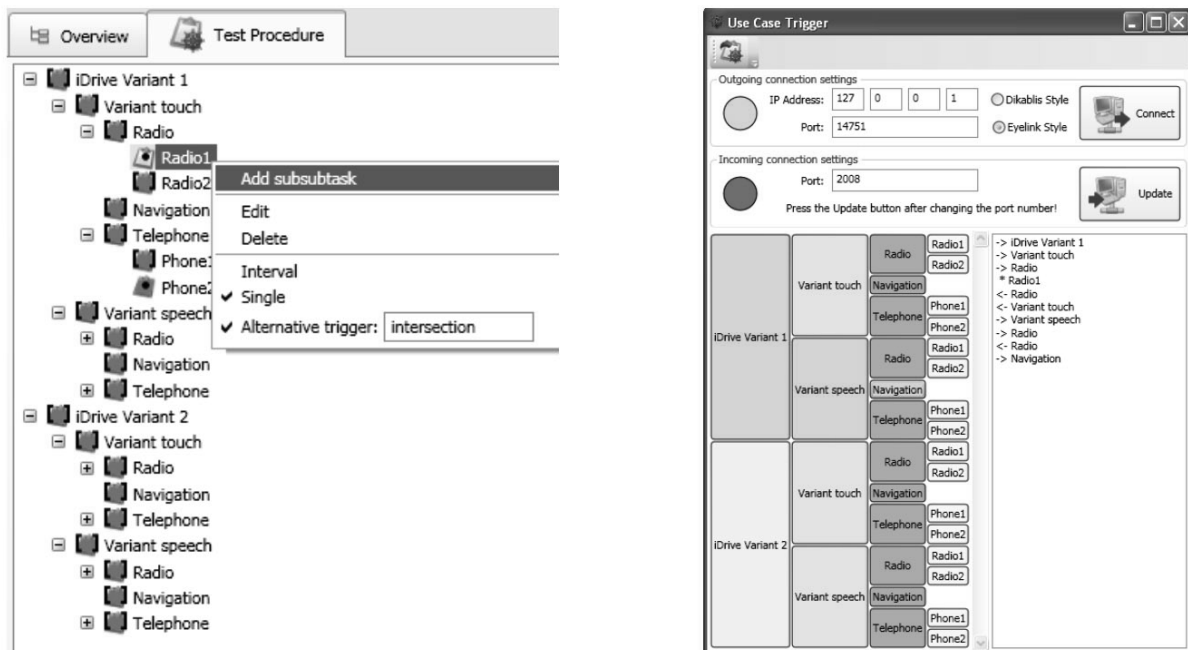
„experimental condition“ ein gesamtes Experiment umfasst (z. B. fahren auf Landstraße);

„task“ stellt die Interaktion mit einem bestimmten System innerhalb des Experiments dar (z. B. Bedienung des Navigationssystems);

eine Ausprägung von „task“ als „subtask“ betrachtet wird (z. B. Bedienung des Navigationssystems durch einen Touchscreen).

Als vierte Versuchsebene bietet D-LAB zusätzlich die Möglichkeit „subsubtasks“ zu definieren, z. B. um den Auftritt eines Kritischen Ereignisses innerhalb eines Ex-

periments zu markieren (z.B. Folge-Bremssituation) oder eine automatische Auswertung auf Screenenebene (z.B. ein einzelner Eingabescreen im Navigationssystem, wie die Eingabe des Zielortes).



**Abbildung 2:** Links: Erstellen eines Versuchsplans; Rechts: Automatisch erzeugte Schalteroberfläche zur online Markierung der Versuchsteile

## 2.2 Aufnahmen der Blickdaten und Setzen des Anfangs und Endpunktes für jedes Versuchsintervall

Mittels einer in D-Lab integrierten Anwendung kann aus der Definition eines Versuchs eine Schalteroberfläche erzeugt werden, wie in Abbildung 2 rechts dargestellt. Jeder Schalter repräsentiert einen Versuchsteil. Durch das Drücken der entsprechenden Schalter werden Netzwerkeignisse ausgelöst, die von der Dikablis Recording Software während der Aufnahme empfangen werden können. Die Funktionsweise der Dikablis Recording Software ist ausführlich in Lange et al. 2006a, b beschrieben. Diese Ereignisse markieren den Anfang bzw. das Ende eines Versuchsteils und werden synchron zu den berechneten Blickdaten gespeichert. Die Ereignisse können auch von anderen Datenrecordern, wie z. B. dem eines Fahrsimulators, empfangen werden.

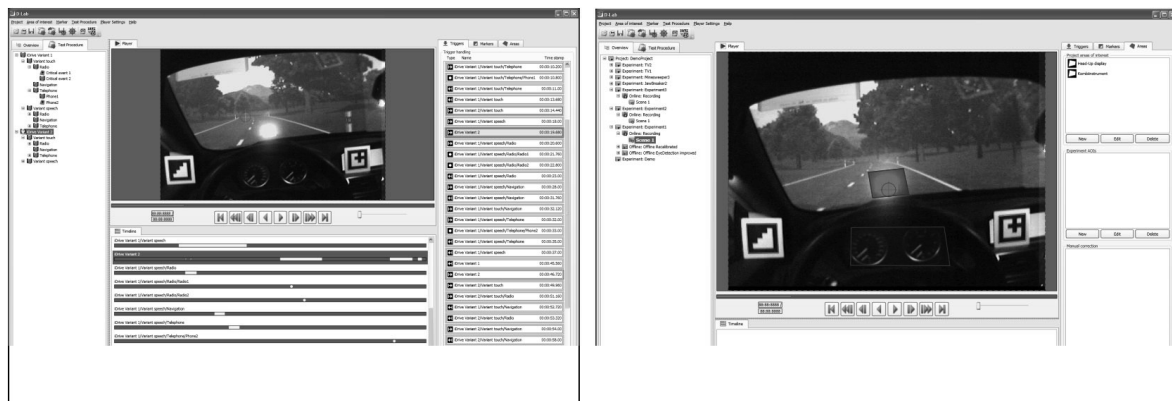
## 2.3 Validieren der Blickdaten und der Versuchsintervalle

Um die Blickdaten nach dem Versuch validieren und ggf. optimieren zu können steht die Dikablis Analysis Software zur Verfügung. Zur Aufbereitung lassen sich die Blickdaten nötigenfalls nachkalibrieren sowie die Pupillenerkennung offline optimieren (siehe hierfür Lange et al. 2006a, b).

Nach der optionalen Aufbereitung erfolgt die Weiterbearbeitung in D-LAB. Der erste Schritt besteht darin zu überprüfen, ob alle Versuchsintervalle korrekt markiert wurden. Hierfür werden auf der Nutzeroberfläche die markierten Versuchsintervalle unterhalb des Blickfilmplayerfensters synchron zur Playertimeline angezeigt (siehe Abbildung 3 links). D-LAB bietet auch eine Überprüfungsfunktion, die Inkonsistenzen



in der Versuchsaufteilung automatisch ermittelt. Die Aufteilung kann manuell angepasst oder geändert werden, Aufgaben können hinzugefügt oder gelöscht werden. Abbildung 3 links zeigt die D-LAB Oberfläche zur Verwaltung der Versuchsintervalle.



**Abbildung 3:** Links: Validierung und Nachbearbeitung der Versuchsaufteilung mit D-LAB; Rechts: Definition von AOIs für ausgewählte Blickbereiche wie Head-Up Display und Instrumententafel

## 2.4 Definition von Areas of Interest

Die für die Berechnung der Blickzuwendungsdauern relevanten Bereiche (z. B. Display des Navigationssystems, Straßenszene, Rückspiegel, äußere Spiegel, Instrumententafel, etc.) können wie in der ISO/TS 15007-2 gefordert mittels einer D-LAB Funktionalität als AOIs markiert werden. Hierfür gibt es einen Definitionsmodus, in dem eine beliebige Zahl von AOIs in Form von Linienzügen definiert und benannt werden können. Abbildung 3 rechts veranschaulicht die definierten AOIs Head-up-Display und Kombiinstrument.

## 2.5 Automatische Berechnung von Blickkennwerten auf die gesetzten AOIs

Damit Blickzuwendungsdauern und –häufigkeiten automatisiert berechnet werden können, muss sowohl die Pupille des Probanden als auch dessen Kopfposition im Raum (also relativ zu den definierten AOIs) bekannt sein. Die Bestimmung der Kopfposition erfolgt über so genannte Marker (siehe die quadratischen schwarz/weißen Objekte in Abbildung 3), welche die Referenz in der Welt darstellen. Diese Marker werden mittels Bildverarbeitung im Bild der Feldkamera gefunden und darüber die Kopfposition des Probanden berechnet.

Mit der D-LAB Funktion „Calculate Gaze Durations“ wird für jedes definierte AOI ermittelt werden, wann der Proband auf das AOI blickt und wann nicht. Das Ergebnis dieser Berechnung wird analog zur Visualisierung der Versuchsintervalle unterhalb des Blickfilmplayerfensters synchron zur Playertimeline angezeigt. Somit kann der Anwender die Korrektheit der Berechnung jederzeit einfach überprüfen und ggf. manuell korrigieren.

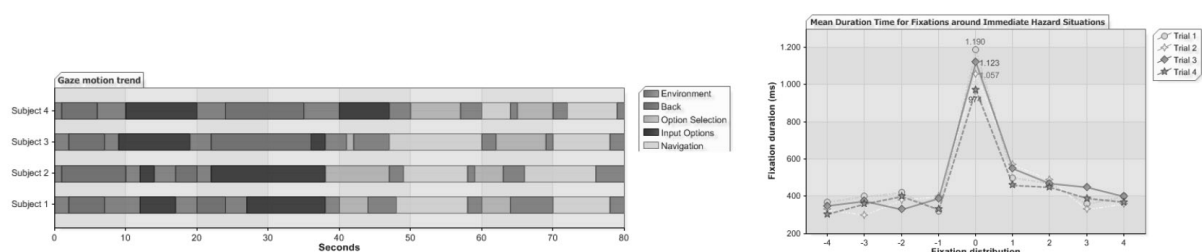
Aus der automatisierten Bestimmung der Blickzuwendungsdauern auf die definierten AOIs werden dann die Blickkennwerte aus der ISO/TS 15007-2 berechnet. Hierfür kann der Anwender in Form von so genannten „Analysis Series“ die Kennwerte angeben, die er für das vorliegende Blickexperiment berechnet haben möchte. Dafür muss definiert werden, für welche Aufgaben welche Kennwerte auf welches AOIs berechnet werden sollen. Dabei stehen folgende Kennwerte zur Auswahl:

- Total Glance Time
- Glance Frequency
- Time off road-scene-ahead
- Total glance time as a percentage
- Fixation probabilities
- Link value probabilities
- Maximum Glance Duration
- Mean Glance Duration

D-Lab berechnet daraufhin automatisiert die angegebenen Kennwerte und speichert das Ergebnis in einer Textdatei. Diese automatisierte Kennwertberechnung kann für alle definierten AOIs, alle Bedingungen des Experimentalplanes sowie für alle Blickkennwerte durchgeführt werden. Die exportierte Textdatei ist dabei so aufgebaut, dass sie ohne Umwege mit dem Statistikprogramm SPSS für eine weiterführende statistische Auswertung geöffnet werden kann.

## 2.6 Graphische Darstellung der berechneten Kennwerte

Neben der reinen Berechnung der Kennwerte bietet D-LAB zusätzlich noch die Möglichkeit der intuitiven grafischen Visualisierung der Versuchsergebnisse. Hierfür stehen einige Grafikplots zur Verfügung, welche die Ergebnisinterpretation unterstützen. In Abbildung 4 sind zwei Beispiele hierfür zu sehen. Links ist der Verlauf der Blickzuwendungsdauern auf die definierten AOIs für einen Subtask für vier Probanden über der Zeit dargestellt. Rechts ist der Verlauf der mittleren Fixationsdauer um ein kritisches Ereignis gezeigt, was Rückschlüsse auf die mentale Beanspruchung zulässt.



**Abbildung 4:** Links: Blickzuwendungsdauern auf die definierten AOIs über alle Experimente des Versuchs; Rechts: Mittlere Fixationsdauer um ein kritisches Ereignis

## 3. Literatur

1. ISO/TS 15007-2:2001 - Road vehicles - Measurement of driver visual behaviour with respect to transport information and control systems - Part 2: Equipment and procedures. Geneva: ISO.
2. Lange C., Yoo J.-W., Wohlfarter M. & Bubb H. 2006a, Dikablis - Operation mode and evaluation of the human-machine interaction, Spring Conference of Ergonomics Society of Korea, Seoul, 12. Mai 2006.
3. Lange C., Wohlfarter M. & Bubb H. 2006b, Dikablis - engineering and application area. In: R.N. Pikaar, E.A.P. Koningsveld & P.J.M. Settels (Eds.), Meeting diversity in ergonomics, Proceedings IEA 2006 16th World Congress on Ergonomics (CD-ROM). Amsterdam: Elsevier.



## **Arbeit und Umwelt**



# Interne und externe Perspektiven auf ein domänenorientiertes Prozessmanagement

Jörg BECKER, Katrin BERGENER, Milan KAROW,  
Felix MÜLLER-WIENBERGEN und Axel WINKELMANN

*European Research Center for Information Systems (ERCIS),  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster,  
Leonardo-Campus 3, D-48149 Münster*

**Kurzfassung:** Das Management von Geschäftsprozessen ist eine komplexe Aufgabe, die in Abhängigkeit eines gegebenen Kontexts unterschiedliche Lösungsstrategien erfordert. Der individuelle Kontext wird dabei durch interne und externe Einflussfaktoren bestimmt, die für spezifische Domänen charakteristische Ausprägungen aufweisen. An Hand von drei exemplarisch betrachteten Domänen werden in diesem Beitrag Dimensionen vorgestellt, die die Prozesscharakteristika systematisieren. Auf Grundlage dieser Typisierung werden Strategien für das domänenorientierte Prozessmanagement abgeleitet.

**Schlüsselwörter:** Prozessmanagement, Prozessmodellierung, Domänenorientierung.

## 1. Einleitung

Das Geschäftsprozessmanagement ist ein weithin akzeptierter und erfolgreicher Ansatz, in dessen Rahmen Ziele wie Zuverlässigkeit, Flexibilität und Transparenz für das Management sowie die Ausführung von Geschäftsprozessen angestrebt werden (Becker et al. 2008a). Geschäftsprozesse in verschiedenen Domänen, wie z. B. in Handels- und Produktionsunternehmen, der öffentlichen Verwaltung oder der Medienindustrie, unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. Während Prozesse im Handel insbesondere durch Zuverlässigkeit und Standardisierung geprägt sind, sind Prozesse in der öffentlichen Verwaltung durch starke Diversifizierung und strenge gesetzliche Vorgaben und Regulierungen gekennzeichnet. In der Medienindustrie dagegen wird aufgrund der Zielstellung, kreative und innovative Produkte herzustellen, sowie durch das Zusammenspiel kreativer Akteure ein besonders hohes Maß an Flexibilität und Adaptierbarkeit benötigt. Für das Geschäftsprozessmanagement ergeben sich folglich unterschiedliche Anforderungen, die in den entsprechenden Gestaltungsansätzen Berücksichtigung finden müssen. Gegenstand dieses Beitrages ist es aufzuzeigen, welche maßgeblichen Unterschiede zwischen den Prozessen der oben genannten Domänen existieren und wie sich diese auf Strategien des Prozessmanagements auswirken.

## 2. Perspektiven und Strategien für ein domänenorientiertes Prozessmanagement

### 2.1 Perspektiven zur domänenorientierten Prozesstypisierung

Die zur Typisierung von Prozessen maßgeblichen Charakteristika unterteilen sich



in die Gruppen interne und externe Perspektiven (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Perspektiven des Prozessmanagements und ihre domänenspezifischen Ausprägungen

Perspektive	Industrie & Handel	Verwaltung	Medien
Grad der Standardisierung der Prozessschnittstellen	<b>Hoch</b>	<b>Hoch</b>	<i>Gering</i>
Einfluss gesetzlicher Anforderungen	<i>Mittel</i>	<b>Hoch</b>	<i>Gering</i>
Variabilität der Prozessinstanzen	<i>Mittel</i>	<i>Gering</i>	<b>Hoch</b>
Diversität der Kernprozesse	<i>Gering</i>	<b>Hoch</b>	<i>Gering</i>
Unsicherheit des Prozesserfolgs	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<b>Hoch</b>
Einfluss von Individuen	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<b>Hoch</b>
Unschärfe der Zieldefinition	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<b>Hoch</b>

Der Grad der Standardisierung der Prozessschnittstellen repräsentiert in diesem Zusammenhang eine externe Perspektive auf die Prozessgestaltung. Dies wird an Hand der zentralen Rolle deutlich, die die Standardisierung im Rahmen interorganisationaler Kooperation spielt (Bolstorff & Rosenbaum 2003). Im Rahmen der öffentlichen Verwaltung erfordert die Interaktion mit Unternehmen, Organisationen und Privatpersonen im Kontext der Kostenminimierung und Erfüllung gesetzlicher Rahmenbedingungen eine starke Formalisierung der Schnittstellen und Prozessergebnisse. Prozesse mit einem hohen Maß an Kreativität, wie sie bspw. in der Medien- und Unterhaltungsindustrie anzutreffen sind, können nur sehr eingeschränkt von derartigen Standardisierungen profitieren, da sich das Resultat kreativer Arbeit gerade durch die Abweichung von Standard auszeichnet.

Als weitere externe Perspektive ist der Einfluss gesetzlicher Anforderungen auf die Prozessgestaltung zu berücksichtigen. Insbesondere in der öffentlichen Verwaltung ist die Ausgestaltung der Abläufe durch den Gesetzgeber streng reglementiert. In Handel und Industrie manifestieren sich gesetzliche Richtlinien insbesondere im Umgang mit gefährlichen oder verderblichen Waren und Rohstoffen sowie im Arbeitsschutz und greifen damit ebenfalls in die Kernprozesse der Wertschöpfung ein.

Als eine interne Perspektive bezieht sich die Variabilität der Prozessinstanzen auf die Flexibilität der Abläufe der Kernprozesse. Während Industrie, Handel und Verwaltung unter Effizienz- und Qualitätsgesichtspunkten von festen, klar definierten Ablaufstrukturen mit minimaler Abweichung profitieren, ist die hohe Variabilität und Flexibilität in kreativen Prozessen wichtige Voraussetzung zur Entwicklung neuartiger Produkte.

Die Diversität der Kernprozesse einer Organisation kennzeichnet die Anzahl und Autonomie der unterschiedlichen Abläufe, die zur Erfüllung der Kernaufgabe notwendig sind. In Industrie- und Handelsunternehmen ist die innerorganisationale Tätigkeit stark auf einen zentralen Wertschöpfungsprozess mit klarer Zieldefinition ausgerichtet, was eine geringe Diversität der Prozesse zur Folge hat. In einer öffentlichen Verwaltungseinheit existiert dagegen eine große Zahl heterogener, nicht-verknüpfter Prozesse, die unterschiedlichen Zielsetzungen folgen.

Die Unsicherheit des Prozesserfolgs bezieht sich auf Prozessrisiken und deren Kalkulierbarkeit. Im Rahmen kreativer Prozesse entstehen neben allgemeinen wirtschaftlichen Risiken im Zusammenspiel der beteiligten Akteure spezifische Risiken, die aus unterschiedlichen Auffassungen von Kreativität und Ästhetik resultieren (Becker et al. 2008b).

In kreativen Prozessen sind Prozessablauf und -erfolg maßgeblich abhängig vom Einfluss bestimmter Individuen. Dabei handelt es sich um Schlüsselpersonen, die mit ihrem impliziten Wissen und ihren Fähigkeiten, die erfolgreiche Bewältigung der Aufgaben innerhalb solcher Prozesse ermöglichen.

Die Unschärfe der Zieldefinition bezieht sich auf die Eigenschaft von Prozessen, deren Ergebnis im Voraus beschreiben zu können. In kreativen Prozessen ist eine solche Zieldefinition nur begrenzt möglich, da sich das resultierende Produkt durch die erwünschte Neuartigkeit ex ante schwer fassen lässt.

## *2.2 Strategien für ein domänenorientiertes Prozessmanagement*

Abhängig vom Ausprägungsvektor der identifizierten Dimensionen (vgl. Tabelle 1) empfehlen sich unterschiedliche Strategien und Techniken für das domänenorientierte Prozessmanagement. Zur Komplexitätsbewältigung im Rahmen der Konzeption und Implementierung der Ablauforganisation in Unternehmen und Verwaltungseinheiten haben sich Informationsmodelle als ein probates Mittel erwiesen (Brelage, 2006). Das modellgestützte Vorgehen sowie die eingesetzten Beschreibungsmittel müssen dabei jedoch auf die spezifischen kontextuellen Anforderungen angepasst werden.

Die Kernprozesse von Industrie- und Handelsunternehmen zeichnen sich durch eine hohe Standardisierung ihrer Schnittstellen und eine starke Fokussierung auf den Wertschöpfungsprozess aus. Das Geschäftsprozessmanagement kann in einem solchen Kontext stark von so genannten „Best Practices“ profitieren. Im Rahmen der Soll-Konzeption der betrieblichen Abläufe bietet sich hier der Einsatz von Referenzmodellen an. Domänen-Referenzmodelle wie das Handels-H-Modell (Becker & Schütte 2004) oder das Y-CIM-Modell (Scheer 2002) stellen dabei umfangreiche Prozessmodellsysteme dar, die sich zur Ableitung der individuellen, unternehmensspezifischen Ablaufstrukturen anpassen lassen. Durch Mechanismen der konfigurativen Referenzmodellierung kann dieser Anpassungsschritt vereinfacht und unterstützt werden (Delfmann 2006).

Die Prozesse in der öffentlichen Verwaltung weisen ein hohes Maß an Struktur analogien auf, die sowohl verwaltungsintern als auch zwischen verschiedenen Organisationen auftreten. Gesetzliche Richtlinien geben dabei ein generelles Handlungsgerüst vor, welches jedoch Spielräume offen lässt, die ein umfassendes Prozessmanagement notwendig machen. Die starke Diversifizierung in sehr viele Einzel- und Teilprozesse gestalten eine klassische Prozessaufnahme durch einige wenige Methodenexperten als relativ schwierig. Mit dem PICTURE-Ansatz (Falk 2007) wurde eine Methode entwickelt, die es den Mitarbeitern der einzelnen Verwaltungsbereiche ermöglicht, ihre Prozesse eigenständig zu erfassen. Dies ermöglicht eine starke Parallelisierung der Prozessaufnahme. Die Methode umfasst eine Modellierungssprache, die spezifisch an die Domänenbedürfnisse der öffentlichen Verwaltung angepasst wurde. Indem die Sprachkonstrukte die Fachterminologie der Domäne verwenden, ermöglicht die Methode die Modellierung ohne spezifisches Expertenwissen im Bereich der konzeptuellen Modellierung. Zudem konnte ein höheres Abstraktionsniveau auf Grundlage von Prozessbausteinen erreicht werden, was die Erstellung und Interpretation der Modelle erheblich vereinfacht (Becker et al. 2007).

Prozesse in der Medienindustrie zeichnen sich durch einen hohen Anteil an kreativen Aufgaben aus. Jedoch können nicht-kreative Teilprozesse identifiziert werden, die sich mit Instrumenten des klassischen Prozessmanagements optimieren lassen. Für die kreativen Teilprozesse, sogenannte „Pockets of Creativity“ (Seidel et al.

2008), ist eine deterministische Ablaufbeschreibung in der Regel nicht möglich. Eine Strategie, um mit den daraus resultierenden Risiken umzugehen, ist die Festsetzung iterativer Review- Zyklen, durch die der Prozessfortschritt kontinuierlich überwacht werden kann (Becker et al. 2008b). Die im klassischen Prozessmanagement übliche Abstraktion von Einzelpersonen auf Rollen und Stellen kann, bedingt durch die Schlüsselpositionen, die einzelne Individuen einnehmen, im Rahmen von kreativen Prozessen nicht durchgängig erhalten werden. Zudem müssen diese Individuen mit ausreichenden Ressourcen ausgestattet werden um sich vollständig auf die Erfüllung der kreativen Aufgabe konzentrieren zu können (Seidel et al. 2007).

### 3. Fazit

Gegenstand dieses Beitrags war die Identifizierung von Prozesstypen beispielhafter Domänen anhand unterschiedlicher Dimensionen. Für die Domänen Industrie und Handel, öffentliche Verwaltung und Medienindustrie wurden Strategien für domänen-spezifisches Prozessmanagement aufgezeigt. Das entwickelte Klassifikationsschema lässt sich zur Einordnung weiterer Anwendungskontexte einsetzen. An Hand einer solchen Typisierung können auf Grundlage der vorgestellten Ansätze angepasste oder hybride Strategien für das Geschäftsprozessmanagement abgeleitet werden.

### 4. Literatur

1. Becker, J., Algermissen, L. & Falk, T. 2007, Prozessorientierte Verwaltungsmodernisierung. Berlin: Springer.
2. Becker, J., Kugeler, M. & Rosemann, M. 2008a, Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Berlin: Springer.
3. Becker, J. & Schütte, R. 2004, Handelsinformationssysteme. Frankfurt am Main: Redline Wirtschaft.
4. Becker, J., Seidel, S., Müller-Wienbergen, F. & Winkelmann, A. 2008b, Managing Creative Risks. In: 14th Americas Conference on Information Systems (AMCIS'08). Toronto, Ontario, Canada.
5. Bolstorff, P. & Rosenbaum, R. 2003, Supply Chain Excellence. New York: Amacom.
6. Brelage, C.S. 2006, Web Information Systems - Conceptual Modelling of Navigation for Satisfying Information Needs. Berlin: Logos.
7. Delfmann, P. 2006, Adaptive Referenzmodellierung - Methodische Konzepte zur Konstruktion und Anwendung wiederverwendungsorientierter Informationsmodelle. Berlin: Logos.
8. Falk, T. 2007, Prozessmodellierung in der Öffentlichen Kommunalverwaltung - Konstruktion einer bausteinbasierten Prozessmodellierungstechnik. Berlin: Logos.
9. Scheer, A.-W. 2002, Business Process Engineering: Reference Models for Industrial Enterprises. Berlin: Springer.
10. Seidel, S., Adams, M., Ter Hofstede, A.H. & Rosemann, M. 2007, Modelling and Supporting Processes in Creative Environments. In: H. Oesterle, J. Schelp & R. Winter (Eds.), Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS'07). St. Gallen, 516-527.
11. Seidel, S., Rosemann, M. & Becker, J. 2008, How Does Creativity Impact Business Processes? In: European Conference on Information Systems (ECIS'08). Galway, Ireland.

## Ergonomische Untersuchung eines Tischkonzeptes mit nach vorn geneigter PC-Tastatur-Auflagefläche

Verena BOPP, Marianela DIAZ ZELEDON, Yvonne FERREIRA und Ralph BRUDER

*Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt,  
Petersenstr. 30, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** Ein möglicher Ansatz zur ergonomischen Optimierung computergestützter Arbeitsplätze besteht in der Vermeidung ungünstiger Handgelenkhaltungen. Um diesen Ansatz zu überprüfen, wurde ein Bürotisch mit negativer Neigung der Tastatur-Auflagefläche mit einem herkömmlichen Tisch anhand von Leistung, Beanspruchung sowie Akzeptanz verglichen. Insgesamt nahmen an der Untersuchung 40 weibliche Versuchspersonen teil. Die statistische Auswertung ergab eine signifikant geringere Beanspruchung der Unterarmmuskulatur (Fingerstrecker) in der Oberflächen-Elektromyografie bei gleicher Leistung im Vergleich zu einem herkömmlichen Bürotisch. Die Akzeptanz des Versuchstisches verbesserte sich nach der Benutzung.

**Schlüsselwörter:** Bürotisch, negative Tastaturneigung, muskuläre Beanspruchung.

### 1. Einleitung

Die Anzahl der Arbeitsplätze, die auf computergestützter Bearbeitung basieren, nimmt ständig zu. Ziel muss es sein, die Belastungen und Beanspruchungen an solchen Arbeitsplätzen zu optimieren. Ein möglicher Ansatz ist die Gestaltung der Arbeitsmittel, z.B. die Tastatur-Auflagefläche, aus ergonomischer Sicht.

Ein Lösungsansatz bei der Verwendung alternativer Tastaturkonzepte besteht in einem negativen Neigungswinkel der Tastatur, um dadurch ungünstige Handgelenkhaltungen zu vermeiden. Dieser Gestaltungsansatz ist allerdings noch nicht ausreichend untersucht. Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Empfehlungen hinsichtlich der Tastaturneigung. Einerseits sind nach den Normen (DIN EN ISO 9241-4) Tastatur-Auflagefläche oder ggf. Tastaturen mit positiven Neigungswinkel zu empfehlen. Darüber hinaus stehen frühe Veröffentlichungen zur Frage des ergonomischen Nutzens einer Tastatur mit negativem Neigungswinkel einer solchen Gestaltung aus bewegungstechnischen Gründen ablehnend gegenüber (Peters 1973).

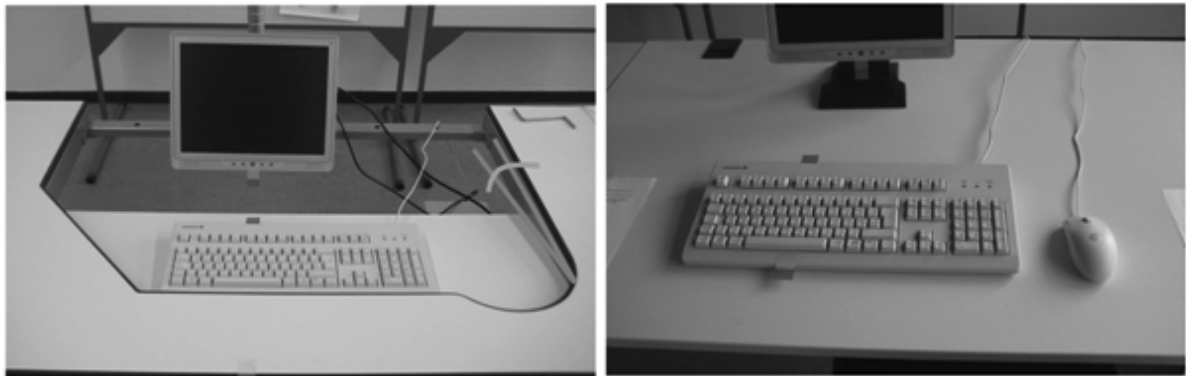
Andererseits gibt es neue Untersuchungen und Ansätze, die für einen negativen Neigungswinkel sprechen. Neuere Studien unter Einsatz der videogestützten Bewegungsanalyse zeigen, dass Tastaturen mit negativer Neigung die Einhaltung einer in Bezug auf Dorsal- bzw. Palmarflexion neutralen Handgelenkhaltung fördern, dass sie nicht zu einer Minderung der Schreibleistung führen und von den Nutzern nicht negativ beurteilt wurden (Hedge & Powers 1995). Ebenfalls ergaben elektromyografische Untersuchungen bei der Nutzung solcher Tastaturpositionen signifikant geringere elektromyografische Aktivitäten (EA) in der für die Ulnarabduktion der Hand zuständigen Muskulatur (Simoneau et al. 2003). Das National Institute of Occupational Health and Safety (NIOSH) weist jedoch auf die Vorteile einer neutralen Handgelenkposition beim Schreiben an der PC-Tastatur hin und hält weitere Forschung auf diesem Gebiet für notwendig.

Im Rahmen von Probandenversuche wurde ein neues Tischkonzept untersucht, dessen Besonderheit die um 7° nach vorne geneigte Tischplatte (negativer Neigungswinkel) im Auflagebereich für die Tastatur ist. Es wurde überprüft, ob die geänderte Tischgeometrie hinsichtlich der Beanspruchung von Nutzern von Computertastaturen vorteilhaft ist und gleichzeitig die Schreibleistung verbessert oder zumindest nicht verschlechtert wird.

## 2. Methode

Anhand der Kriterien Alter (20-39 Jahre, 40-60 Jahre) bzw. Schreibsystem (10-Finger-System, 1-2-Finger-System) wurden 40 weibliche Versuchspersonen in vier Gruppen mit jeweils zehn Probandinnen eingeteilt.

Der Versuch bestand aus zwei jeweils dreißig minütigen Schreibphasen an einem Bürotisch mit üblicher Tastaturauflagefläche (im Folgenden Vergleichstisch genannt) sowie an einem Tisch mit um 7° nach vorne geneigter Tischplatte im Auflagebereich für die Tastatur (im Folgenden Versuchstisch genannt) (s. Abbildung1). Die Schreibphasen wurden von einer zwanzig minütige Pause (Laurig 1974) unterbrochen.



**Abbildung 1:** Versuchstisch (links), Vergleichstisch (rechts)

Folgende Aspekte wurden dabei vergleichend an beiden Tischen betrachtet und statistisch ausgewertet:

Leistung beim Schreiben eines standardisierten Textes (Fehleranzahl, Zeichenanzahl, Anzahl der Anschläge pro Minute)

Subjektiv empfundene Beanspruchung: Erfassung mittels Fragebogen (Beschwerden im Hand-Arm-Schulter-Bereich vor/während/nach dem Schreiben)

Physiologische Beanspruchung: Untersuchung der Schulter-Arm-Hand-Muskulatur mittels Oberflächen-Elektromyographie nach Zipp (1985) (M. trapezius pars descendens rechts, M. biceps brachii rechts, M. flexor digitorum superficialis rechts, M. extensor digitorum beidseits), Vergleich der Elektrischen Aktivität (Strasser 1999)

Akzeptanz des Versuchstisches: Erfassung mittels Fragebogen (z.B. Fragen zur Tischbeurteilung)

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die statistische Auswertung erfolgte anhand einer Multivarianzanalyse mit gruppenspezifischer Auswertung und Auswertung der Gesamtklientel. Das Signifikanzni-



veau lag hauptsächlich bei  $< 1\%$ , teilweise bei  $< 5\%$ . Außer im Fall muskulärer Beanspruchung sind Alter und Schreibsystem keine Einflussfaktoren auf die untersuchten Variablen. Der Nutzen des Versuchstisches beschränkt sich nicht auf eine bestimmte Altersgruppe oder Schreibtechnik.

Die Leistung unterscheidet sich nicht signifikant an beiden Tische. Die Leistung verschlechtert sich nicht am Versuchstisch, es kommt am neuen Bürotisch zu zumindest gleicher Leistung. Weitere Untersuchungen mit Langzeitversuchen (z. B. tägliches Schreiben am Versuchstisch über einen Zeitraum von ein bis zwei Wochen) sind empfehlenswert, um eine mögliche Leistungssteigerung beim Schreiben am Versuchstisch genauer untersuchen zu können.

Die Akzeptanz des Versuchstisches seitens der Versuchspersonen ist nach der Benutzung im Vergleich zum ersten Eindruck besser. Potentielle Benutzer sollten daher die Vorteile des Tisches durch eine Eingewöhnungszeit kennen lernen.

Als „kritisch“ wurde die Gesamtfläche beurteilt (etwas/viel zu klein, 72,5%). Die Größe der Gesamtfläche sollte, wenn möglich, an die Wünsche der Zielgruppe angepasst werden.

Die Tischeigenschaften wurden allgemein positiv beurteilt (z.B. natürliche Handhaltung, unterstützende Hand-Arm-Auflage, bequeme Arbeitshaltung, subjektive Verbesserung). Der Zusammenhang zwischen der positiven Beurteilung einiger ergonomischer Aspekte und einer positiven Gesamtbeurteilung lässt vermuten, dass das Kollektiv erfahrener Nutzer von PC-Tastaturen, aus dem auch die Versuchspersonen stammen, in seiner Beurteilung auf ergonomische und gesundheitsrelevante Kriterien wie Handhaltung und Arbeitshaltung zurückgreift.

Die Körperhaltung verbesserte sich bei der Benutzung des Versuchstisches (Videobeobachtung). Dies betraf nicht nur die Handgelenkhaltung, sondern auch die Rumpf- und Schulterhaltung (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Verbesserung der Handhaltung am Versuchstisch bei 2-F

Die Finger-Handstrecker (M. extensor digitorum beidseits) werden am Versuchstisch signifikant weniger beansprucht. Der Versuchstisch bietet eine entspanntere Handhaltung (niedrigere Beanspruchungen).

#### 4. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass das untersuchte alternative Tastaturkonzept (negativer Neigungswinkel) eine Verbesserung der Handgelenkhaltung ermöglicht. Mögli-



cherweise kann auf diesem Weg eine Reduktion gesundheitlicher Beschwerden und Erkrankungen im Hand-Arm-Bereich bei Beschäftigten, die häufig und über längere Arbeitsphasen eine PC-Tastatur nutzen, erreicht werden. Diese Annahme wird sowohl durch signifikant geringere elektromyografische Aktivitäten (sEA) im Finger-Handstrecker als auch durch die positivere subjektive Beurteilung im Vergleich zum herkömmlichen Tastaturkonzept gestützt.

Weitere Untersuchungen mit Langzeitversuchen (z. B. tägliches Schreiben am Versuchstisch über einen Zeitraum von ein bis zwei Wochen) sind jedoch empfehlenswert, um eine Reduktion gesundheitlicher Beschwerden sowie eine mögliche Leistungssteigerung beim Schreiben am Versuchstisch genauer untersuchen zu können.

## 5. Literatur

1. DIN EN ISO 9241: 1999-08, Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten VBG-Fachinformation: BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung. Berlin: Beuth.
2. Hedge, A. & Powers, J.R. 1995, Wrist postures while keyboarding: effects of a negative slope keyboard system and full motion forearm supports, *Ergonomics*, 38, 508-17.
3. Laurig, W. 1974, Beurteilung einseitig dynamischer Muskelarbeit. Berlin: Beuth-Vertrieb.
4. NIOSH: <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>.
5. Peters, T. 1973, Arbeitswissenschaft für die Büropraxis. Herne: Schilling Verlag für Informationstechnik GmbH.
6. Simoneau G.G. Marklin R.W. & Berman J. E. 2003, Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typists without musculoskeletal disorders, *Physical therapy*, 83, 816-830.
7. Zipp, P. 1985, Optimierung der Oberflächenableitung bioelektrischer Signale für Sportwissenschaft, Ergonomie und Arbeitsmedizin, Habilitationsschrift. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.
8. Strasser, H. & Mueller, K.W. 1999, Favourable movements of the hand-arm system in the horizontal plane assessed by electromyographic investigations and subjective rating, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23, 339-347.

## Der Klimaindex UTCI - Multivariate Analyse der Reaktion eines thermophysiologicalen Simulationsmodells

Peter BRÖDE<sup>1</sup>, Dusan FIALA<sup>2</sup>, Bernhard KAMPMANN<sup>3</sup>, George HAVENITH<sup>4</sup>,  
Gerd JENDRITZKY<sup>5</sup> und COST 730 Working Group<sup>1 6</sup>

<sup>1</sup> IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der  
Technischen Universität Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund

<sup>2</sup> ErgonSim, Holderbuschweg 47, D-70563 Stuttgart

<sup>3</sup> Fachgebiet Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz,  
Fachbereich D, Bergische Universität Wuppertal

<sup>4</sup> Environmental Ergonomics Research Group, Department of Human Sciences,  
Loughborough University UK

<sup>5</sup> Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

<sup>6</sup> <http://www.utci.org/cost.php>

**Kurzfassung:** Basierend auf komplexen thermophysiologicalen Modellen wird mit EU-Fördermitteln der Index UTCI entwickelt, um klimatische Belastungen zu bewerten. Dies macht die Verdichtung der multivariaten, dynamischen Modellantwort in eine eindimensionale, die physiologische Beanspruchung beschreibende Größe erforderlich. Clusteranalysen der zu verschiedenen Zeitpunkten über einen weiten Temperaturbereich simulierten Reaktionsvariablen zeigen, dass die Beanspruchung durch die Linearkombination der Variablen adäquat beschrieben und die Dynamik durch die Betrachtung der Werte nach kurzer (30 min) und längerer (120 min) Exposition angemessen berücksichtigt werden.

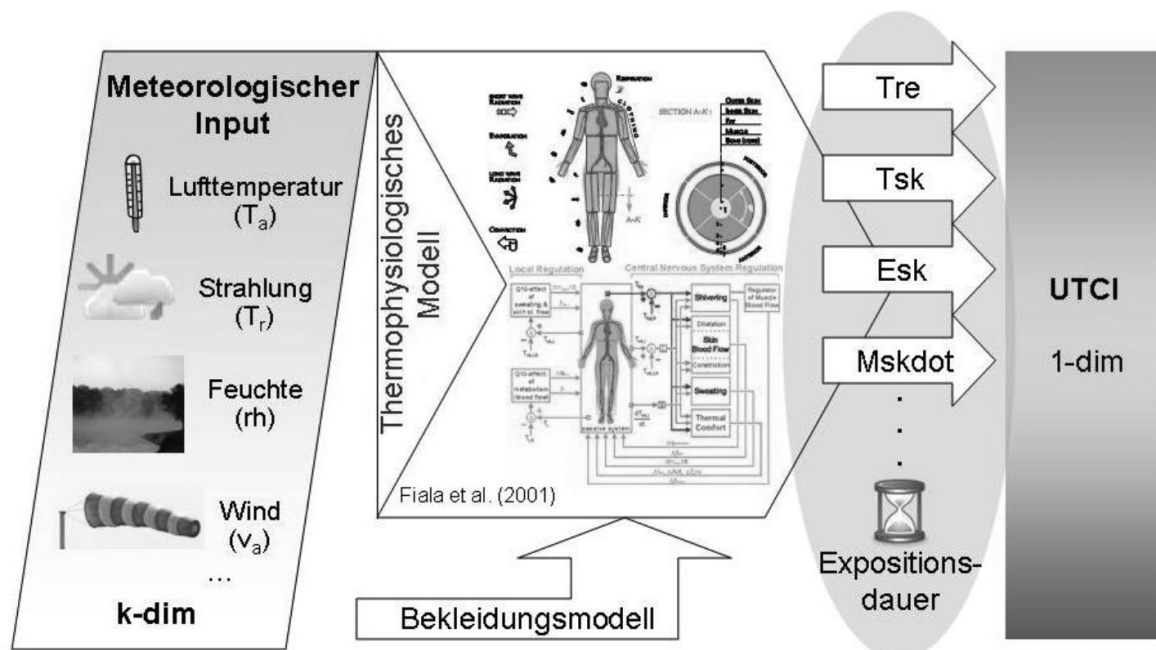
**Schlüsselwörter:** Modell, Klima, Thermophysiology, Beanspruchung.

### 1. Einleitung

Zur Bewertung der human-biologischen Reaktionen auf Klimabelastungen sowohl in extremer Kälte als auch Hitze fördert die EU im 7. Rahmenprogramm mit der COST Action 730 die Entwicklung eines 'Universal Thermal Climate Index' (UTCI) (Jendritzky et al. 2007). Grundlage dieses Bewertungsverfahrens ist ein komplexes thermoregulatorisches Rechenmodell, das verschiedene Reaktionen des Körpers auf unterschiedliche Klimabelastungen simuliert (Fiala et al. 2001) und das um ein Modell zu den Auswirkungen unterschiedlicher Bekleidungssituationen (Havenith et al. 2005; ISO 9920) erweitert wird (Abbildung 1).

Der Index soll dabei nicht nur die Reaktionen im Gleichgewichtszustand, sondern auch mit der Expositionsdauer assoziierte dynamische Aspekte der Klimabewertung berücksichtigen (Fiala et al. 2003).

Der Vergleich unterschiedlicher Klimabedingungen anhand der multivariaten Modellantwort erfordert die Verdichtung in eine eindimensionale, die physiologische Beanspruchung beschreibende Größe. Dieser Beitrag analysiert dazu die Korrelationsstruktur der einzelnen Variablen in einem weiten Temperaturbereich.



**Abbildung 1:** Schema der Klimabewertung mit dem UTCI über die Simulation der dynamischen, multivariat beschriebenen Beanspruchungsreaktion

**Abbildung 1:** Schema der Klimabewertung mit dem UTCI über die Simulation der dynamischen, multivariat beschriebenen Beanspruchungsreaktion

## 2. Methode

Die Analyse bezieht sich auf die in Kampmann et al. (2008) beschriebene Referenzsituation, die gekennzeichnet war durch 50% relative Feuchte, eine Luftgeschwindigkeit von 1.1 m/s und eine mit der Lufttemperatur übereinstimmende mittlere Strahlungstemperatur. Die Bekleidungsisolierung variierte abhängig von der Lufttemperatur zwischen 0.4 und 1.75 clo, der Energieumsatz betrug 135 W/m<sup>2</sup>.

**Tabelle 1:** Für die multivariate Analyse der simulierten Beanspruchung betrachtete Modell-Variable

Variable	Abkürzung	Einheit
Rektaltemperatur	$T_{re}$	°C
mittlere Hauttemperatur	$T_{skm}$	°C
Temperatur Gesichtsoberfläche	$T_{skfc}$	°C
Temperatur Handoberfläche	$T_{skhn}$	°C
Evaporativer Wärmestrom	$E_{sk}$	W
Schweißproduktion	$M_{skdot}$	g/min
Metabolische Wärmeproduktion	Metab	W
Wärmeproduktion durch Kältezittern	Shiv	W
Hautbefeuchtungsgrad	wetA	% der Körperoberfläche
Hautdurchblutung	VbISk	% des Basalwerts
Herzminutenvolumen	svbl	% des Basalwerts

### 2.1 Thermophysiologische Simulation

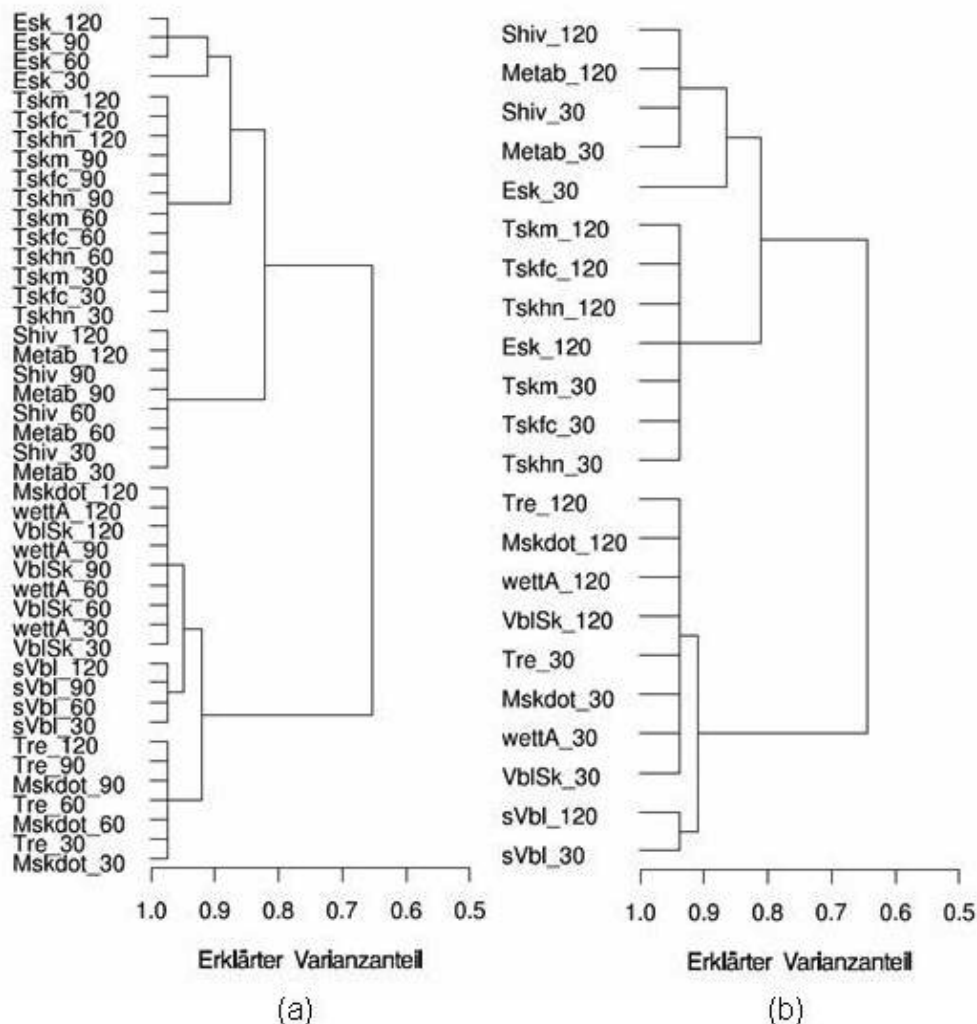
Modellrechnungen wurden für eine zweistündige Expositionsdauer durchgeführt,

in denen bei Referenzbedingungen die Lufttemperaturen zwischen  $-60$  und  $+60$  °C mit einer Schrittweite von  $0.2$  K variierten. Die nach 30, 60, 90 und 120 Minuten simulierten Ergebnisse standen zur weiteren Analyse zur Verfügung.

## 2.2 Multivariate Analyse

Als wesentliche, die physiologische und regulatorische Antwort beschreibende Variablen wurden die Körperkerntemperatur, mittlere und lokale Hauttemperaturen, die Schweißproduktion, der Hautbefeuchtungsgrad, der evaporative Wärmestrom, die Hautdurchblutung, das Herzminutenvolumen, die metabolische Wärmeproduktion und das Kältezittern (Tabelle 1) betrachtet.

Eine hierarchische Clusteranalyse (Härdle & Simar 2007) zur Gruppierung der einzelnen Variablen wurde mit den nach 30, 60, 90 und 120 Minuten registrierten Größen und zusätzlich mit den Werten nach 30 und 120 Minuten durchgeführt.



**Abbildung 2:** Dendrogramme resultierend aus hierarchischen Clusteranalysen mit Werten von 11 Variablen (Tabelle 1) nach 30, 60, 90 und 120 min (a) bzw. nach 30 und 120 min (b)

## 3. Ergebnisse

Abbildung 2 visualisiert die Resultate der Clusteranalysen als Dendrogramme, in

denen die am weitesten rechts stehende vertikale Linie die als Linearkombination aller Größen berechnete erste Hauptkomponente repräsentiert.

Diese erklärte etwa zwei Drittel der Varianz zwischen den Variablen, eine Aufspaltung in zwei Gruppen erhöhte diesen Anteil auf 80%, wobei einerseits die Hauttemperaturen mit dem evaporativen Wärmestrom und der Wärmeproduktion, sowie andererseits die Körperkerntemperatur mit der kardiovaskulären Reaktion und der Schweißproduktion zusammen gruppiert wurden.

Die zu verschiedenen Zeitpunkten erhobenen Werte derselben Messgröße wurden, mit Ausnahme des evaporativen Wärmestroms nach 30 Minuten und der Schweißproduktion nach 120 Minuten, immer der gleichen Gruppe zugeordnet.

Die Analyse, die sich auf die nach 30 und 120 Minuten registrierten Werte beschränkte, führte zu qualitativ und quantitativ sehr ähnlichen Ergebnissen wie die alle Zeitpunkte berücksichtigende Auswertung.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Der angesichts des weiten Temperaturbereichs recht hohe, durch die erste Hauptkomponente erklärte Varianzanteil zeigt, dass sich eine Linearkombination der einzelnen Messgrößen zur Repräsentation der Antwort des Simulationsmodells bei der Entwicklung des Klimaindex eignet.

Dabei wird die Dynamik der Modellantwort, welche die Klimabewertung mit beeinflusst (Fiala et al. 2003; Rugh et al. 2004), durch die Werte nach kürzerer (30 min) und längerer (120 min) Exposition hinreichend berücksichtigt. Die zusätzlich nach 60 und 90 Minuten erhobenen Zwischenwerte erscheinen nicht notwendig.

#### 5. Literatur

1. Fiala, D., Lomas, K.J. & Stohrer, M. 2001, Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions, *International Journal of Biometeorology*, 45, 143-159.
2. Fiala, D., Lomas, K.J. & Stohrer, M. 2003, First Principles Modeling of Thermal Sensation Responses in Steady-State and Transient Conditions, *ASHRAE Transactions*, 109, 179-186.
3. Härdle, W. & Simar, L. 2007, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.
4. Havenith, G., Holmér, I., Meinander, H., den Hartog, E. A., Richards, M., Bröde, P., & Candas, V. 2005, THERMPROTECT. Assessment of thermal properties of protective clothing and their use, Summary Technical Report European Union Contract N°: G6RD-CT-2002-00846.
5. ISO 9920: 2007, Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Geneva: International Organisation for Standardisation.
6. Jendritzky, G., Havenith, G., Weihs, P., Batchvarova, E. & De Dear, R.J. 2007, The universal thermal climate index UTCI goal and state of COST action 730. In: I.B. Mekjavic, S.N. Kounalakis, & N.A.S. Taylor (Ed.), *Environmental ergonomics XII*, 12th International Conference on Environmental Ergonomics. Ljubljana: Biomed, 509-512.
7. Kampmann, B., Bröde, P., Havenith, G. & Jendritzky, G. 2008, Der Entwicklungsstand des klimatischen Belastungs-Index UTCI (Universal Thermal Climate Index). In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer*, 54. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Dortmund: GfA-Press, 243-246.
8. Rugh, J.P., Farrington, R.B., Bharathan, D., Vlahinos, A., Burke, R., Huizenga, C. & Zhang, H. 2004, Predicting human thermal comfort in a transient nonuniform thermal environment, *European Journal of Applied Physiology*, 92, 721-727.



# Der Klimaindex UTCI - Validierung der Vorhersagen eines thermophysiologicalen Simulationsmodells der menschlichen Beanspruchung als Funktion von Hitze und Feuchte

Bernhard KAMPMANN<sup>1</sup>, Peter BRÖDE<sup>2</sup>, Dusan FIALA<sup>3</sup>, Raija ILMARINEN<sup>4</sup>,  
George HAVENITH<sup>5</sup> und Gerd JENDRITZKY<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Fachgebiet Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz,  
Fachbereich D, Bergische Universität Wuppertal,  
Gaußstraße 20, D-42119 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

<sup>3</sup> *ErgonSim, Holderbuschweg 47, D-70563 Stuttgart*

<sup>4</sup> *Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki*

<sup>5</sup> *Environmental Ergonomics Research Group, Department of Human Sciences,  
Loughborough University UK*

<sup>6</sup> *Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

**Kurzfassung:** Im Rahmen der COST Action 730 soll ein thermoregulatorisches Rechenmodell verwendet werden, um klimatische Beanspruchungsreaktionen auf Klimabelastungen zu beschreiben. In dieser Arbeit werden die Prognosen des Modells in einem warmen Klimabereich mit empirischen Daten verglichen. Dieser Vergleich wird an Hand von Äquivalenzlinien durchgeführt, so dass der kombinierte Einfluss von Lufttemperatur und -feuchte auf die Beanspruchung beurteilt werden kann. Die Unterschiede von gemessenen zu simulierten Werten der Rektaltemperatur lagen unterhalb von 0,3 °C, was für die Validität des Modells in der Beschreibung der Beanspruchung durch Hitze und Feuchte spricht.

**Schlüsselwörter:** Modell, Klima, Thermophysiology, Beanspruchung.

## 1. Einleitung

Die EU fördert im 7. Rahmenprogramm mit der COST Action 730 die Entwicklung eines 'Universal Thermal Climate Index' (UTCI) zur Bewertung der Beanspruchungsreaktionen auf Kälte- und Hitzebelastungen. Grundlage dieses Bewertungsverfahrens ist ein komplexes thermoregulatorisches Rechenmodell (Fiala et al. 2001), das verschiedene Beanspruchungsgrößen des Körpers bei unterschiedlichen Klimabedingungen simuliert. Der daraus zu entwickelnde Index soll es in Form einer Äquivalenztemperatur ermöglichen, die Auswirkungen von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung auf die Beanspruchung zu vergleichen und zu bewerten (Kampmann et al. 2008).

Zur Teilvalidierung dieses Ansatzes untersucht dieser Beitrag den Einfluss der Belastung durch Lufttemperatur und Feuchte auf die Beanspruchung am Beispiel der Rektaltemperatur. Die simulierten Daten werden mit Daten verglichen, die in Klimakammern erhoben wurden – der Vergleich wird aber nicht für einzelne Datenpunkte durchgeführt, sondern mit Hilfe von Äquivalenzlinien, die es gestatten, den jeweiligen Einfluss von Temperatur und Feuchte einzuschätzen.

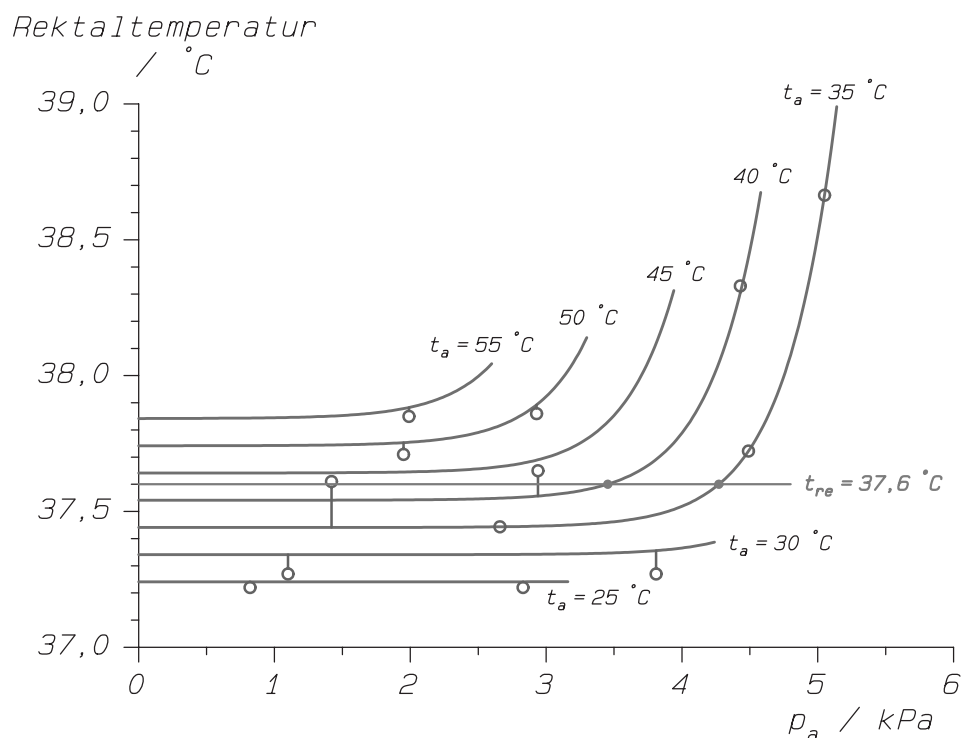


## 2. Methoden

### 2.1 Empirische Daten

Aus Untersuchungen in Klimakammern (Ilmarinen 1978) wurden für drei Probanden für Bekleidungsisolationswerte von  $I_{cl} = 0,1$  clo sowie  $I_{cl} = 0,7$  clo jeweils 12 bis 15 Experimente bei unterschiedlichen Lufttemperaturen ( $t_a$ ) und Wasserdampfdrücken ( $p_a$ ), insgesamt 81 Versuche, zugrundegelegt. Die Arbeitsschwere betrug  $135 \text{ W/m}^2$  (4 km/h Gehen in der Ebene), die Strahlungstemperatur war gleich der Lufttemperatur bei einer Luftgeschwindigkeit von  $0,3 \text{ m/s}$ . Durch die gemessenen Werte der Rektaltemperatur ( $t_{re}$ ) in der dritten Expositionsstunde wurden – in einem heuristischen Ansatz – für jeden Probanden Ausgleichsflächen gelegt, die die Ergebnisse jeder Versuchsserie mit einer minimalen Fehlerquadratsumme beschreiben. Hierdurch wird – im Hinblick auf einen Vergleich mit den Modellrechnungen – die intraindividuelle Streuung der Beanspruchung gemittelt. Abbildung 1 zeigt einen Schnitt durch diese Ausgleichsflächen in der  $t_{re}$ - $p_a$ -Ebene für einen der Probanden mit eingezeichneten Datenpunkten ( $I_{cl} = 0,1$  clo). Mittels eines Rechenprogramms können Linien gleicher Beanspruchung errechnet und in ein psychrometrisches Diagramm eingezeichnet werden (vgl. Abbildung 2).

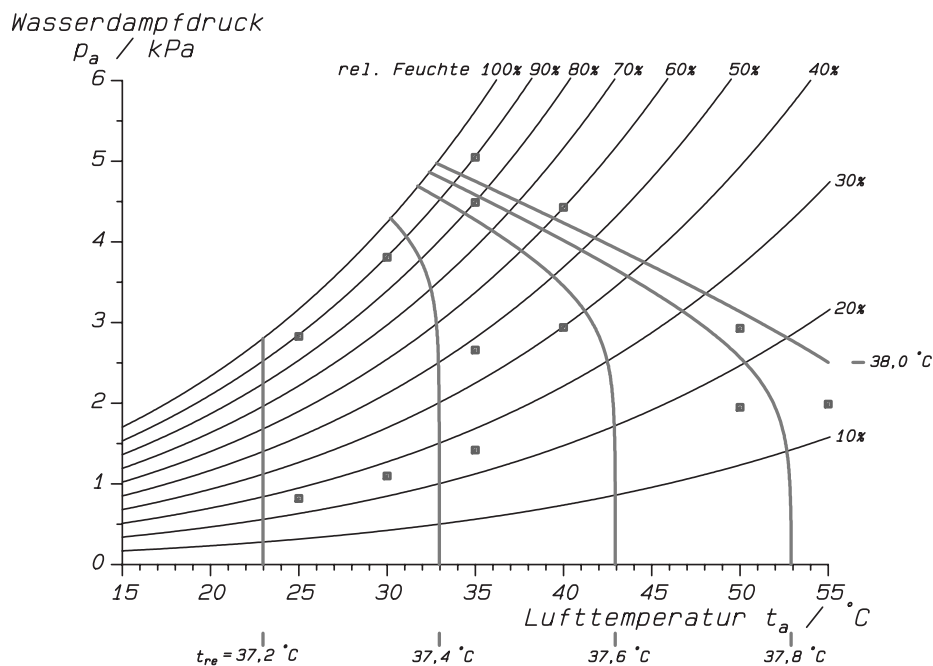
Für den Vergleich mit den Modellrechnungen werden die für jeweils drei Probanden – d.h. alle Probanden, für die bei  $I_{cl} = 0,1$  clo und  $I_{cl} = 0,7$  clo Versuchsserien vorliegen – linear gemittelten Ausgleichsflächen zur Ermittlung von Äquivalenzlinien verwendet.



**Abbildung 1:** Ausgleichssystem für die Rektaltemperatur während der dritten Expositionsstunde für verschiedenen Expositionen eines Probanden bei unterschiedlichen Werten von  $t_a$  und  $p_a$  ( $I_{cl} = 0,1$ ). Längs einer horizontalen Linie (als Beispiel eingezeichnet:  $t_{re} = 37,6 \text{ °C}$ ) können äquivalente Kombinationen von  $t_a$  und  $p_a$  bestimmt werden; siehe Abb. 2)

## 2.2 Modellrechnungen

Zum Vergleich standen die Daten aus Simulationsrechnungen zur Verfügung, in denen die Lufttemperatur zwischen 20 und 50 °C mit einer Schrittweite von 1 K sowie die relative Feuchte in 6 Stufen zwischen 5% und maximal 100% bzw. 5 kPa Wasserdampfdruck variiert wurden. Die mittlere Strahlungstemperatur war gleich der Lufttemperatur und die, der meteorologischen Konvention folgend, in 10 m Höhe angegebene Windgeschwindigkeit auf 0,5 m/s gesetzt, was einer in Körperhöhe registrierten Luftgeschwindigkeit von etwa 0,3 m/s entspricht. Die Bekleidungsisoliation reduzierte sich mit ansteigender Lufttemperatur von 0,7 clo bei 20 °C auf 0,4 clo bei 50 °C, und der Energieumsatz betrug 135 W/m<sup>2</sup>.

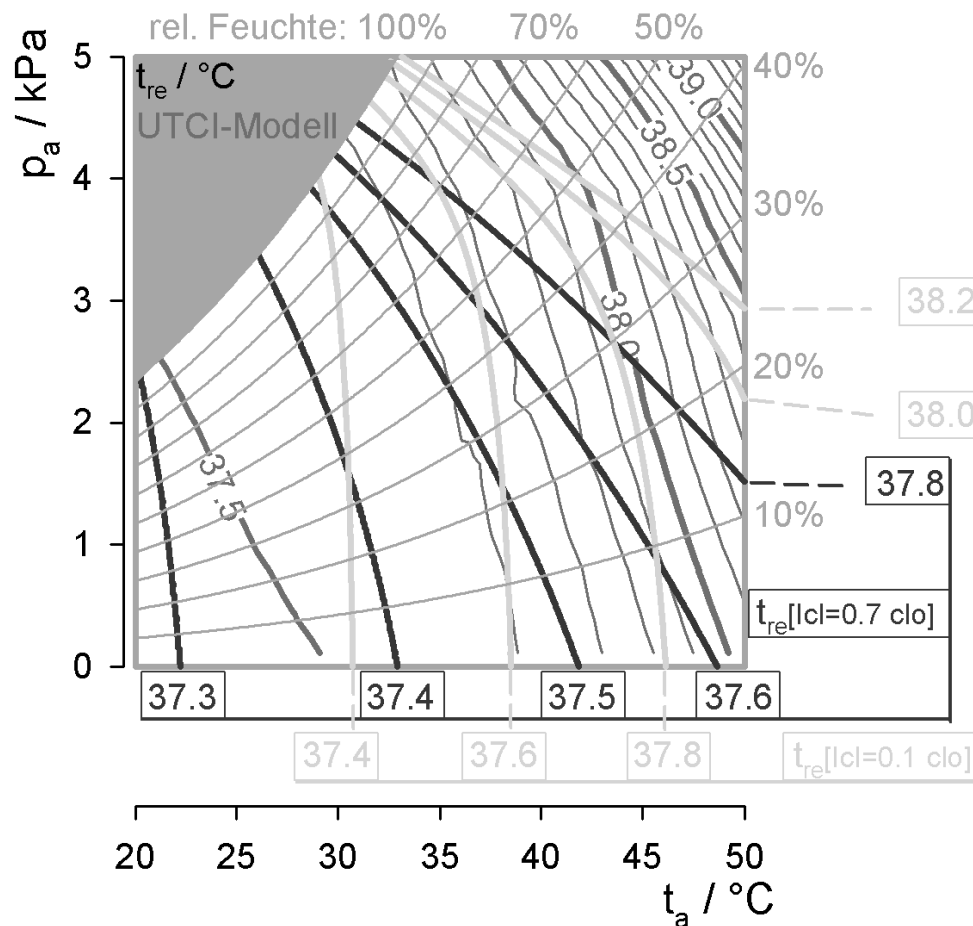


**Abbildung 2:** Äquivalenzlinien für gleiche Rektaltemperaturen eines Probanden bei unterschiedlichen Werten von  $t_a$  und  $p_a$  für die Versuchsserie in Abb. 1 (dort ist eine Hilfslinie für  $t_{re} = 37,6$  °C eingezeichnet). Die Versuchsbedingungen ( $t_a; p_a$ ) sind in das Diagramm eingezeichnet

## 3. Ergebnisse

Die nach 120 Minuten Expositionsdauer simulierten Werte der Rektaltemperatur wurden in einem psychrometrischen Diagramm (vgl. Abbildung 3) mit den Äquivalenzlinien verglichen, die aus Probandenversuchen berechnet wurden.

Aus den Äquivalenzlinien der Probanden lässt sich ablesen, dass bei hohem Wasserdampfdruck die Rektaltemperatur mit geringerer Bekleidungsisoliation niedrigere Werte annahm. Im Vergleich zu den simulierten Daten waren für die Probanden die Äquivalenzlinien als Funktion der Feuchte stärker gekrümmt, was auf einen etwas größeren Einfluss der Feuchte in den Probandenversuchen hinweist. Insgesamt bewegten sich die absoluten Abweichungen der in den Probandenversuchen ermittelten Rektaltemperaturen von den simulierten Daten in einem Bereich bis etwa maximal 0,3 °C.



**Abbildung 3:** Darstellung der Äquivalenzlinien für gleiche Rektaltemperaturen von drei Probanden aus Versuchsserien (Ilmarinen 1978) und Simulationsrechnungen (Fiala 2001)

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Insgesamt zeigt der Vergleich trotz der geringfügigen Unterschiede eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen der Simulation und den Probandendaten, insbesondere wenn man die geringere Bekleidungsisolierung der Probanden bei extremer Hitze berücksichtigt. Von daher erscheint es sinnvoll, den Vergleich auch für andere Beanspruchungsgrößen wie Hauttemperatur oder Schweißproduktion sowie mit einer simulierten Bekleidungsisolierung, die an die Situation der Probanden angepasst ist, weiterzuführen.

#### 5. Literatur

1. Fiala, D., Lomas, K.J. & Stohrer, M. 2001, Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions, *International Journal of Biometeorology*, 45, 143-159.
2. Ilmarinen, R. 1978, Einflüsse verschiedener Bekleidung auf einige physiologische Größen des Menschen bei Körperarbeit in unterschiedlich erhöhter Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit, Dissertation. Köln: Deutsche Sporthochschule Köln.
3. Kampmann, B., Bröde, P., Havenith, G. & Jendritzky, G. 2008, Der Entwicklungsstand des klimatischen Belastungs-Index UTCI (Universal Thermal Climate Index). In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Produkt- und Produktions-Ergonomie - Aufgabe für Entwickler und Planer*. Dortmund: GfA Press, 243-246.

## **Forum Arbeitsphysiologie**



## **Gibt es eine Veränderung der kognitiven Leistung durch lokale Reizstoffe? – Experimentelle Untersuchung zu Acetaldehyd**

Kathrin HEY, Stefan KLEINBECK, Michael SCHÄPER, Ernst KIESWETTER,  
Meinolf BLASZKEWICZ, Anna ZIMMERMANN, Klaus GOLKA und  
Christoph VAN THRIEL

*IfADo – Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Um Aufschluss über eventuelle Leistungsveränderung in Abhängigkeit der Raumluftkonzentrationen zu bekommen, wurde während 4-stündiger Exposition mit unterschiedlichen Acetaldehyd-Konzentrationen (0; 12,5; 25; 37,5 und 50 ppm) die kognitive Leistung der Untersuchungsteilnehmern erfasst. Zudem wurden mit standardisierten Beurteilungsskalen die Geruchsbelästigung und weitere chemosensorische Empfindungen abgefragt. Während der Exposition zeigten sich nur schwache Geruchseffekte ohne Hinweise auf sensorische Irritationen. Aus den Ergebnissen der kognitiven Tests lässt sich ablesen, dass die Art der Aufgabe für eine konzentrationsabhängige Leistungsveränderung bedeutsam ist. Besonders für Aufgaben des räumlichen Arbeitsgedächtnisses verlängerten sich die Reaktionszeiten während der 50 ppm Bedingung. Der selektive Effekt kann jedoch nicht im Sinne eines generellen Ablenkungseffekts durch den Geruch von Acetaldehyd interpretiert werden.

**Schlüsselwörter:** Acetaldehyd, Exposition, Humandaten.

### **1. Einleitung**

Unter der Bezeichnung „lokale Reizstoffe“ werden chemische Arbeitsstoffe zusammengefasst, die chemisch-irritative Wirkungen an den oberen Atemwegen und Augen auslösen.

Acetaldehyd ist ein solcher „lokaler Reizstoff“. Es ist eine farblose, sehr leicht flüchtige und leicht entzündliche Flüssigkeit ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ). Acetaldehyd ist ein bedeutendes Zwischenprodukt zur Herstellung zahlreicher organischer Großprodukte und wird unter anderem zur Herstellung von Kunststoff-Flaschen und beim Versilbern von Glas verwendet. Die Maximale Arbeitsplatzkonzentration für Acetaldehyd liegt derzeit bei 50 ppm (DFG 2007), eine Überschreitung des Wertes hinsichtlich einer Spitzenbegrenzung ist nicht erlaubt.

In einem Experiment mit Ratten konnte bei einer 3-tägigen inhalativen Exposition gegen 750 ppm eine erhöhte Inzidenz an Einzelzellnekrosen des olfaktorischen Epithels festgestellt werden (Cassee et al. 1996). Dieser Versuch belegt die zytotoxische Wirkung von Acetaldehyd bei höheren Konzentrationen, wie auch in weiteren Untersuchungen am olfaktorischen Epithel von Ratten (Appelman et al. 1982; Saldiva et al. 1985).

Für eine einmalige Exposition beim Menschen wurden ab 135 ppm Reizungen des oberen Atemtraktes beschrieben (Sim & Pattle 1957). Zu wiederholten Expositionen gibt es bislang keine Ergebnisse. In einer kürzlich vorgestellten Untersuchung von



Muttray et al. (2008) konnten für eine akute Belastung durch 50 ppm Acetaldehyd bei gesunden Probanden keine adversen Effekte auf die oberen Atemwege gefunden werden (Vortrag DGAUM, 48. Jahrestagung). Weiterhin fehlen Erkenntnisse über die Stärke der Geruchsbelästigung und über die Einflüsse, die berufliche Expositionen von Acetaldehyd auf das Erleben und Verhalten des Menschen haben.

Der Untersuchung wurde von Seiten der Ethikkommission zugestimmt und alle Probanden nahmen freiwillig an dem Expositionsexperiment teil. Die methodische Vorgehensweise wird im Folgenden weiter erläutert.

## 2. Methoden

Im Expositionslabor des IfADo befinden sich vier Computerarbeitsplätze. Von einem externen Steuerraum aus können unterschiedliche Leistungstests gestartet werden. Insgesamt wurden von den Probanden drei kognitiven Aufgaben während der Exposition bearbeitet, um die Wirkungen von Acetaldehyd zu untersuchen.

Zum einen benutzten wir eine Arbeitsgedächtnisaufgabe, entlehnt aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung von Zimmermann & Fimm (1994), bei der die Erinnerung von Zahlen in unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen (2-back, 3-back) erfasst wird. Diese Arbeitsgedächtnisaufgabe wurde um zwei Versionen erweitert, eine mit Objekten, eine andere mit unterschiedlich räumlich angeordneten Punktpositionen. Desweiteren bearbeiteten die Probanden eine Flankierreizaufgabe modifiziert nach Kopp et al. (1996), bei der die möglichst schnelle Reaktion auf einen Zielreiz erfasst wird. Durch die ablenkenden „Flankier“-Reize werden bei dieser Aufgabe Fehler provoziert und die Reaktionszeit wird für die inkongruenten Durchgänge (Zielreiz und Ablenkreiz differieren) verlängert. Bei der letzten Aufgabe, der Aufgabe zur Geteilten Aufmerksamkeit, wurden die Versuchsteilnehmern angehalten, gleichzeitig eine visuelle und eine auditive Aufgabe zu bearbeiten. Diese Aufgabe ist ebenfalls ein Untertest aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP).

Desweiteren wurde mit standardisierten Messverfahren Beschwerden und Befinden der Probanden an jedem Tag der Exposition mehrfach erfasst.

### 2.1 Experimentelles Design

An der Untersuchung nahmen 18 gesunde rechtshändige Teilnehmer, davon 10 Männer und 8 Frauen im Alter zwischen 19 und 34 Jahren (Mittelwert = 23,33 Jahre) teil. Die Untersuchung dauerte fünf Wochen, für jede Versuchsperson an einem Tag in der Woche von 8:00 bis 16:30 Uhr. Maximal vier Versuchspersonen wurden an jedem Termin vier Stunden mit fünf unterschiedlichen Acetaldehyd-Konzentrationen im Labor exponiert (0 ppm; 12,5 ppm; 25 ppm; 37,5 ppm und 50 ppm). Die Nullbedingung entsprach der Kontrollbedingung.

Folgende Faktoren gehen in die Analysen mit ein: Der Faktor Konzentration mit den oben genannten Abstufungen, der Faktor Durchgang (Beginn und Ende der Exposition), der Faktor Art des Reizes (Punkte; Objekte; Ziffern bzw. visuell; auditiv), sowie der Faktor Schwierigkeit der Aufgabe (2-back; 3-back) für die Arbeitsgedächtnisaufgabe und Kompatibilität (inkompatibel; kompatibel) für die Flankierreizaufgabe.

Als abhängige Variable wurden die Anzahl der Fehler bzw. der Richtigen Reaktionen und die Reaktionszeiten erfasst.

### 3. Ergebnisse

Selbst für die 50 ppm Bedingung berichteten die Probanden lediglich eine mäßige Geruchsbelästigung. Wenn auch für die Augenreizungen gegen Ende der Exposition (180 bis 235 Minuten) eine Erhöhung der Werte zu beobachten war, so blieben die von den Probanden wahrgenommenen Augenreizungen im geringfügigen Bereich.

Für die Arbeitsgedächtnisaufgabe ergab sich sowohl für die Anzahl der Richtigen Reaktionen (nR) als auch für die Reaktionszeiten (RT) ein Haupteffekt für den Faktor Reiz (nR:  $F_{2,16} = 10,2$ ;  $p = .001$  und RT:  $F_{2,16} = 4,3$ ;  $p = .032$ ) und ein Haupteffekt für den Faktor Schwierigkeit (nR:  $F_{1,17} = 73,4$ ;  $p = .000$  und RT:  $F_{1,17} = 14,5$ ;  $p = .001$ ), sowie eine Wechselwirkung Reiz x Schwierigkeit (nR:  $F_{2,16} = 46,9$ ;  $p = .000$  und RT:  $F_{2,16} = 5,7$ ;  $p = .014$ ).

Eine Wechselwirkung Konzentration x Reiz ( $F_{1,17} = 3,7$ ;  $p = .028$ ) konnte für die Reaktionszeiten gefunden werden, wobei für die höchste Konzentration von 50 ppm die Reaktionszeiten der räumlichen und der objektbezogenen Arbeitsgedächtnisaufgabe deutlich höher waren als für die anderen Konzentrationsbedingungen, und auch höher als die der Gedächtnisaufgabe mit Zahlen.

Für die Flankierreizaufgabe zeigte sich für die Anzahl der Richtigen Reaktionen ein Haupteffekt für den Faktor Kompatibilität ( $F_{1,17} = 3372,9$ ;  $p = .000$ ), sowie eine Wechselwirkung Kompatibilität x Durchgang ( $F_{4,14} = 21,0$ ;  $p = .000$ ). Je später der Durchgang im Expositionszeitraum lag, desto schlechter waren die Ergebnisse für die inkompatiblen Durchgänge. Die für die Flankierreizaufgabe zusätzlich erfassten Fehlalarme (Reaktion, obwohl keine Reaktion erwünscht) bestätigten diesen Durchgangseffekt hochsignifikant ( $F_{1,17} = 25,1$ ;  $p = .000$ ).

Für die Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit unterschieden sich die Reaktionen auf die unterschiedlichen Reize (visuell oder auditiv) wie erwartet hochsignifikant (nR:  $F_{2,16} = 937,9$ ;  $p = .000$  und RT:  $F_{2,16} = 78,7$ ;  $p = .000$ ). Desweiteren konnte für die Anzahl der richtigen Reaktionen eine Wechselwirkung Konzentration x Durchgang bestätigt werden ( $F_{4,14} = 3,041$ ;  $p = .026$ ). Gegen Ende der Exposition nahm für die 50 ppm Bedingung die Anzahl der richtigen Reaktionen deutlich stärker ab als für die anderen Konzentrationsbedingungen.

Trotz einiger Hinweise – bezogen auf die Wechselwirkungen Konzentration x Reiz, sowie Konzentration x Durchgang – wurde eine dosisabhängige Wirkung auf die kognitiven Leistungen der akut gegenüber Acetaldehyd exponierten Probanden in dem vorliegenden Experiment nicht bestätigt. Chemosensorisch vermittelte Ablenkeffekte sind daher unwahrscheinlich.

### 4. Literatur

1. Appelman, L.M., Woutersen, R.A. & Feron, V.J. 1982, Inhalation toxicity of acetaldehyde in rats. I. Acute and subacute studies, *Toxicology*, 23, 293-307.
2. Cassee, F.R., Arts, J.H., Groten, J.P. & Feron, V.J. 1996, Sensory irritation to mixtures of formaldehyde, acrolein, and acetaldehyde in rats, *Archives of Toxicology*, 70, 329-337.
3. DFG 2007, List of MAK and BAT Values. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH.
4. Kopp, B., Mattler, U., Goertz, R. & Rist, F. 1996, N2, P3 and the lateralized readiness potential in a nogo task involving selective response priming, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 99, 19-27.
5. Muttray, A., Gosepath, J., Brieger, J., Faldum, A., Pribisz, A., Mayer-Popken, O., Jung, D., Mann, W. & Roßbach, B. 2008, Zur Wirkung von 50 ppm Acetaldehyd auf die oberen Atemwege gesunder Probanden. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 43, 144-145.

6. Saldiva, P.H., do Rio Caldeira, M.P., Massad, E., Calheiros, D.F., Cardoso, L.M., Bohm, G.M. & Saldiva, C.D. 1985, Effects of formaldehyde and acetaldehyde inhalation on rat pulmonary mechanics. *Journal of Applied Toxicology*, 5, 288-292.
7. Sim, V.M. & Pattle, R.E. 1957, Effect of possible smog irritants on human subjects, *Journal of the American Medical Association*, 165, 1908-1913.
8. Zimmermann, P. & Fimm, B. 1994, Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Psychologische Testsysteme.

## Welche beruflichen und individuellen Faktoren können im Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose stehen? Design der Fall-Kontroll-Studie ArGon

André KLUßMANN<sup>1</sup>, Hansjürgen GEBHARDT<sup>1</sup>, Matthias NÜBLING<sup>2</sup>,  
Falk LIEBERS<sup>3</sup>, Bertil BOUILLON<sup>4</sup>, Monika A. RIEGER<sup>5,6</sup>  
und die ArGon-Studiengruppe

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie (ASER) e.V.,  
Corneliusstr. 31, D-42329 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin (ffas),  
Bertoldstr. 27, D-79098 Freiburg*

<sup>3</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),  
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin*

<sup>4</sup> *Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie,  
Klinikum Köln-Merheim, Ostmerheimer Str. 200, D-51109 Köln*

<sup>5</sup> *Schwerpunkt Arbeitsmedizin und Umweltmedizin,  
Institut für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, Universität Witten/Herdecke,  
Alfred-Herrhausen-Straße 50, D-58448 Witten*

<sup>6</sup> *Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Tübingen,  
Wilhelmstraße 27, D-72074 Tübingen*

**Kurzfassung:** Beschwerden und Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems sind einer der häufigsten Gründe für Arbeitsausfall in der westlichen Welt. Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) als Folge von Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes summierten sich dabei im Jahr 2006 auf insgesamt 95,5 Millionen AU-Tage (23,7 % aller AU-Tage) in Deutschland. Daraus resultierte ein Ausfall der Bruttowertschöpfung in Höhe von 15,4 Mrd. € (SUGA 2006). Die Kniegelenksarthrose gehört zu den häufigen und funktionell stark beeinträchtigenden Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems. Es gibt Hinweisen darauf, dass berufsbedingte Belastungsfaktoren neben anderen Faktoren für die Entstehung und Progredienz der Kniegelenkserkrankung von hoher Bedeutung sind. Zur Ableitung geeigneter Präventionsmaßnahmen im betrieblichen Gesundheitsschutz ist es von großer Bedeutung, den Einfluss der beruflichen körperlichen Belastungen zu kennen. Daher war es das Ziel der ArGon-Studie (Arbeit und Gonarthrose), die Bedeutung unterschiedlicher beruflicher und sonstiger Einflussfaktoren für die Entstehung von Gonarthrosen zu beschreiben. Schwerpunkt der Studie ist vor allem der Präventionsaspekt. Hierzu wurde eine Befragung von Patienten mit und ohne Kniegelenksarthrose durchgeführt.

**Schlüsselwörter:** Kniegelenksarthrose, Gonarthrose, Knieen, Fall-Kontroll-Studie.

### 1. Einleitung

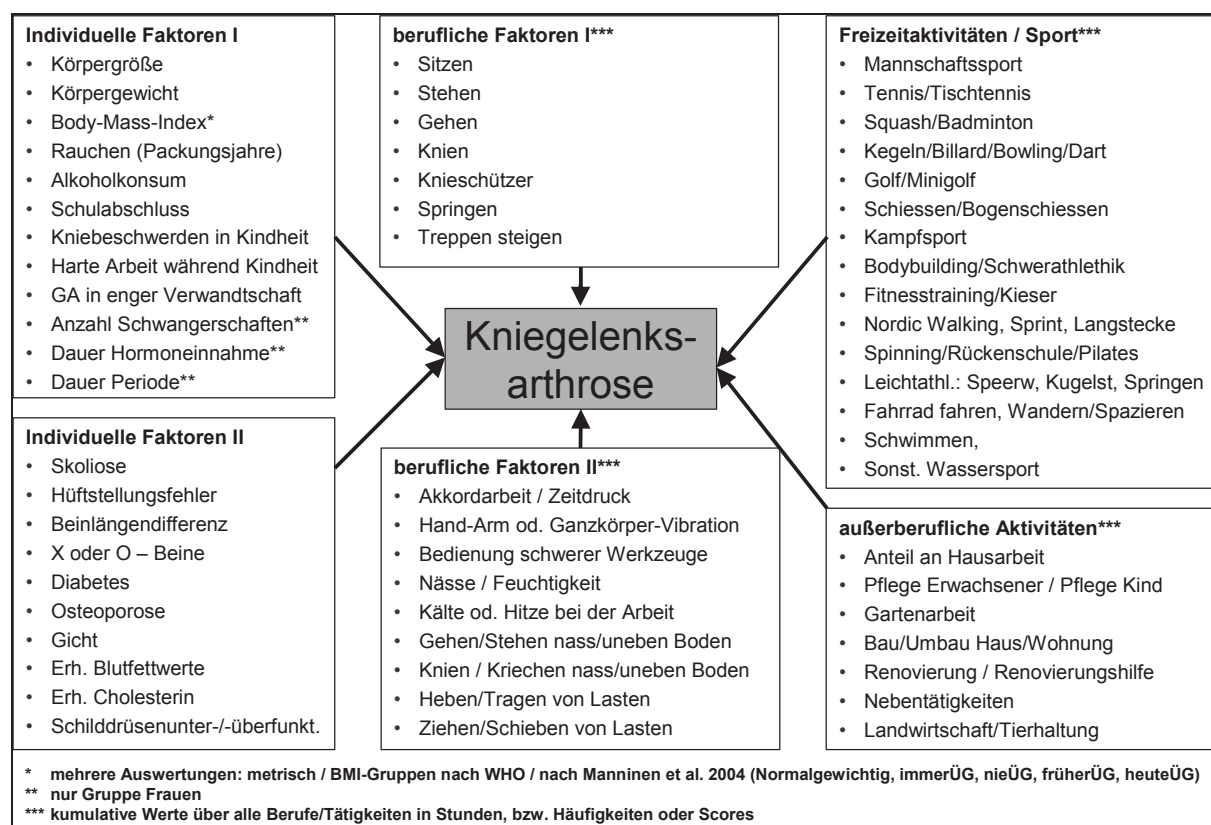
Die Arthrosis deformans ist durch fortschreitende Degeneration und schließlich Verlust des Gelenkknorpels charakterisiert und äußert sich v.a. an den großen, me-

chanisch besonders belasteten Gelenken (Knie-, Hüft- und Schultergelenke) (Böcker et al. 2004). Unter Gonarthrose sind alle degenerativen Erkrankungen des Kniegelenks zu verstehen. Die Gonarthrose gehört zu den häufigen und funktionell stark beeinträchtigenden Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems. Die Prävalenz von Gonarthrosen liegt - je nach betrachteter Studie - zwischen 27% und 90% bei über 60-Jährigen (AWMF 2002). In der Fachliteratur findet sich eine Reihe von Hinweisen darauf, dass berufsbedingte Belastungsfaktoren für die Entstehung und Progredienz der Kniegelenkerkrankung von hoher Bedeutung sind.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie die Bedeutung unterschiedlicher beruflicher Faktoren (kniende/hockende Tätigkeiten, Stehen, Springen usw.) und sonstiger Einflussfaktoren (Alter, Geschlecht, konstitutionelle Faktoren usw.) für die Entstehung von Gonarthrosen unter dem Aspekt der Prävention zu bewerten.

## 2. Methode

Mittels standardisierter Fragebögen wurden Patienten mit klinisch relevanter Kniegelenksarthrose befragt (Fallgruppe). Verglichen wurde diese Fallgruppe mit einem Kontrollkollektiv, dem ein inhaltsgleicher Fragebogen vorgelegt wurde. Der Inhalt des Fragebogens ist in Abbildung 1 dargestellt.



**Abbildung 1:** Fragebogenitems und mögliche Prädiktoren für Kniegelenksarthrose

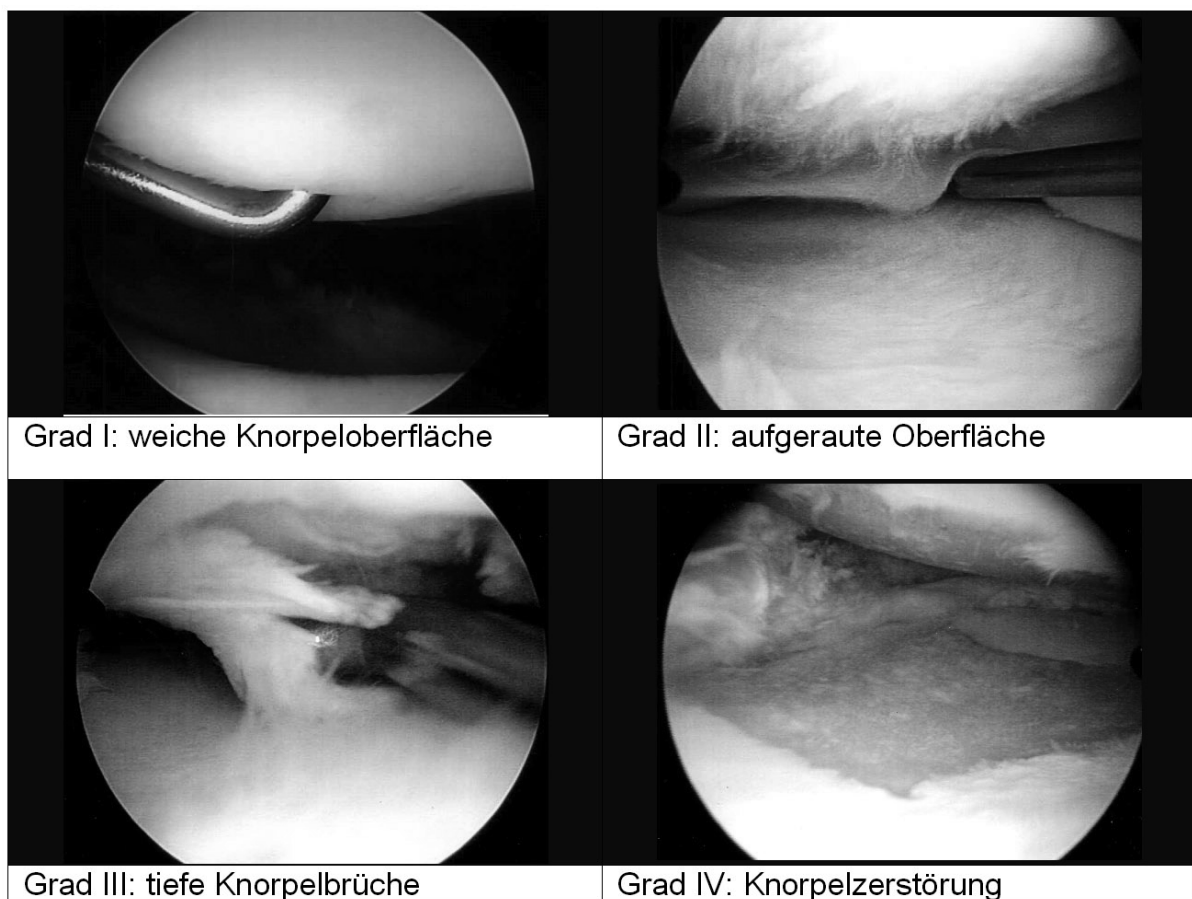
Bei den Fällen wurde zusätzlich ein Befundbogen ausgefüllt. Hier wurden Beginn der Kniebeschwerden, Zeitpunkt der Erstdiagnose Gonarthrose, Angaben zu relevanten Erkrankungen und Knieschäden sowie die eingesetzte Diagnostik und der Befund (Grad und Lokalisation in einer Skizze) dokumentiert.

Allgemeine Kriterien für den Einschluss in die Studie waren:

- geboren zwischen 1932 und 1981
- Wohnsitz im Einzugsgebiet der Kliniken
- sprachlich und kognitiv in der Lage den Fragebögen auszufüllen
- schriftliche Einwilligung liegt vor

Kriterien für Fälle:

- stationäre oder ambulante Behandlung in einer der beteiligten Kliniken aufgrund von Kniebeschwerden
- Gonarthrose an mindestens einem Knie gesichert mittels folgender Diagnostik:
  - arthroskopisch: mindestens Grad III (Outerbridge 1961, vgl. Abbildung 2)
  - offene OP: mindestens Grad III (Outerbridge)
  - radiologisch: mindestens Grad II (Kellgren & Lawrence 1963)
- keine zurückliegenden Frakturen mit Kniegelenksbeteiligung, Verletzungen des Knies (Ligamente oder Knorpel) oder entzündliche bzw. reaktive Kniegelenkerkrankungen in der Vergangenheit.



**Abbildung 2:** Stadien des Kniegelenksarthrose-Schadens, klassifiziert nach Outerbridge 1961

Kriterien für Kontrollen

- stationäre Behandlung aufgrund einer Unfallverletzung
- der Unfall resultiert aus äußerer Ursache und ist kein Arbeitsunfall
- die Diagnose „Knieverschleiß“ (Kniearthrose) wurde bisher nicht gestellt.

Die Kontrollen wurden dem Fallkollektiv nach Alter gematcht zugeordnet (10-Jahres-Gruppen). Männer und Frauen wurden getrennt betrachtet. Patienten, die in mindestens einer ihrer Berufsphasen tägliches Heben und Tragen oder Ziehen und



Schiebenangaben, wurden zusätzlich im Nachgang zur schriftlichen Befragung in einem Telefoninterview zu den bewegten Lastgewichten befragt.

Das Methodeninventar baute im Wesentlichen auf bereits erprobten und validierten Erhebungsinstrumenten auf (Sandmark et al. 2000; Coggon et al. 2000). Um eine hohe Prozess- und Inhaltsqualität sicherzustellen, wurde das Projekt mit einem projektbegleitenden Beirat abgestimmt. Als weiteres Qualitätskriterium wurde ein detailliertes Studienprotokoll verfasst, welches der zuständigen Ethikkommission an der Universität Witten / Herdecke vorgelegt und nach Genehmigung veröffentlicht wurde (Klußmann et al. 2008).

### 3. Ergebnisse / Diskussion

Die Erhebung erfolgte prospektiv (durch Ansprache der Patienten während ihres Klinikaufenthaltes durch den behandelnden Arzt) bzw. retrospektiv (Zusendung des Fragebogens nach dem Klinikaufenthalt durch den behandelnden Arzt), falls der Patient während seines Klinikaufenthaltes nicht angesprochen werden konnte. 739 Fälle und 571 Kontrollen konnten für diese Studie herangezogen werden. Erste Ergebnisse der Studie sind in Klußmann et al. 2009b beschrieben.

### 4. Literatur

1. AMWF – Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften 2002, Gonarthrose. In: Dt. Ges. f. Orthopädie und orthopäd. Chirurgie + BV d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg.), Leitlinien der Orthopädie, 2. Auflage. Köln: Dt. Ärzte-Verlag.
2. Böcker, W., Denk, H. & Heitz, P.H. (Hrsg.) 2004, Pathologie. München: Urban & Fischer.
3. Coggon, D., Croft, P., Kellingray, S., Barrett, D., McLaren, M. & Cooper, C. 2000, Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee, *Arthritis & Rheumatism*, 43, 1443-1449.
4. Kellgren, J.H. & Lawrence, J.S. 1963, Atlas of standard radiographs, Volume 2 (The epidemiology of chronic rheumatism). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
5. Klußmann, A., Gebhardt, H., Liebers, F., von Engelhardt, L.V., Dávid, A., Bouillon, B. & Rieger, M.A. 2008, Individual and occupational risk factors for knee osteoarthritis – Study protocol of a case control study, *BMC Musculoskeletal Disorders*, doi:10.1186/1471-2474-9-26 <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/9/26>.
6. Klußmann, A., Gebhardt, H., Liebers, F., Bouillon, B. & Rieger, M.A. 2009, Welche beruflichen und individuellen Faktoren können im Zusammenhang zur Kniegelenksarthrose stehen? Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie ArGon. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert. Dortmund: GfA Press, 481-484.
7. Manninen, P., Riihimäki, H., Heliövaara, M. & Suomalainen, O. 2004, Weight changes and the risk of knee osteoarthritis requiring arthroplasty, *Annals of Rheumatic Diseases*, 63, 1434-1437.
8. Outerbridge, R.E. 1961, The etiology of chondromalacia patellae, *The Journal of Bone & Joint Surgery – British Volume*, 43, 752-757.
9. Sandmark, H., Hogstedt, C. & Vingard, E. 2000, Primary osteoarthrosis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 26, 20-25.
10. SUGA – Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2006, Bericht der Bundesregierung. <http://de.osha.europa.eu/statistics/statistiken/suga>.

## Mobiles Online-Erfassungssystem für arbeitsphysiologische Untersuchungen

Sebastian NEUBERT<sup>1</sup>, Dagmar ARNDT<sup>2</sup>, Mohit KUMA<sup>2</sup>, Matthias WEIPPERT<sup>1</sup>,  
Kerstin THUROW<sup>2</sup> und Regina STOLL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Präventivmedizin, Universität Rostock,  
St.Georg-Straße 108, D-18055 Rostock*

<sup>2</sup> *Celisca (Center for Life Science Automation),  
F.-Barnewitz-Straße 8, D-18119 Rostock*

**Kurzfassung:** Die schnelle mobile Erfassung und Auswertung von medizinischen Daten bietet neue Möglichkeiten zur effektiven Überwachung von arbeitsmedizinischen Studien. Durch den Einsatz moderner Übertragungstechnologien ist die in dieser Präsentation vorgestellte Eigenentwicklung vollständig kabellos und bietet dadurch die standortunabhängige Überwachung physiologischer Parameter und des subjektiven Beanspruchungsempfindens von Probanden. Basis des Systems ist ein mobiles Gerät (mobile handheld), das über ein Touchscreendisplay die Abfrage des Beanspruchungsempfindens des Probanden ermöglicht. Ein integriertes Bluetooth-Modul erlaubt die Kommunikation zur Sensorik und bildet somit ein kabelloses Body Area Network (BAN). Dabei überträgt das komfortabel als Brustgurt zu tragende Sensormodul unterschiedliche physiologische Parameter online auf den Handheld. Der Handheld sortiert chronologisch die Mess- und die Eingabedaten und überträgt diese fortlaufend über WLAN oder Mobilfunkstandards wie GPRS oder UMTS auf einen Kommunikationsserver. Der Kommunikationsserver verwaltet mehrere Erfassungsstränge (einzelne BAN) gleichzeitig und legt die empfangenen Daten in einer prozessabhängigen Datenbank ab. Über ein webbasiertes Medizinisches Informationsmanagementsystem ist die Verwaltung, die Verarbeitung und Auswertung der erfassten Daten von jedem PC mit Internetanschluss möglich. Der Einsatz von Mobilfunkstandards gestattet es dem Probanden sich frei zu bewegen. Durch die Verwendung einer webbasierten Verwaltungssoftware kann der Untersucher ebenfalls standortunabhängig die Überwachung der Messdaten und gegebenenfalls Eingriff in die Untersuchung vornehmen. Das System wird unter ständiger Weiterentwicklung seit einigen Jahren erfolgreich angewendet.

**Schlüsselwörter:** Erfassungssystem, mobil, online, BAN.

### 1. Einleitung

Bei der Überwachung von arbeitsphysiologischen Studien ist es für den Untersucher bis zum Ende der Untersuchung oft ungewiss, ob alle Messungen weitgehend fehlerfrei verlaufen sind oder nicht. Verrutschte oder abgerissene Messsensorik sowie unerwünschte Umgebungseinflüsse auf die Geräte oder den Probanden können Gründe sein, die Daten ungenau oder sogar unbrauchbar werden lassen.

Eine kontinuierliche Kontrolle der erfassten Parameter bietet dem Untersucher die

Möglichkeit, Störeinflüsse und systematische Fehler rechtzeitig zu erkennen und gegebenenfalls zu beseitigen. Gewährt ein entsprechendes Erfassungssystem zusätzlich den freien Bewegungsraum (Standortunabhängigkeit) des Probanden ist trotz fortdauernder Überwachung der physiologischen Parameter und des subjektiven Beanspruchungsempfindens die ständige Anwesenheit des Untersuchers beim Probanden nicht notwendig. Gerade bei Untersuchungen zur psychomentalen Belastung kann auch die Anwesenheit des Untersuchers eine mögliche Einflussgröße sein.

Ein Erfassungssystem, welches einen kontinuierlichen Datenfluss und eine Standortunabhängigkeit gestattet, darf jedoch nicht selbst störend wirken, indem es beispielsweise zu groß, zu schwer oder zu beengend (z. B. durch Verkabelung) für den Probanden ist.

Im folgenden Beitrag soll die Entwicklung eines mobilen Online-Erfassungssystems zur Aufnahme von physiologischen Parametern und des subjektiven Beanspruchungsempfindens von Probanden vorgestellt werden.

## 2. Methode

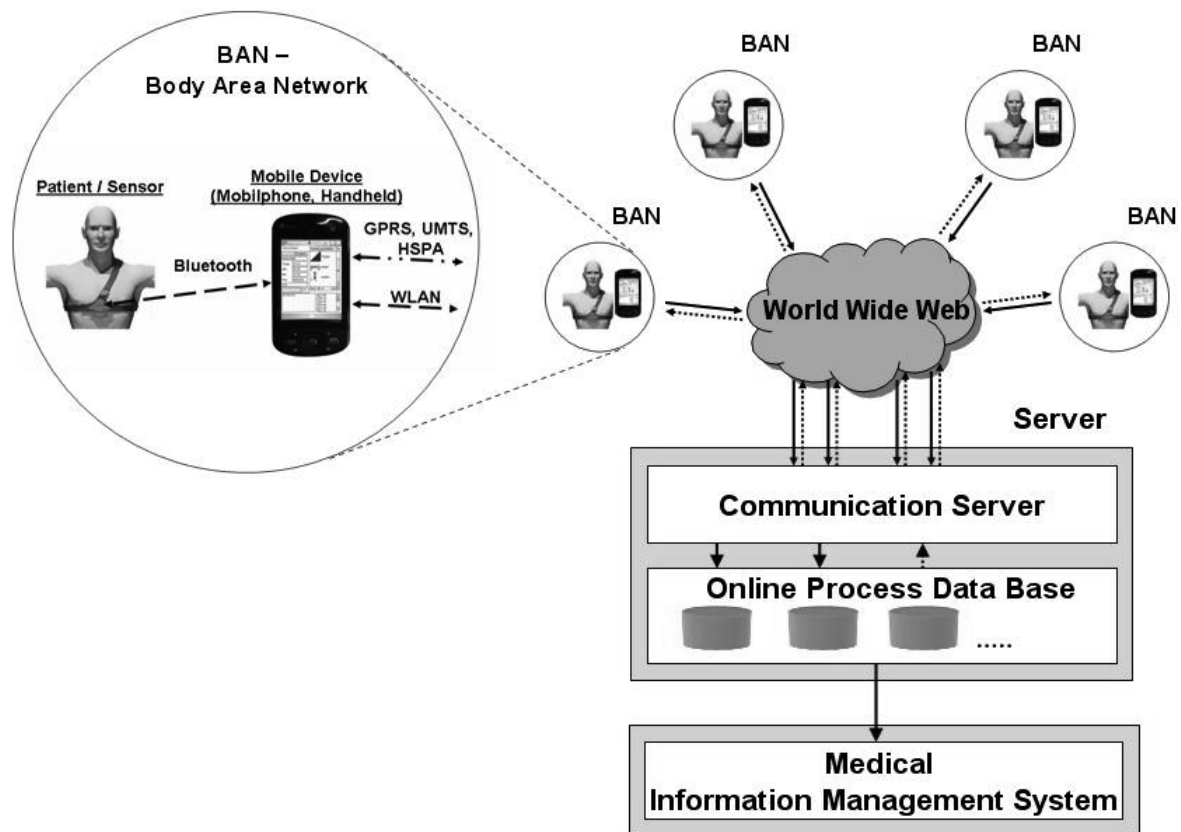
Um Kosten zu sparen und eine schnelle Erweiterbarkeit des Systems zu gewährleisten wurde bei der Entwicklung auf frei erhältliche Geräte gesetzt. Dazu wurden umfangreiche Recherchearbeiten durchgeführt, um die Anforderungen nach einem Online-Betrieb, einer kabellosen Übertragung und einer Standort-unabhängigkeit erfüllen zu können. Das Ergebnis der Recherche ergab ein System, das aus drei wesentlichen Komponenten besteht:

- Sensormodul (SEM)
- Mobiles Gerät (z. B. Smart Phone, mobile Handheld, PDA)
- Server.

Eine geeignete Lösung zur Messwertaufnahme stellte ein Sensormodul dar, dass in Kombination mit einem Brustgurt die Erfassung der Herzfunktion (EKG 1 + 2, Herzschlagfrequenz, RR-Intervalle), der Atemfunktion (Atemtiefe über Dehnmessstreifen im Gurt, Atemfrequenz), der Hauttemperatur sowie der Orientierung (z. B. aufrechte oder liegende Position des Körpers) und des Aktivitätsgrad des Körpers gestattet. Das Sensormodul überträgt alle erfassten und intern berechneten Messgrößen kontinuierlich über eine Bluetooth-Schnittstelle (EquivalTM Technical 2008).

Gegenstelle des Sensors und Basis des einzelnen Erfassungsstrangs ist das mobile Gerät. Es verfügt über diverse kabellose Kommunikationsstandards und ermöglicht dadurch die Steuerung des Informationsflusses. Über ein integriertes Bluetooth-Modul können die Messgrößen des Sensormoduls empfangen werden. Das Sensormodul und das mobile Gerät (siehe Abbildung 1) bilden dabei ein kabelloses Body Area Network (Niesing 2002).

Über ein großes Touchscreendisplay und eine entsprechend entwickelte Software können vom Probanden Dialoginformationen wie beispielsweise das Beanspruchungsempfinden (durch Auswahlmenüs und Fragebögen) bequem dokumentiert werden (Fahrenberg et al 2001). Zusammen mit den Messdaten werden diese Dialoginformationen chronologisch geordnet und über die im mobilen Gerät enthaltenen Internetzugangsprotokolle (WLAN, GPRS, UMTS) an einen Kommunikationsserver transferiert.



**Abbildung 1:** Gesamtsystem von der Messdatenaufnahme bis zur Übernahme ins Medizinische Informationsmanagementsystem

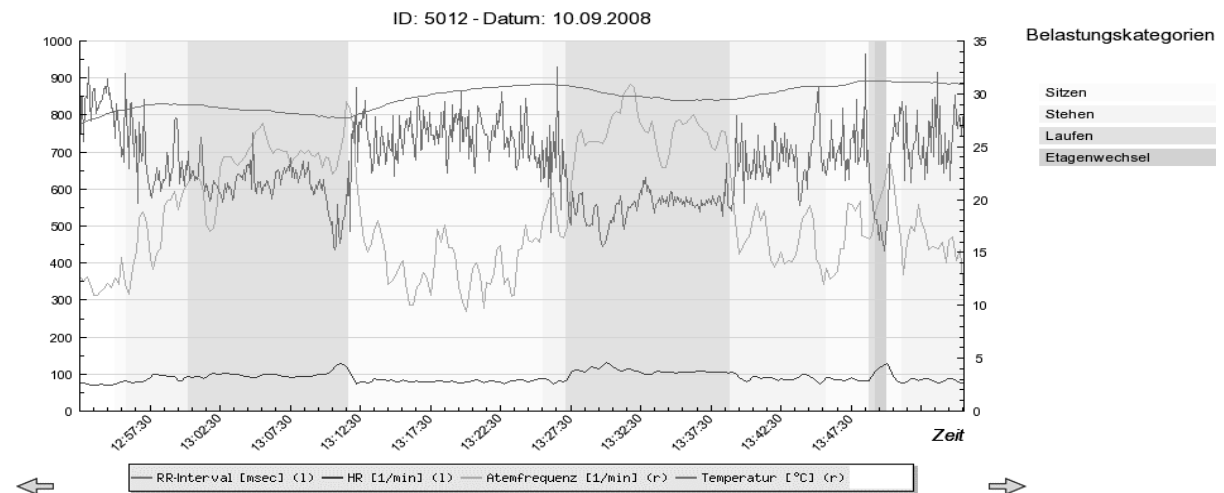
Die Verwendung unterschiedlicher Internetzugangspkotoolle bietet gewisse Vorteile in Abhängigkeit der Verfügbarkeit des jeweiligen Standards. WLAN ist eine kostengünstige Lösung, ist aber immer an ein frei verfügbares Netzwerk gebunden. Bei der Nutzung von Mobilfunkstandards (GPRS, UMTS) entstehen hingegen je nach Tarif des Providers zusätzliche Kosten. Dagegen wird jedoch eine sehr hohe Flächenabdeckung des Mobilfunknetzes, insbesondere beim GSM-Netz (schließt GPRS ein), gewährleistet.

Der Kommunikationsserver verwaltet die angemeldeten Erfassungsstränge und speichert die eingehenden Datenströme in einer applikationsabhängigen Prozessdatenbank. Alle angemeldeten Erfassungsstränge werden dabei parallel abgearbeitet.

Über ein webbasiertes Medizinisches Informationsmanagementsystem können die Daten der Prozessdatenbank in Probandenakten verwaltet werden, von denen aus auch die Weiterverarbeitung und die Online-Visualisierung möglich ist (Holzmüller-Lae et al. 2008).

### 3. Ergebnis

Das Ergebnis der Entwicklung ist ein Erfassungssystem, das die kontinuierliche Übertragung von physiologischen Parametern und des subjektiven Beanspruchungsempfindens ermöglicht. Durch die Synchronisation der unterschiedlichen Datentypen auf dem mobilen Gerät können diesbezüglich aufwendige Nacharbeiten an den Daten vermieden werden.



**Abbildung 2:** Online-Visualisierung der physiologischen Messdaten und der Belastungskategorien

Durch den Einsatz von Mobilfunkstandards und durch die Entwicklung eines web-basierten Informationsmanagementsystems ist die Standortunabhängigkeit für den Probanden und den Untersucher (ist an einen PC mit Internetzugang gebunden) gegeben. Der Zeitverzug der zwischen der Datenaufnahme und der Visualisierung entsteht, beläuft sich auf ca. 3-4 Sekunden und ermöglicht so gegebenenfalls einen zeitnahen Eingriff in die Untersuchung.

Da die Komponenten des BANs sehr leicht sind und ein Gesamtgewicht von 400 g nicht übersteigen, ist eine zusätzliche Belastung durch das Equipment ausgeschlossen. Das erstellte System wird innerhalb unserer Projekte erfolgreich eingesetzt.

#### 4. Literatur

1. Fahrenberg, J., Hüttner, P., & Leonhart, R. 2001), MONITOR: Acquisition of psychological data by a hand-held PC. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), Progress in Ambulatory Assessment: Computer-Assisted Psychological and Psychophysiological Methods in Monitoring and Field Studies. Bern: Hogrefe & Huber, 93-112.
2. Holzmüller-Laue, S., Rimane, K., Neubert, S., Kreuzfeld, S., Arndt, D., Göde, B., Thurow, K. & Stoll, R. 2008, Flexible R&D integration platform of process informatics for automated medical applications and mobile data acquisition. In: 2008 IEEE Conference on Automation Science and Engineering - CASE 2008. Washington-DC: IEEE Conference Proceedings, 621-626.
3. Equivital™ Technical, How the Equivital System works : System Overview . In: <http://www.equivital.co.uk/technical.html>, 09.12.2008.
4. Niesing, B. 2002, Drahtlos mit dem Arzt verbunden, Fraunhofer Magazin, 4, 28-29.

## Geschlechtseffekte und Korrelate im Burnouterleben sächsischer Lehrkräfte

Katrin NEUSTADT und Reingard SEIBT

*Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, TU Dresden,  
Fetscherstraße 74, D-01307 Dresden*

**Kurzfassung:** In der vorliegenden Arbeit wurden an einer Stichprobe von 83 Lehrern und 630 Lehrerinnen Variablen aus den Bereichen Arbeit, Gesundheit und Personenmerkmale auf ihren Zusammenhang mit Burnout untersucht und Geschlechtseffekte im Burnouterleben betrachtet. Geschlechtsunterschiede zeigten sich in der Depersonalisation, gesundheitsbezogenen Variablen, Beschäftigungsumfang und der Erholungsunfähigkeit. Die stärksten Burnoutprädiktoren stammen aus dem personenbezogenen Bereich.

**Schlüsselwörter:** Burnout, Lehrer, Geschlechtseffekte.

### 1. Einleitung

Lehrkräfte weisen ein überdurchschnittlich hohes Risiko für psychische Erkrankungen und insofern auch für Burnouterleben auf. Dies stellt in Deutschland noch immer die Hauptdiagnose für den hohen Anteil des vorzeitigen Ausscheidens aus dem Beruf dar. Die erhöhten psychischen und vielfältigen sozial-kommunikativen Anforderungen können aber nur gesunde und leistungsfähige Lehrkräfte erfüllen. Sie tragen zudem hohe Verantwortung für die Bildung der nachfolgenden Generationen. Aus dieser Sicht ist Lehrergesundheit ein dringendes gesellschaftspolitisches Thema.

Bisherige Untersuchungen zu Burnout bei Lehrkräften führten zu uneinheitlichen Ergebnissen. Auch wurden eher isolierte Variablenbereiche (z.B. nur Merkmale der Arbeit) auf ihren Zusammenhang mit Burnout untersucht. Da Burnout aber multidimensional beeinflusst wird, wurden in dieser Arbeit sowohl arbeits- als auch personenbezogene Aspekte sowie Parameter der Gesundheit auf ihren Zusammenhang mit Burnout untersucht. Angesichts der Tatsache, dass besonders die Dienstunfähigkeit von Lehrerinnen auf psychische Ursachen (vor allem depressive Störungen und Erschöpfungszustände) zurückzuführen ist sowie unter Berücksichtigung der hohen Frauenquote im Lehrerberuf, sollen zusätzlich mögliche Geschlechtseffekte betrachtet werden.

### 2. Methode

#### 2.1 Stichprobe

Im Rahmen eines bundesweiten Verbundprojektes wurden sächsische Lehrkräfte hinsichtlich ihrer Arbeitsbedingungen sowie ihrer Gesundheit und ausgewählter Personenvariablen untersucht. Die hier betrachtete Stichprobe setzt sich aus 83 Lehrern (Durchschnittsalter  $47 \pm 6$  Jahre) und 630 Lehrerinnen (Durchschnittsalter  $46 \pm 7$  Jahre) aus Grund- und Mittelschulen sowie Gymnasien zusammen. Ein bedeutsamer



Unterschied zwischen den Geschlechtern bestand im Beschäftigungsverhältnis: Während fast Dreiviertel der Lehrerinnen (71 %) teilzeitbeschäftigt (TZ) waren, traf dies nur auf knapp die Hälfte (43 %) der Lehrer zu.

## *2.2 Eingesetzte Verfahren*

Burnout, als zentrales Konstrukt dieser Arbeit, wurde mit der deutschen Form des Maslach Burnout Inventory (MBI-D) in der Übersetzung von Büssing & Perrar (1992) erhoben. Danach setzt sich Burnout aus drei Dimensionen zusammen: (1) emotionale Erschöpfung, d.h. dem Gefühl der Entkräftung (verursacht durch verbrauchte Ressourcen), (2) Depersonalisation, dem distanzierten Verhalten hier gegenüber Schülern und (3) der reduzierten Leistungsfähigkeit, worunter eine herabgesetzte Wahrnehmung der eigenen beruflichen Kompetenz verstanden wird. Arbeitsbezogenen Variablen, wie z.B. Arbeitsumfang, Klassengröße oder Beschäftigungsverhältnis, wurden anhand eines Fragebogens zur Berufsanamnese (Seibt & Dutschke 2005) ermittelt. Des Weiteren wurde der Work Ability Index (Hasselhorn & Freude 2007) zur Erhebung der Arbeitsfähigkeit und der ERI-Questionnaire (Rödel et al. 2004) für die Ermittlung des Effort-Reward-Verhältnisses eingesetzt. Als gesundheitsbezogene Daten wurden physische und psychische Beschwerden (BFB: Höck & Hess 1975), psychische Beeinträchtigung (GHQ-12: Goldberg & Williams 1991) und aus arbeitsmedizinischen Untersuchungen Blutdruck und Body Mass Index berücksichtigt. Als Personenmerkmale wurden Kohärenzsinn (SOC-L9: Schumacher et al. 2000) und Erholungsunfähigkeit (FABA: Richter et al. 1996) erhoben.

## *2.3 Statistische Auswertung*

Zur Analyse der Geschlechtseffekte wurden je nach Datenniveau der untersuchten Variablen Unterschiedstests (t-Test; Chi-Quadrat-Unterschiedstest) und zur Ermittlung der geschlechtsspezifischen Prädiktoren der Burnout-Dimensionen (emotionale Erschöpfung, Depersonalisation, reduzierte Leistungsfähigkeit) für Lehrer und Lehrerinnen getrennt rückwärtsgerichtete Regressionsanalysen durchgeführt.

# **3. Ergebnisse**

## *3.1 Geschlechtseffekte zwischen Lehrern und Lehrerinnen*

Für die Burnout-Dimensionen ist festzustellen, alle drei Dimensionen moderat ausgeprägt sind (vgl. Tabelle 1). Lehrer erleben Depersonalisation stärker als Lehrerinnen, während für emotionale Erschöpfung und reduzierte Leistungsfähigkeit keine Geschlechtsunterschiede bestehen. In den arbeitsbezogenen Variablen zeigt sich, dass Lehrer mehr Stunden und mehr Klassen unterrichten. Die Geschlechtsunterschiede im ERI-Ratio (Lehrer:  $0,7 \pm 0,3$ ; Lehrerinnen:  $0,6 \pm 0,2$ ;  $p=0.065$ ) und in der Arbeitsfähigkeit sind praktisch unbedeutsam. In den gesundheitsbezogenen Variablen lassen sich keine Unterschiede in der psychischen Beeinträchtigung feststellen. Lehrer geben weniger physische und psychische Beschwerden an, weisen aber ungünstigere Blutdruck- und BMI-Werte (Lehrer:  $27 \pm 3$ ; Lehrerinnen:  $25 \pm 4$ ;  $p=.001$ ;  $d= .39$ ) auf, was sich auch in einem höheren Anteil Übergewichtiger widerspiegelt. Die Erholungsunfähigkeit ist bei Lehrern geringer ausgeprägt, während sich im Kohärenzsinn keine Unterschiede finden lassen.

**Tabelle 1:** Unterschiedstests zur Ermittlung von Geschlechtsunterschieden (VZ: Vollzeit; TZ: Teilzeit; MW: Mittelwert ; SD: Standardabweichung)

Variable		Lehrer (N=83)	Lehrerinnen (N=630)	Signifikanz (Effektstärke)
<b>Burnout [Range: 1 – 6]</b>				
Emotionale Erschöpfung	MW ± SD	3,2 ± 0,8	3,2 ± 0,8	.617 n.s.
Depersonalisation	MW ± SD	2,5 ± 0,8	2,2 ± 0,7	.000 (.51)
Reduzierte Leistungsfähigkeit	MW ± SD	2,4 ± 0,4	2,4 ± 0,5	.900 n.s.
<b>Arbeitsbezogene Variablen</b>				
Arbeitszeit [Zeitstunden] TZ	MW ± SD	42 ± 13	36 ± 10	.089 n.s.
VZ		41 ± 8	42 ± 9	.322 n.s.
Unterricht [Schulstunden.] TZ	MW ± SD	16 ± 3	16 ± 3	.354 n.s.
VZ		23 ± 3	22 ± 2	.062 n.s.
TZ+VZ		21 ± 4	20 ± 4	.000 (.46)
Klassengröße [Schüleranzahl]	MW ± SD	20 ± 4	20 ± 4	.682 n.s.
unterrichtete Klassen [Anzahl]	MW ± SD	9 ± 3	6 ± 3	.000 (.81)
ERI-Risiko (ERI-Ratio ≥ 1)	% (Anzahl)	13 (11)	7 (43)	.037 (.16)
Arbeitsfähigkeit [Punkte: 7 - 39]	MW±SD	39 ± 5	38 ± 6	.035 (.25)
<b>Gesundheitsbezogene Variablen</b>				
Physische Beschwerden	MW ± SD	5 ± 4	8 ± 6	.000 (.48)
Psychische Beschwerden	MW ± SD	2 ± 2	3 ± 3	.005 (.31)
Psychische Beeinträchtigung	MW ± SD	3 ± 3	2 ± 3	.089 n.s.
Systolischer Blutdruck [mmHg]	MW ± SD	142 ± 17	131 ± 17	.000 (.61)
Diastolischer Blutdruck [mmHg]		93 ± 11	90 ± 11	.029 (.26)
Übergewicht (BMI ≥ 24)	% (Anzahl)	84 (70)	54 (337)	.000 (.41)
<b>Personenbezogene Variablen</b>				
Kohärenzsinn [Range: 9 - 63]	MW ± SD	52 ± 6	51 ± 6	.222 n.s.
Erholungsunfähigkeit [Range: 6 - 24]	MW ± SD	14 ± 4	16 ± 4	.000 (.43)

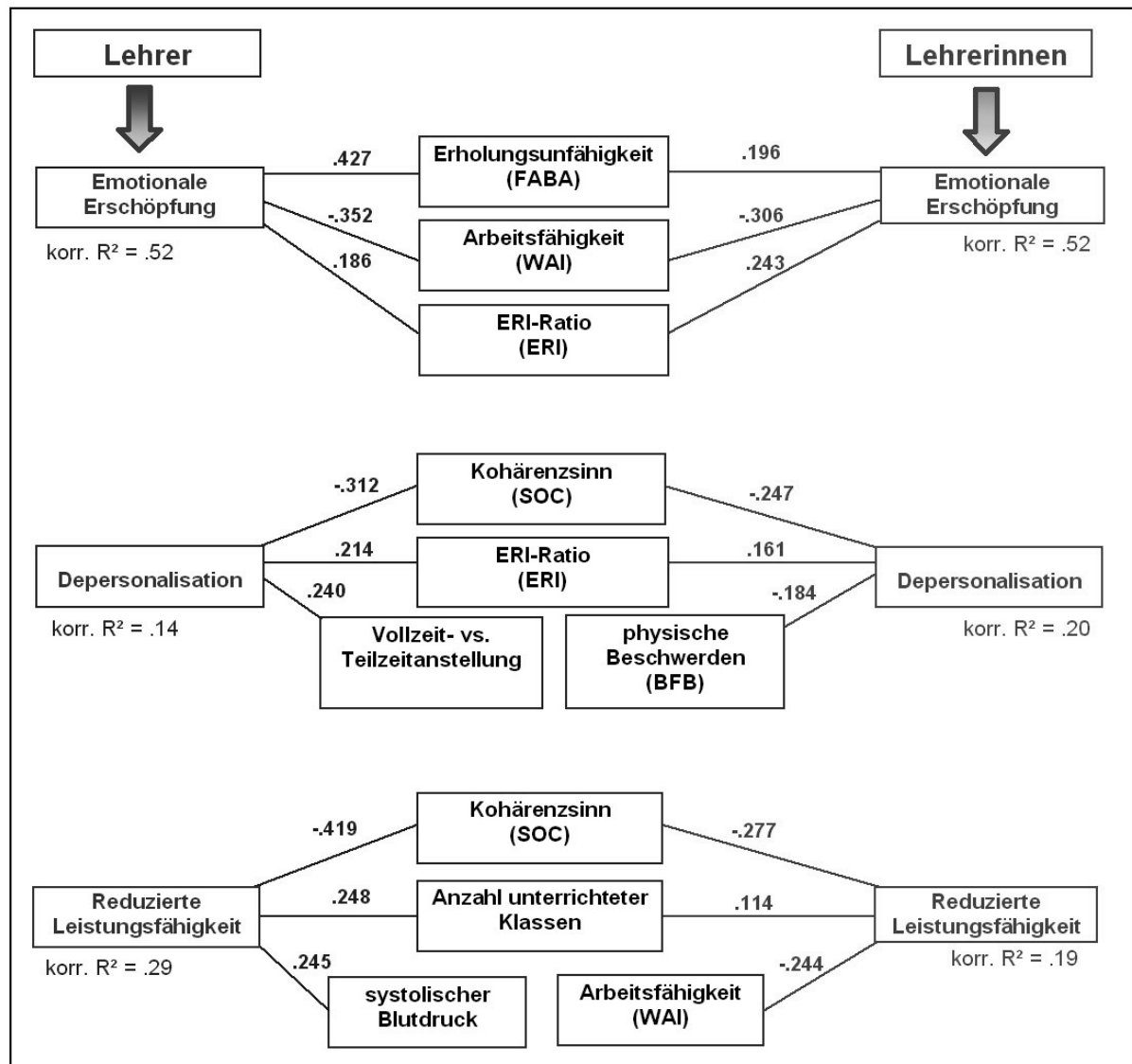
### 3.2 Geschlechtsspezifische Prädiktoren der Burnout-Dimensionen

Die jeweils stärksten Prädiktoren der verschiedenen Regressionsanalysen sind in Abbildung 1 dargestellt. Für alle sechs Modelle erwiesen sich Variablen aus dem personenbezogenen Bereich als stärkster Prädiktor (SOC und Erholungsunfähigkeit). Des Weiteren scheinen Arbeitsfähigkeit als auch das ERI-Ratio, insbesondere mit der Kerndimension emotionale Erschöpfung assoziiert zu sein.

## 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Die moderate Ausprägung der Burnout-Dimensionen in dieser Stichprobe stimmt mit den Ergebnissen anderer Studien überein, die ebenfalls eine geringe Beanspruchung sächsischer Lehrkräfte aufzeigen konnten (Seibt et al. 2004). Das erhöhte Depersonalisationserleben der Lehrer steht in Einklang mit den bisherigen Erkenntnissen zu Geschlechtsspezifik des Burnouts (für einen Überblick siehe Rösing 2003). Die gefundenen Geschlechtsunterschiede in den arbeitsbezogenen Variablen lassen sich auf die unterschiedlichen Anteile an Teilzeitarbeit zurückführen. Hier ist der hohe Frauenanteil der Teilzeitbeschäftigten zu beachten. Aus den Ergebnissen der Regressionsanalysen, welche die Bedeutung personenbezogener Merkmale betonen, kann die Forderung einer stärker transaktionistisch ausgerichteten Betrachtung der Burnoutkorrelate und -ursachen unterstützt werden. Demnach stellen personeninterne Merkmale einen wichtigen Ansatzpunkt für Präventions- und Interventionsmaßnahmen dar, die bisher zugunsten arbeitsplatzbezogener Merkmale oft vernachlässigt wurden.

sigt wurden.



**Abbildung 1:** Regressionsanalysen (Beta-Gewichte) - stärkste Prädiktoren der und Burnout-Dimensionen getrennt nach Geschlecht

## 5. Literatur

1. Büssing, A. & Perrar, K.M. 1992, Die Messung von Burnout. Untersuchung einer Deutschen
2. Fassung des Maslach Burnout Inventory (MBI-D), Diagnostica, 38, 328-353.
3. Deutsche Hochdruckliga (DHL) 2008, Leitlinien zur Behandlung der arteriellen Hypertonie (Online-Dokument), verfügbar unter: <http://leitlinien.net/046-001.pdf> Datum des Zugriffs: 24.11.2008.
4. Goldberg, D.P. & Williams, P.A. 1991, A User's Guide to the General Health Questionnaire. Windsor: NFER-Nelson.
5. Hasselhorn, H.M. & Freude, G. 2007, Der „Work Ability Index – Ein Leitfaden. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
6. Höck, K. & Hess, H. 1975, Der Beschwerdefragebogen (BFB) - ein Siebtestverfahren der Neurosediagnostik für Ärzte und Psychologen. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
7. Richter, P., Rudolf, M. & Schmidt, C.F. 1996, Fragebogen zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigungen. Frankfurt am Main: Swets.

8. Rödel, A., Siegrist, J., Hessel, A. & Brähler, E. 2004, Fragebogen zur Messung beruflicher Gratifikationskrisen: Psychometrische Testung an einer repräsentativen Stichprobe, *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 25, 227–238.
9. Rösing, I. 2003, Ist die Burnout-Forschung ausgebrannt? Analyse und Kritik der internationalen Burnout-Forschung. Heidelberg: Asanger Verlag.
10. Schumacher, J., Gunzelmann, T. und Brähler, E. 2000, Deutsche Normierung der Sense of Coherence Scale von Antonovsky, *Diagnostica*, 46, 208-213.
11. Seibt, R., Thinschmidt, M., Lützkendorf, L., Knöpfel, D. 2004, Arbeitsfähigkeit und Vitalität bei Gymnasiallehrern unterschiedlicher Altersklassen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
12. Seibt, R. & Dutschke, D. 2005, Fragebogen zur Berufsanamnese, unveröffentlicht.



## **Kommissionierarbeit in Kälte – Subjektives Erleben und physiologische Beanspruchungsreaktionen**

Mario PENZKOFER, Karsten KLUTH und Helmut STRASSER

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen,  
Paul-Bonatz-Str. 9-11, D-57068 Siegen*

**Kurzfassung:** Im Rahmen einer Felduntersuchung sollten 62 Kommissionierer mit langjähriger Berufserfahrung in Tiefkühlzentren u.a. ihre Arbeitsbedingungen und potentielle körperliche Beschwerden während ihrer Tätigkeit unter Kälteexpositionen von +3°C (im Kühlbereich) und -24°C (im Tiefkühlbereich) beurteilen. Den Ergebnissen der Befragung werden objektive Messdaten gegenübergestellt, die im Zuge einer weiteren Feldstudie ermittelt wurden. Dabei waren sowohl im Kühl- als auch im Tiefkühlbereich in schichtbegleitenden Ganztagsanalysen an 30 Arbeitspersonen (Apn) aus zwei Altersklassen verschiedene arbeitsphysiologisch relevante Parameter gemessen worden. Die beiden Untersuchungen ergaben recht homogene Befunde, beispielsweise bezüglich der erlebten Beanspruchung und der Herzschlagfrequenz, wonach die Kommissionierarbeit in Kälte als physisch sehr anspruchsvoll ausgewiesen wird.

**Schlüsselwörter:** Kältearbeit, Kälteempfinden, körperliche Beschwerden, Herzschlagfrequenz.

### **1. Einleitung**

Der Verzehr von gekühlten bzw. tiefgefrorenen Lebensmitteln wird weltweit immer beliebter. Allein in den letzten fünf Jahren stieg der Pro-Kopf-Verbrauch an Tiefkühlkost in Deutschland um 4 kg. Um zu gewährleisten, dass diese Lebensmittel in der gewünschten Qualität beim Verbraucher ankommen, müssen spezielle Schutzmaßnahmen zur Sicherung der geschlossenen Kühlkette vom Hersteller bis hin zur Verkaufsstelle getroffen werden, um sie vor dem Verderb zu schützen. Ein wichtiges Bindeglied zwischen Hersteller und Handel stellen Tiefkühlzentren dar, in denen die gekühlten bzw. tiefgefrorenen Waren vor der Auslieferung zwischengelagert und nach Anforderung individuell zusammengestellt, d.h. kommissioniert werden. Das Arbeiten in einem Tiefkühlzentrum bedingt die Notwendigkeit, dass sich das Personal längere Zeit im Temperaturbereich von +3°C für „Kühlware“ bzw. im Temperaturbereich um -24°C für „Tiefkühlware“ aufhalten muss.

Dem Schutz des Personenkreises, insbesondere denjenigen, die diesen Temperaturen ständig ausgesetzt sind, gebührt deshalb besondere Aufmerksamkeit. Fehlt ein ausreichender Schutz vor Kälte, sind potentielle Schädigungen nicht auszuschließen. Langfristig können unter Umständen chronische Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems (Rheuma), der Atemwege, der Harnorgane und des peripheren Gefäßsystems auftreten.



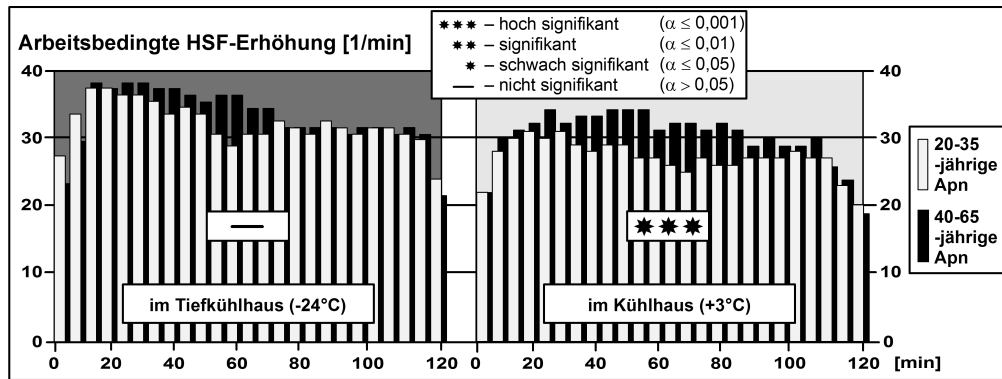
## 2. Methode

Um eventuelle – auch altersbedingte – Beeinträchtigungen und Gesundheitsgefahren des Personals aufgrund der Kälteexpositionen von  $+3^{\circ}\text{C}$  bzw.  $-24^{\circ}\text{C}$  identifizieren zu können, wurden in einer subjektiven Befragung Kälteempfindungen von 62 Kommissionierern im Alter von 19-49 Jahren eines Lebensmittel-Discounters in 24 Tiefkühlzentren ermittelt. Dabei wurden u. a. das zeitabhängige Kälteempfinden, die Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der Arbeitszeitregelung sowie die physischen Auswirkungen der Kommissioniertätigkeit auf eventuelle körperliche Beschwerden abgefragt. Dazu wurde ein standardisierter und strukturierter Fragebogen eingesetzt, der in Einzelinterviews und somit unter Aufsicht ausgefüllt wurde. So konnte eine Rücklaufquote von 100% gewährleistet und das Auftreten von Gruppeneffekten vermieden werden. Zur Vereinfachung der Antworten wurde bei skalierten Fragen, bei denen die Befragten ihre Zustimmung oder Ablehnung auf einer vorgegebenen Ordinalskala bekunden konnten, die Gesichtsskala nach Kunin (1955) verwendet, die sich schon früher vielfach bewährt hatte. Zur Beurteilung körperlicher Beschwerden wurden spezielle Grafiken eingesetzt, die auf einer kompatiblen Visualisierung der betroffenen Körperteile beruhen.

Im Vergleich dazu wurden zusätzlich die Auswirkungen der Kältearbeit auf die Beanspruchung von jeweils 15 Arbeitspersonen in den Altersklassen „20-35 Jahre“ und „40-65 Jahre“ gemessen. Dazu dienten insgesamt 75 schichtbegleitende Ganztagsanalysen sowohl im Kühl- als auch im Tiefkühlbereich. Zur Objektivierung der physischen Beanspruchung bei der Arbeit in Kälte wurden die arbeitsphysiologisch als wichtig erachteten Parameter „Herzschlagfrequenz“ und „Hautoberflächentemperatur“ kontinuierlich während der 80, 100 und 120 min langen Arbeitsphasen registriert. Der Blutdruck und die Körperkerntemperatur wurden diskontinuierlich alle 15 min gemessen. Zur Kennzeichnung der Schwere der körperlichen Arbeit wurde zudem der Energieumsatz bestimmt. Im Folgenden können auszugsweise lediglich einige Ergebnisse dargestellt werden.

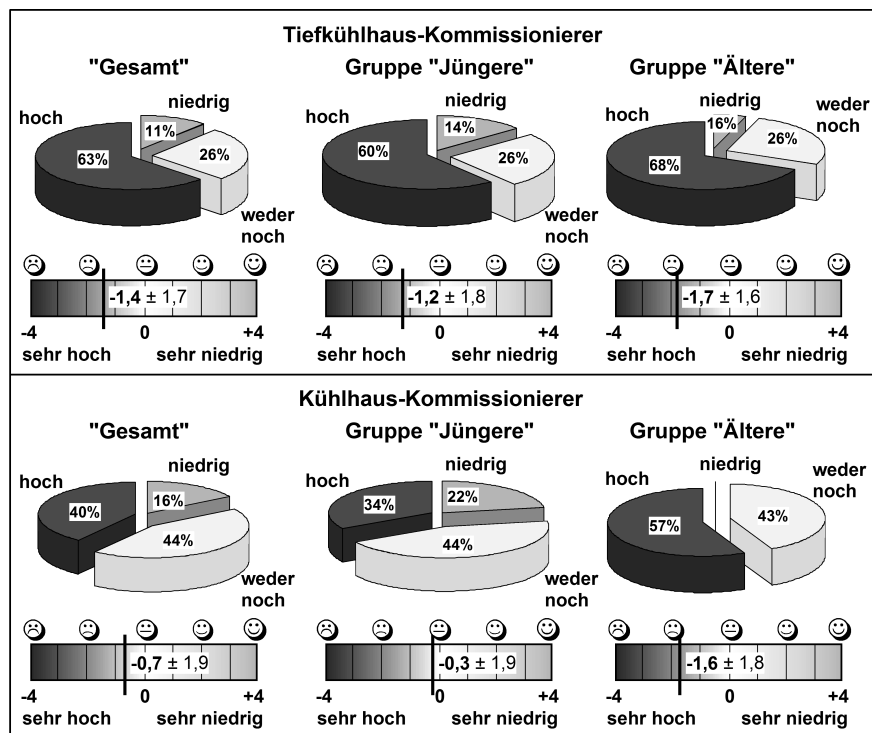
## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die bei den jüngeren und älteren Apn im Tiefkühlbereich ermittelten arbeitsbedingten Herzschlagfrequenzerhöhungen (vgl. Abbildung 1, links) indizierten eine Beanspruchung, die für ein Arbeiten an bzw. bereits zeitweise oberhalb der Dauerleistungsgrenze spricht. Über längere Zeitabschnitte konnten Erhöhungen über dem im Sitzen gemessenen Ruhepuls von ca. 35 Schlägen/min während der 120-minütigen Arbeitsphase ermittelt werden. Eine statistische Analyse auf der Grundlage eines 2-seitigen t-Tests nach Sachs (1974) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen, auch wenn die Arbeitspulse der Älteren zumindest zeitweise etwas höher waren. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zu bedenken, dass die potentielle Herzfrequenz-Antwort auf eine vorgegebene Belastung mit zunehmendem Alter geringer wird. Nach Tanaka et al. (2001) ist von einer Abnahme der maximalen Herzschlagfrequenz um etwas mehr als einen Schlag/min pro Lebensjahr auszugehen, so dass ein höherer Auslastungsgrad des Herzens mit steigendem Alter angenommen werden muss. Somit ist das annähernd gleiche Arbeitspulsniveau bei zusätzlich höheren Ruhepulsen für die älteren Kommissionierer (nämlich 77 gegenüber 70 Schlägen/min) durchaus problematischer.



**Abbildung 1:** Arbeitspulsprofile von jeweils 15 männlichen Apn im Alter von 20-35 Jahren und 40-65 Jahren, dargestellt als 5-Minuten Mittelwerte über eine 120-minütige Arbeitsphase im Tiefkühlhaus bei -24°C (links) und im Kühlhaus bei +3°C (rechts)

Im Kühlbereich bei +3°C führte die hinsichtlich Belastungshöhe und Zeitverlauf gleiche Arbeit – mit allerdings entsprechend angepasster und leichterer Kälteschutzkleidung – vor allem bei den jüngeren Apn zu einem um 5-10 Schläge/min niedrigeren Niveau der Arbeitspulse (vgl. Abbildung 1, rechts). Eine altersdifferenzierte Betrachtung der arbeitsbedingten Herzfrequenzerhöhung liefert hoch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen.



**Abbildung 2:** Altersdifferenzierte, subjektiv erlebte Beanspruchung der Kältekommissionierer auf der Grundlage einer bipolaren Skala von -4 („sehr hoch“) bis +4 („sehr niedrig“), getrennt für die Arbeit im Tiefkühlbereich (oben) und Kühlbereich (unten)

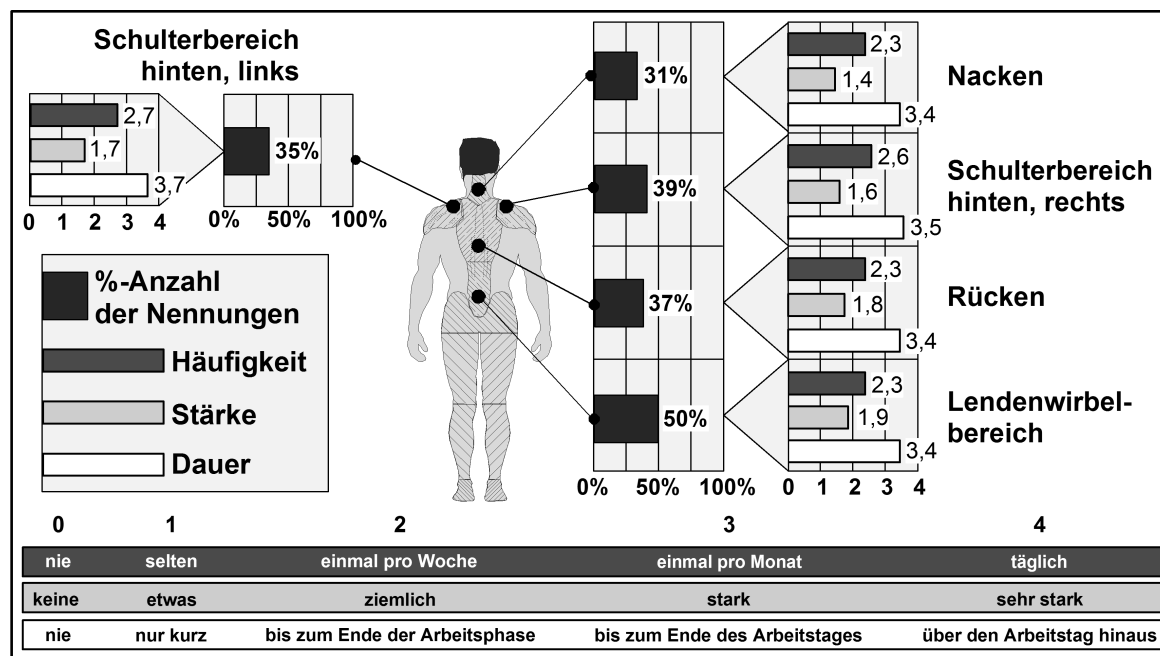
Die Aussagen zur subjektiv erlebten körperlichen Beanspruchung decken sich in gewissen Bereichen mit diesem Sachverhalt. Nach Abbildung 2 (oben) empfanden immerhin 63% der Befragten die Arbeit im Tiefkühlbereich als körperlich hoch beanspruchend. Lediglich 11% bewerteten sie als wenig fordernd. Im Mittel wurde für die subjektiv empfundene Beanspruchung – auf einer bipolaren Skala von „-4“ (sehr

hoch) bis „+4“ (sehr niedrig) – jedoch nur ein Wert von „-1,4“ ausgewiesen. Mit 68% gegenüber 60% hoch Beanspruchten und einem Mittelwert von „-1,7“ gegenüber „-1,2“ fühlten sich auch etwas mehr Ältere etwas stärker beansprucht.

Die Arbeit im Kühlbereich (vgl. Abbildung 2, unten) wird grundsätzlich als deutlich niedrigere körperliche Anforderung empfunden. Im Mittel wurde sie mit -0,7 eingestuft. Wie schon bei der Herzschlagfrequenz treten hier wiederum altersspezifische Unterschiede auf. Während die älteren die Arbeit als ähnlich schwer bewerteten wie die gleiche Arbeit bei -24°C, stellte sie für die jüngeren mit einem Wert von -0,3 keine besonders hohe Beanspruchung dar.

Bei durchschnittlichen Kommissionierleistungen von 1,6 t/h in 230 Umsetzvorgängen und Einzelgewichten von bis zu 15 kg schien es ebenfalls notwendig, die physischen Auswirkungen der Kommissioniertätigkeit auf eventuelle körperliche Beschwerden zu hinterfragen. In Abbildung 3 ist die subjektive Beurteilung der körperlichen Beschwerden in den jeweils betroffenen Körperregionen im Tiefkühlager dargestellt. Vor allem im hinteren Schulterbereich sowie im Hals-, Brust- und Lendenwirbelbereich wurden zwar nicht von allen, jedoch von einem nennenswerten Teil der Befragten Beschwerden verspürt. In diesen Problemregionen traten die Beschwerden höchstens bis zu einmal pro Woche auf, wurden mit einer Ausprägung bis zu „2“ als „ziemlich stark“ empfunden und waren meist am nächsten Arbeitstag noch nicht abgeklungen. Für die Arbeit im Kühlbereich galt ähnliches.

Kommissionierarbeit in Kälte ist somit eine sowohl objektiv belegbare als auch subjektiv erlebbare physisch anspruchsvolle Tätigkeit, wobei der Einfluss des Alters auf die Erträglichkeit nicht ausgeblendet werden darf (vgl. Penzkofer et al. 2008). Mit zunehmendem Alter wird die Arbeit für die Mitarbeiter natürlich etwas schwerer.



**Abbildung 3:** Subjektive Beurteilung der körperlichen Beschwerden mit Häufigkeit, Stärke und Dauer in den visualisierten Körperbereichen. Mittelwerte über die reduzierte Anzahl [in %] derjenigen Tiefkühlhauskommissionierer, die überhaupt Beschwerden hatten

#### 4. Literatur

1. Kunin, T. 1955, The construction of a new type of attitude measure, *Personnel Psychology*, 8, 65-78.
2. Penzkofer, M., Kluth, K. & Strasser, H. 2008, Physiological responses of male subjects to cold exposures at +3°C and -24°C during warehouse commissioning work. In: W. Karwoski & G. Salvendy (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference of Applied Human Factors and Ergonomics (AEI 2008)*. Las Vegas-USA: USA Publishing.
3. Sachs, L. 1974, *Angewandte Statistik, Planung und Auswertung. Methoden und Modell*. Heidelberg: Springer-Verlag, 209-216.
4. Tanaka, H., Monahan, K. & Seals, D. 2001, Age-predicted maximal heart rate revisited, *Journal of the American College of Cardiology*, 37, 153-156.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Projekt-Nr. DFG STR 392/5-1).



## Objektive und subjektive Messungen zur bequemen vertikalen Blickneigung

Franziska SCHULZ<sup>1</sup> und Wolfgang JASCHINSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Studiengang Augenoptik, Fachhochschule Jena,  
Carl-Zeiss-Promenade 2, D-07745 Jena

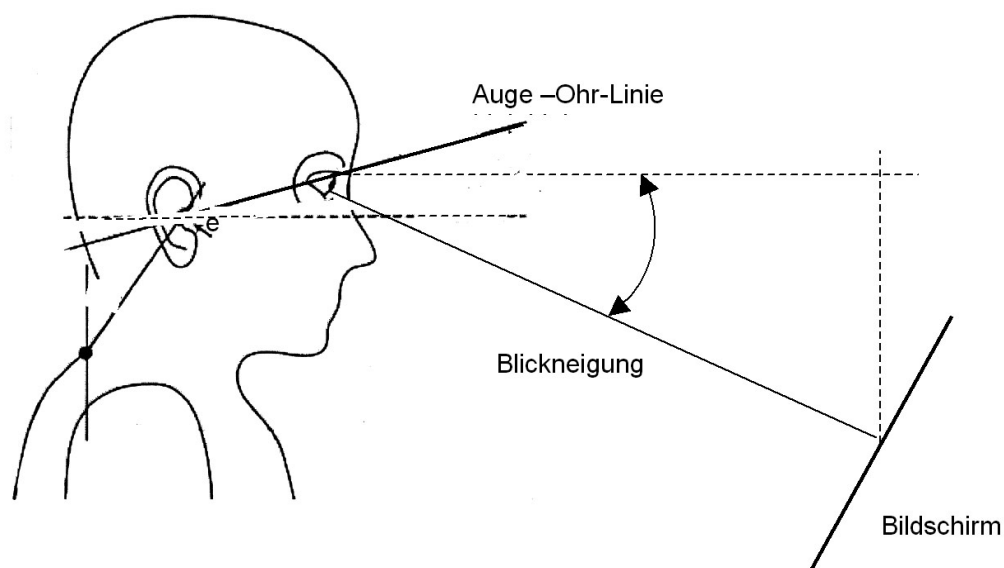
<sup>2</sup> Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund,  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund

**Kurzfassung:** In Bezug auf die Bildschirmarbeitsplatz-Ergonomie wurde mit verschiedenen Sehtestverfahren untersucht, welches die Ruhelage der vertikalen Blickrichtung der Augen ist, bzw. welche Blickneigung als anstrengungsarm empfunden wird; dabei nahmen die Probanden eine bequeme Kopfhaltung ein. Alle Verfahren zeigten zuverlässige individuelle Unterschiede der angenehmen Blickneigung in einem Bereich zwischen horizontal und 20 Grad abwärts. Diese Unterschiede zwischen Personen können mit einem praxisgerechten Schnelltest abgeschätzt werden, um flexibel aufstellbare Flachbildschirme den individuellen Dispositionen anzupassen.

**Schlüsselwörter:** Bildschirmaufstellung, Blickneigung.

### 1. Einleitung

Am Bildschirmarbeitsplatzes besteht oft die Frage, in welcher Höhe der Bildschirm relativ zum Auge aufgestellt werden sollte, um Sehbeschwerden und Muskel-Skelett-Beschwerden zu vermeiden. Aus den bequemen Ruhepositionen von Kopf und Auge lässt sich die Höheneinstellung des Computers ableiten (Abbildung 1). Wegen widersprüchlicher Angaben in Forschung und praktischen Empfehlungen untersuchen wir die Ruheblickneigung bei bequemer Kopfhaltung.



**Abbildung 1:** Aus der Kopfneigung relativ zum Rumpf und der Augenneigung relativ zum Kopf resultiert die Blickneigung relativ zur Horizontalen



## 2. Methode

Bei 21 normalsichtigen Probanden im Alter von 18 bis 42 Jahren untersuchten wir in zwei Sitzungen mit etwa einwöchigem Abstand die Ruheblickneigung mit den folgenden vier Verfahren.

- Objektive Messung der vertikalen Ruheblickneigung: Mit dem Video-Eyetracker Eyelink II wurde zwischen zwei Kalibrierungsphasen die vertikale Augenstellung gemessen, während die Probanden für 60 s in Dunkelheit ihre Augen entspannten.
- Praxisgerechtes Schnelltest-Verfahren: Vor dem Probanden steht eine quadratische Kartonsäule, auf jeder Seite bedruckt mit vertikal angeordneten Zeichen. Man schließt die Augen, bewegt sie aufwärts und abwärts, um die angenehme Blickneigung zu finden. Beim Öffnen der Augen gibt man an, welches Sehzeichen man spontan fixierte. Dies wird mit jeder Seite der Säule wiederholt.
- Anstrengungsbeurteilung durch Kraftausübung: bei Blickneigungen von 10, 0, -10, -10, -30, -40, -50 Grad übt man jeweils eine Kraft auf einen Drucksensor aus, um damit das Ausmaß der Anstrengung zu beurteilen, das man beim Fixieren eines Sehobjekts für 10 s in die jeweilige vertikale Blickrichtung empfindet. Durch eine Parabelanpassung an die gemessenen Kräfte wurde diejenige Blickneigung ermittelt, wo die empfundene Sehanstrengung minimal ist (Menozzi et al. 1994).
- Bevorzugte Blickneigung: Man beobachtet ein Sehzeichen, das abwechselnd von oben und von unten ins Blickfeld geführt wird, und gibt den Punkt an, der angenehm erscheint. Der Mittelwert aus dem oberem und unteren Grenzwert ergibt sich die bevorzugte Blickneigung (Heuer et al. 1991; Hill & Kroemer 1986).

Alle Messungen erfolgten bei einer bequemen individuellen Kopfhaltung: Sie wurde bestimmt, indem der Proband den Kopf wiederholt aufwärts und abwärts neigten, bis sie eine angenehme Kopfposition empfanden; dies geschah mit geschlossenen Augen, um Einflüsse von Blickrichtungen auf Objekte im Raum auszuschließen. Diese bequeme Kopfhaltung wurde als Neigung der Auge-Ohr-Linie gemessen. Eine flexible Kopfstütze wurde so eingestellt, dass bei allen Messungen die individuell bequeme Kopfhaltung eingenommen wurde.

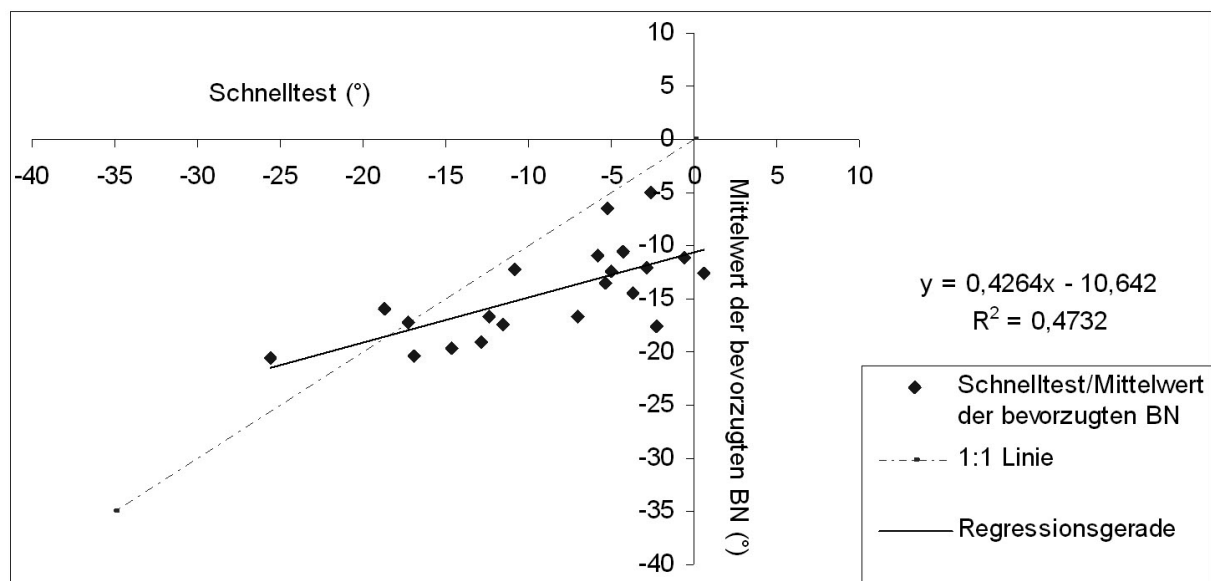
**Tabelle 1:** Für jedes Messverfahren sind dargestellt: Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung, Test-Retest-Korrelationskoeffizient  $r$  als Maß der Reliabilität und Korrelationen zwischen den gepaarten Messverfahren von Typ 1 (a versus b,  $r = 0.84$ ) bzw. vom Typ 2 (c versus d,  $r = 0.71$ ). Alle Korrelationen sind signifikant mit  $p > 0.001$

	Messgröße	Mittelwert $\pm$ SD	Test-Retest	Interkorrelationen
	Typ 1			
a	Objektive Ruheblickneigung	- 8,6 $\pm$ 7.9 Grad	$r = 0,82$	$r = 0,71$
b	Schnelltest-Ruheblickneigung	- 8,8 $\pm$ 6.9 Grad	$r = 0,91$	
	Typ 2			
c	Blickneigung minimaler Anstrengung	- 14,0 $\pm$ 5,1 Grad	$r = 0,75$	$r = 0,84$
d	Bevorzugte Blickneigung	- 14,4 $\pm$ 4,3 Grad	$r = 0,87$	

### 3. Ergebnisse

Tabelle 1 beschreibt die Daten der vier Messverfahren, die jeweils signifikante Test-Retest-Korrelationen aufwiesen. Ein Vergleich der Blickneigung minimaler Anstrengung (c) und der bevorzugten Blickneigung (d) zeigte keinen signifikanten Mittelwertsunterschied und eine hohe Interkorrelation ( $r=0,84$ ); dies traf auch zu für den Vergleich der Ruheblickneigungen, die objektiv (a) bzw. mit dem Schnelltest (b) gemessen wurden ( $r=0,71$ ).

Es lassen sich offenbar zwei Typen der gemessenen Blickneigungen unterscheiden, denn wir fanden signifikante ( $p<0.002$ ) Mittelwertsunterschiede, wenn die Maße vom Typ 1 (a und b) verglichen wurden mit Maßen vom Typ 2 (c und d); der Mittelwertsunterschied betrug etwa 5 Grad: die vier möglichen Paardifferenzen dieser Art (a-c, a-d, b-c, b-d) waren statistisch signifikant ( $t>3,0$ ;  $p<0,005$ ).



**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen der mit dem Schnelltest gemessenen Ruheblickneigung und der bevorzugten Blickneigung für die 21 Probanden. Der Koordinatenursprung bedeutet eine horizontale Blickrichtung; je negativer die Messwerte, umso stärker ist der Blick abwärts geneigt

Abbildung 2 illustriert die individuelle Unterschiedlichkeit in der Ruheblickneigung am Beispiel des Zusammenhangs zwischen den Befunden der bevorzugten Blickneigung (als Beispiel eines Verfahrens vom Typ 2) und den Ergebnissen des Schnelltests (als Beispiel eines Verfahrens vom Typ 1). Die individuellen Datenpunkte erstrecken sich über einen Bereich zwischen der Horizontalen und 25 Grad abwärts. Mit einer Varianzaufklärung von 47% wird diese individuelle Unterschiedlichkeit von beiden Messverfahren wiedergegeben. Allerdings ist die bevorzugte Blickneigung bei fast allen Personen niedriger als das Ergebnis des Schnelltests; im Mittel beträgt diese Differenz 5,6 Grad; entsprechend liegt die Regressionsgerade unterhalb der 1:1 Linie.

### 4. Diskussion

Im Gruppenmittel ist die Ruheblickneigung mit minimaler Anstrengung und auch

die bevorzugte Blickneigung um etwa 12 Grad abwärts geneigt, wenn Personen ihre bequeme Kopfhaltung einnehmen. Allerdings hat diese Studie deutliche individuelle Unterschiede aufgezeigt: es gibt manche Probanden mit einer eher horizontalen Ruheblickneigung, während andere ihren Blick um bis zu etwa 20° nach unten neigen und dies anstrengungsarm empfinden. Folglich können Empfehlungen für die Bildschirmposition nur individuell sein.

Allerdings besteht das praktische Problem, wie man seine individuelle Ruheblickneigung findet, denn bei den hier durchgeführten Sehtestverfahren handelt es sich um Labormethoden, die in der Praxis nicht zur Verfügung stehen. Will man ein mehrmaliges aufwendiges Umgestalten des Arbeitsplatzes vermeiden, dann lässt sich das hier vorgestellte Schnelltest – Verfahren folgendermaßen auf die Arbeitsplatzsituation übertragen. Man nimmt am Arbeitsplatz eine ergonomisch günstige Sitzhaltung und Kopfposition ein (wie oben beschrieben), schließt dann seine Augen, bewegt sie auf- und abwärts und sucht so eine angenehme Augenhaltung, ohne sich an der tatsächlichen Bildschirmhöhe zu orientieren. Wenn man beim Augenöffnen spontan in die obere Hälfte des Bildschirms blickt, dann ist der Bildschirmmitte in günstiger Höhe, denn die anstrengungsärmste Position liegt etwas unterhalb des Ergebnisses des Schnelltest-Verfahrens (und auch der objektiven Messungen). Ist der spontane Blick beim Augenöffnen nicht in die obere Bildschirmhälfte gerichtet, dann sollte der Bildschirm in der Höhenposition entsprechend verstellt werden. Für eine solche individuelle Höhenpositionierung muss jedoch der Flachbildschirm sehr flexibel verstellbar sein, was bei derzeitigen Modellen jedoch eher selten der Fall ist.

Weitere Aspekte der Bildschirmergonomie, wie die Wahl des Sehabstandes bzw. die spezielle Situation von alterssichtigen Personen mit Gleitsichtbrillen sind beschrieben in Jaschinski (1999a, b), Jaschinski & Heuer (1998) bzw. Jaschinski (2008), Jaschinski & Haensel (2009) und auch unter [www.ifado.de/vision](http://www.ifado.de/vision).

## 5. Literatur

1. Heuer, H., Brüwer, M., Römer, Kröger, H. & Knapp, H. 1991, Preferred vertical gaze direction and observation distance, *Ergonomics*, 34, 379 – 392.
2. Hill, S. & Kroemer, K. 1986, Preferred declination of the line of sight, *Human Factors*, 28, 127 – 134.
3. Jaschinski, W. 1999a, Die Bedeutung von Sehabstand und Blickneigung für individuelle Sehfunktionen und visuelle Ermüdung am Bildschirmarbeitsplatz, *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 34, 225-230.
4. Jaschinski, W. 1999b, Zur individuellen ergonomischen Gestaltung am Bildschirmarbeitsplatz: Sehabstand und Blickneigungswinkel, *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 34, 277-281.
5. Jaschinski, W. 2008, Niedrig aufgestellte Flachbildschirme erleichtern die Benutzung von Universal-Gleitsichtbrillen am Bildschirmarbeitsplatz, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 58, 172-180.
6. Jaschinski, W. & Heuer, H. 1998, Preferred position of visual displays relative to the eyes: a field study of visual strain and individual differences, *Ergonomics*, 41, 1034-1049.
7. Menozzi, M., v. Buol, A., Krueger, H. & Miège, Ch. 1994, Direction of gaze and comfort: discovering the relation for the ergonomic optimization of visual tasks, *Ophthalmic and Physiological Optics*, 14, 393 – 399.
8. Jaschinski, W. & Haensel, C. 2009, Messungen der Schärfenbereiche von Brillen für den Bildschirmarbeitsplatz. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA Press, 617-620.

## **Workshopbeiträge**



## Stellenwert und Bandbreite arbeitsorganisatorischer Leitbilder

Uwe DECHMANN, Arno GEORG und Gerd PETER

*Sozialforschungsstelle Dortmund, TU Dortmund,  
Evinger Platz 17, D-44339 Dortmund*

**Kurzfassung:** Zusammenfassung der Synopse „Arbeitsorganisatorische Leitbilder“, ein Projekt des Thematischen Initiativkreises „Arbeitssysteme in der Produktion“ der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA).

**Schlüsselwörter:** Arbeitsorganisation, Leitbilder.

### 1. Einleitung

Die in 2005 entstandene kontroverse Debatte um neue Leitbilder der Produktionsarbeit (Detje et al. 2006; Gryglewski 2007; Dechmann et al. 2007) bezog sich vornehmlich auf die Metallindustrie, insbesondere die Montage in der Automobilindustrie und kreiste um die Frage der Notwendigkeit oder Gefahr einer Re-Taylorisierung von Produktionsarbeit. Diese Debatte berührte die Arbeit des Thematischen Initiativkreises (TIK) INQA-Produktion (<http://www.inqa.de/Inqa/Navigation/Themen/produktion.html>) der gleichnamigen Initiative der Bundesregierung in mehrfacher Hinsicht, vor allem im Aktionsfeld „Gesellschaftliche Debatte arbeitsorganisatorischer Leitbilder“. Sie führte schließlich zum Auftrag für die nachfolgende Synopse. Aufgrund der nach langen Verhandlungen schließlich sehr geringen Ressourcenbereitstellung konnte in deren Rahmen eine, wie ursprünglich geplant, differenzierte empirische Aufarbeitung aktueller Leitbilddebatten und deren Interpretation nach Aktionsfeldern und Disziplinen nicht durchgeführt werden. Vielmehr wird nachfolgend versucht, durch die Fokussierung auf wesentliche Voraussetzungen, Grundlagen und Hintergründe erst einmal den Boden aufzubereiten, auf dem eine Leitbilddebatte Früchte tragen kann. Leitbilder sind keine Dinge, die einfach da sind oder funktionieren. Eine differenzierte empirische Aufbereitung, eine Rekonstruktion geistiger Zusammenhänge macht erst auf theoretischer und reflexiver Grundlage Sinn und ist Voraussetzung für eine Zusammenführung in den einzelnen Handlungsfeldern (Branchen, Problemen, Regionen). Diese müsste in einem möglichen Nachfolgeprojekt geleistet werden.

Ausgangshypothese ist, dass die arbeitsorganisatorischen Leitbilder in der Produktion nur konzipiert und verstanden werden können, wenn sie als eingebettet in ein übergreifendes Wirtschaftshandeln und einen gesellschaftlichen und kulturellen Gesamtzusammenhang gesehen werden, der gerade angesichts „Entgrenzung“ und „Subjektivierung“ von Arbeit an relativer Bedeutung zunimmt und der in seinen Teilen jeweils für sich auch global wirkt. Das berührt die Arbeitspolitik, das berührt die Arbeitswissenschaften in einem existenziellen Sinne. Eine Vorrangstellung oder auch nur ein Nischendasein „Produktion“ ist also nicht weiter gerechtfertigt, gerade weil sie als Ort der Wertschöpfung ein Kernbestandteil einer global zusammenwachsenden Wirtschaft bleiben wird, allerdings in nicht auflösenden Wechselbeziehungen zu Dienstleistungsmärkten und Kulturzusammenhängen (Adami et al. 2008).



## 2. Leitbilder der Arbeitsorganisation der Zukunft

### 2.1 Wozu Leitbilder?

Leitbilder sind zu unterscheiden von Leitideen (im Rahmen von Institutionen, z.B. im Rahmen rechtlicher, organisatorischer Zusammenhänge) und Leitlinien (als arbeitswissenschaftliche Vornormen). Leitbilder sind komplexe Hintergrundüberzeugungen in gesellschaftlichen Zusammenhängen, die in der Lage sind, Ideen, Werte und Interessen zusammenzuführen. Um praktisch zu werden, bedürfen sie der Beispiele (Fälle, Modelle, auch Vorbilder.). Unternehmensleitbilder sind davon abgeleitete, schriftliche fixierte Grundsätze der Unternehmensführung, zumeist ohne rechtliche Verbindlichkeit und unmittelbar praktische Relevanz.

### 2.2 Wandel der Unternehmenskultur – soziale Erwartungsstrukturen – organisatorische Achtsamkeit und Innovationen.

Mit Unternehmenskultur bezeichnen wir die konkrete Sozialordnung in einem Unternehmen, die auf Gegenseitigkeit („Reziprozität“) beruht. Grundlage ist eine Art „psychologischer Vertrag“ zwischen Arbeit und „Firma“. Organisationswandel bedarf der „organisatorischen Achtsamkeit“. Werden Reziprozitätsannahmen verletzt, kommt es durch Disparitäten zu „Grenzkonflikten“. Innovationen bedürfen des dialektischen Zusammenhangs von Reziprozität und Konflikt. Unternehmenskultur, Innovationen, Fairness und Konflikt gehören zusammen.

### 2.3 Das Ganze der Arbeit – Entgrenzte Erwerbsarbeit – Subjektivierung der Arbeit

Arbeit ist die Gesamtheit der gesellschaftlich notwendigen und anerkannten Arbeit. Erwerbsarbeit ist in das Ganze der Arbeit eingebettet und steht in Wechselbeziehungen zu den anderen Arbeitsformen. Erwerbsarbeit wie alle übrigen Arbeitsformen sind gegenwärtig gekennzeichnet durch Prozesse der Subjektivierung von Arbeit bei gleichzeitiger De-Institutionalisierung.

### 2.4 Der Wert der Arbeit – Reproduktion von Arbeitskraft und Lebenserweiterung

Arbeit ist als gesellschaftliche Arbeit in einem arbeitsteiligen Kooperations- und Verwertungszusammenhang organisiert. Reproduktion ist somit Reproduktion von Arbeitskraft und Reproduktion von Lebenskraft gleichermaßen und im Zusammenhang. Mehrarbeit und Mehrwert hängen mit der Reproduktion von Arbeits- und Lebenskraft zusammen und sind deshalb umkämpft.

### 2.5 Grenzkonflikte der Arbeit – der Konflikt um Lohn und Leistung – Grundsicherung

Subjektivierung, Entgrenzung und indirekte Steuerung der Erwerbsarbeit führen zu neuartigen Grenzkonflikten der Arbeit. Beurteilungen der Arbeitssituation beziehen sich jedoch nicht mehr nur allein auf die Lohn-Leistungsproblematik, sondern beziehen die Gesamtheit von Arbeitsqualität mit ein. Der Individualisierung der Arbeitsrisiken soll, so zivilgesellschaftliche Vorstellungen, mit einem allgemeinen Grundeinkommen begegnet werden. Dies würde wie eine „künstliche Vollbeschäftigung“ wirken und hätte weitreichende Auswirkungen auf die industriellen Beziehungen.

## *2.6 Taylorismus und modernes Management – Korridore gesellschaftlicher Reform*

Mit Taylor zog die wissenschaftliche Betriebsführung in die Arbeitswelt ein. Seitdem zielt Arbeitswissenschaft sowohl auf die Objektivierung als auch weitgehende Normierung von Arbeitsbedingungen. Der Widerstreit zwischen der Reproduktion des Kapitals und Reproduktion der Arbeits- und Lebenskraft ist jedoch arbeitswissenschaftlich „objektiv“ nicht auflösbar. Grundlage unternehmenswirtschaftlicher Dynamik ist die aktive Vermittlung zwischen Investitionsbereitschaft und Innovationsfähigkeit sowie der Arbeitszufriedenheit. Hierbei kann Arbeitswissenschaft unterstützend wirken.

## *2.7 Wissensmanagement – Demographie – Diversität*

Wissensmanagement wird zunehmend Voraussetzung für die erfolgreiche Implementation von arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen in Unternehmen. Zentrale Frage ist die Einbeziehung impliziten Wissens in den betrieblichen Wissensraum. Diese spitzt sich zu in Zeichen des demographischen Wandels. Das Management impliziten Wissen setzt auf aktiven Wandel durch Diversity und Beteiligung.

## *2.8 Rationalisierung und Arbeitsgestaltung – Arbeitswissenschaften und Arbeitspolitik im Dilemma?*

Die Arbeitswissenschaft der Zukunft kann jedoch nicht allein Humanwissenschaft sein. Vielmehr müssen Arbeitswissenschaft und Arbeitspolitik auf Rationalisierung wie auf Humanisierung gleichermaßen ausgerichtet werden. Beide sind sich jeweils Ziel und Bedingung. Rationalisierung und Humanisierung stehen im dialektischen Verhältnis, das über Beteiligungsprozesse jeweils sein aktuell mögliches und notwendiges Niveau erreichen kann. Wissenschaftlichen Diskurs und politischen Prozess in einen fruchtbaren Zusammenhang zu bringen hieße, die Ressourcenverteilung für Arbeitsforschung zu demokratisieren.

## *2.9 Duale Arbeitsanalyse – Arbeitssystem, Arbeitssituation und Beteiligung*

Die Gestaltung von Arbeit bedarf einer dualen, objektiven wie subjektiven Arbeitsanalyse. Arbeitssysteme (objektiv) wie Arbeitssituationen (subjektiv) stehen in einem jeweils empirisch zu bestimmenden Entsprechungsverhältnis. Quantifizierende Arbeitsanalysen, qualitative Rekonstruktion und Bewertung typischer Arbeitssituationen und beteiligungsorientierte Problemlösungen in Zirkeln stellen den „Methodenmix“ der Zukunft dar.

## *2.10 Prävention im Setting – Salutogenese und Bewältigungshandeln*

Prävention steht angesichts der flexibilisierten und individualisierten modernen Arbeitsverhältnisse vor neuen Herausforderungen. Neue Ansätze sind: Das WHO-Gesundheitsverständnis, die Salutogenese als Orientierung und der Setting-Ansatz als Konzept der Umsetzung. Der duale Ansatz einer Verhaltens- und Verhältnisorientierung im Unternehmen muss Teil des Gesundheitsmanagement werden.

### *2.11 Dynamisch-differentielle Arbeitsgestaltung, berufliche Kompetenz und Gruppenarbeit*

Arbeit ist die zentrale Reproduktionsform der Menschen, über das Ganze der Arbeit bildet sich auch die menschliche Persönlichkeit und Kultur. Arbeitsteilung und Arbeitsgestaltung entscheiden somit weitreichend nicht nur über die Qualität der Arbeit und ihrer Ergebnisse, sondern auch über die Lebensqualität und kulturelle Entwicklung. Teamarbeit in Teilautonomie wird den Zukunftserfordernissen weitestgehend gerecht – negative Abweichungen aufgrund natürlicher, technischer oder wirtschaftlicher Notwendigkeiten sollten für die Arbeitenden kompensiert werden.

### *2.12 Arbeit der Zukunft – Care-Arbeit*

Care gilt klassisch als „Pflegetätigkeit“. Diese wird angesichts des demographischen Wandels zunehmend wichtiger. Care wird jedoch auch zunehmend als Typ von neuen Arbeitstätigkeiten verstanden, als die Gesamtheit der Tätigkeiten, die Lebenswelt erhalten. Care Arbeit wird somit zum neuen Typus von Arbeit der Zukunft, die auf Nachhaltigkeit orientiert ist.

### *2.13 Arbeit und Nachhaltigkeit*

Arbeit als Reproduktionsform des Menschen ist Schlüsseltätigkeit für Nachhaltigkeit. Ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit zusammen zu denken wird Kernthema der Arbeitswissenschaft der Zukunft.

## **3. Literatur**

1. Adami, W., Lang, C., Pfeiffer, S. & Rehberg, F. (Hrsg.) 2008, Montage braucht Erfahrung: Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage. München/Mering: Hampp.
2. Dechmann, U., Arno, G. & Gerd P. 2007, Das neue Modell von Produktionsarbeit und seine gesellschaftlichen Risiken, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 61, 55-58.
3. Detje, R., Pickshaus, K. & Wagner, H. 2006, Paradigmenwechsel in der Arbeitspolitik, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 60, 140-143.
4. Fürstenberg, F. 1975, Konzeption einer interdisziplinären Arbeitswissenschaft. Göttingen: Schwarz.
5. Gryglewski, S. 2007, Sicherung von Produktionsarbeit in Deutschland. Reformbedarf der arbeitsorganisatorischen Leitbilder, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 61, 47-53.
6. Landau, K. 1997, Verfahren der Arbeitssystemanalyse. In: H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), Handbuch Arbeitswissenschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 613-618.
7. Udris, I. (Hrsg.) 1997, Arbeitspsychologie für morgen. Herausforderungen und Perspektiven. Heidelberg: Asanger.
8. Zülch, G. 2007, Arbeitsorganisation. In: K. Landau (Hrsg.), Lexikon Arbeitsgestaltung. Best Practice im Arbeitsprozess. Wiesbaden: Universum.

Der Autorengruppe des Forschungsbereichs 4 „Arbeitspolitik und Gesundheit“ der Sozialforschungsstelle TU Dortmund gehören ferner an: Olaf Katenkamp, Christina Meyn.

# Organisationale Achtsamkeit als Leitprinzip für intendierten Unternehmenswandel

Guido BECKE

*artec – Forschungszentrum Nachhaltigkeit, Universität Bremen,  
Enrique-Schmidt-Str. 7, D-28334 Bremen*

**Kurzfassung:** Organisationale Achtsamkeit erweist sich als ein Leitprinzip für die Einführung neuer Unternehmens- und Arbeitsorganisationskonzepte. Verfahren experimentellen Wandels und Dialogverfahren bilden zentrale Ansätze organisationaler Achtsamkeit, mit denen nicht intendierte Effekte solcher Konzepte frühzeitig erkannt und partizipativ bearbeitet werden können.

**Schlüsselwörter:** Organisationale Achtsamkeit, Nicht intendierte Folgen, interne Marktsteuerung, betriebliche Dialogräume.

## 1. Scheiternsrisiken neuer Unternehmenskonzepte interner Marktsteuerung

Seit Ende der 1980er Jahre sind Unternehmen zunehmend in dynamischen Umwelten tätig. Im Zuge der ökonomischen Globalisierung hat sich die Wettbewerbsintensität stark erhöht. In politischen Entscheidungsprozessen auf einzelstaatlicher, europäischer bzw. supranationaler Ebene wurde eine Privatisierung öffentlicher Unternehmen und Aufgaben sowie eine Liberalisierung von Märkten, allen voran der Finanz- und Kapitalmärkte, gefördert. Um ihre Antwortfähigkeit angesichts dynamischer Umwelten zu erhöhen, setzen Unternehmen verstärkt auf Konzepte einer internen Marktsteuerung. Diese beruhen auf der Leitidee, dass dynamische Marktveränderungen sich optimal bewältigen lassen, wenn marktorientierte Steuerungsmechanismen und Anreizstrukturen gezielt auf Unternehmen übertragen werden (siehe Becke 2008). Diese marktorientierten Unternehmenskonzepte haben inzwischen in sehr unterschiedlichen Branchen der Privatwirtschaft wie in öffentlichen Verwaltungen und Unternehmen Fuß gefasst. Beispiele für Varianten dieser Unternehmenskonzepte sind neue Steuerungsmodelle des ‚New Public Management‘ im Bereich der öffentlichen Verwaltung oder aber die Einführung diagnosebezogener Fallpauschalen im Krankenhausbereich (vgl. Machura 2005; Marrs 2008). Neue Unternehmenskonzepte der internen Marktsteuerung bedeuten für viele Produktions- und Dienstleistungsunternehmen einen fundamentalen Organisationswandel, da markt- und wettbewerbsorientierte Steuerungs- und Koordinationsmechanismen gezielt auf die Binnenstruktur von Unternehmen übertragen werden (siehe Lehdorff & Voss-Dahm 2006). Diese Mechanismen sollen eine ökonomisch eigenverantwortliche Selbststeuerung dezentraler Einheiten in Bezug auf die Realisierung ökonomischer Unternehmensziele fördern. Diese Ziele werden durch Kaskaden von Zielvereinbarungen bzw. -vorgaben in spezifische Ziele dezentraler Einheiten übersetzt, die in der Wahl von Mitteln und Wegen der Zielerreichung weitgehend autonom sind. Auf dezentraler Ebene erhalten Beschäftigte relativ große arbeitsbezogene Selbststeuerungsspielräume zur Realisierung ökonomischer Ziele. Der interne Wettbewerb wird durch die Etablierung ökonomisierter Auftraggeber-Auftragnehmer-Beziehungen sowie durch ökonomische Leistungsvergleiche zwischen internen und teilweise auch externen Anbietern forciert. Diese Vergleiche bilden oft die Basis für Unternehmens-

entscheidungen über den Erhalt, die Auflösung oder den Verkauf von Unternehmenseinheiten. Diese Entscheidungen haben oft eine erhebliche Verunsicherung von Beschäftigungsperspektiven zur Folge.

Veränderungskonzepte fundamentalen Organisationswandels sind mit tendenziell hohen Scheiternsrisiken verbunden. Bei Unternehmenskonzepten der internen Marktsteuerung resultieren Scheiternsrisiken vor allem aus den nicht intendierten Folgen dieses geplanten radikalen Organisationswandels. Nicht intendierte Folgen beziehen sich vor allem auf die organisatorische Sozialintegration und Leistungsfähigkeit sowie die gesundheitlichen Gefährdungspotenziale unternehmensintern vermarktlicher Arbeitsbeziehungen: Die mit der internen Marktsteuerung verbundene Verunsicherung von Beschäftigungsperspektiven erleben in Unternehmen verbleibende Beschäftigte nach erfolgtem Personal- und Stellenabbau häufig als eine Verletzung bzw. einen Bruch des impliziten Arbeitsvertrags. Implizite Verträge umfassen die auf Gegenseitigkeit angelegten nicht formalisierten und unausgesprochenen Erwartungsstrukturen zwischen Belegschaftsgruppen und betrieblichen Entscheidungsträgern, die für das Arbeitsengagement, die Leistungsbereitschaft und die organisatorische Loyalitätsbindung von Beschäftigten zentral sind (Becke 2008).

So gewinnen bei Beschäftigten im Falle erlebter Störungen oder Verletzungen des ‚psychologischen Vertrags‘ kognitiv-rational begründete organisatorische Loyalitätsbindungen die Oberhand, d.h. sie neigen zu einer erhöhten Wechselbereitschaft, sofern sich anderswo bessere Beschäftigungsperspektiven bieten (Meyer & Allen 1997). Zudem reagieren Beschäftigte häufig auf eine erlebte Verletzung des impliziten Arbeitsvertrags mit Demotivation und Leistungszurückhaltung, die sich vor allem auf ihre kreativen und innovativen Handlungspotenziale richtet (siehe Weiss & Udris 2006). Die Abwanderung von Leistungsträgern sowie die Leistungszurückhaltung von Beschäftigten können die Innovationsfähigkeit intern vermarktlicher Unternehmen maßgeblich beeinträchtigen. Die Einführung unternehmensinterner Quasimärkte bedeutet, dass interne Kooperationsprozesse mit ökonomischen Kennziffern verknüpft werden. Diese Rechenhaftigkeit der Arbeitskooperation fördert eine ausgeprägte Selbstbezüglichkeit dezentraler Einheiten, gilt es doch, Kooperationskosten möglichst gering zu halten. Die ökonomische Handlungslogik begünstigt daher Kooperationsbarrieren sowie ökonomische Zurechnungs- und Verteilungskonflikte zwischen dezentralen Einheiten (Becke & Senghaas-Knobloch 2008). Im Rahmen ergebniskontrollierter Autonomie wird von Beschäftigten erwartet, ökonomische und zeitliche Zielvorgaben bei oftmals knappen verfügbaren Ressourcen und unter Inkaufnahme von Unwägbarkeiten des Arbeitsprozesses, z.B. durch unvorhersehbare neue Kundenwünsche, zu erreichen. Diese Konstellation begünstigt eine psychisch belastende und Gesundheit schädigende Arbeitsintensivierung sowie eine letztlich selbst gesteuerte Verlängerung von Arbeitszeiten, die mit einem hohen Burnout-Risiko verbunden sind (Gerlmaier 2006). Vor allem in betrieblichen Leistungskulturen hoch qualifizierter Angestelltenarbeit bestehen erhöhte Gesundheitsgefährdungen bei interner Vermarktlichung, da dort Beschäftigte psychische Belastungen eher normalisieren und tabuisieren. Solche Belastungen betriebsöffentlich anzusprechen, ist hochgradig angstbesetzt, weckt es doch Zweifel an der eigenen Belastungsresistenz, die von hoch qualifizierten Angestellten erwartet wird und oft auch zu ihrem beruflichen Habitus gehört (Becke et al. 2008).



## 2. Das Leitprinzip ‚Organisationale Achtsamkeit‘

Bei organisationaler Achtsamkeit (siehe Weick & Sutcliffe 2003) handelt es sich um ein Leitprinzip intendierten Organisationswandels, das Unternehmen im Sinne eines ‚Frühwarnsystems‘ ermöglicht, (sich abzeichnende) Risikopotenziale oder nicht intendierte Folgen neuer Unternehmenskonzepte möglichst zu antizipieren und zu erkennen oder bereits eingetretene ungeplante Folgen organisationsintern lern- und lösungsorientiert zu bearbeiten. Organisatorische Achtsamkeit zielt darauf ab, die Selbstreflexionsfähigkeit von Unternehmen in Bezug auf neue Unternehmenskonzepte bzw. neue Arbeitsorganisationskonzepte zu fördern. Dieses Leitprinzip ermöglicht Unternehmen potenzielle Innovationsbarrieren und damit verbundene implizite organisatorische Grundannahmen zu reflektieren. Organisationale Achtsamkeit kann daher zur betrieblichen Innovationsförderung im Sinne der Erschließung neuer Handlungsräume (Nowotny 2005) beitragen. Bei tief greifenden geplanten Veränderungsprozessen besteht grundsätzlich die Gefahr, dass organisatorisch unverzichtbare Stabilitätsanker, wie z.B. eine möglichst balancierte Reziprozität des Gebens und Nehmens zwischen Unternehmensleitung und Belegschaftsgruppen, eine nachhaltige Arbeitsqualität als Voraussetzung für eine hohe Ergebnisqualität von Arbeitstätigkeiten oder die Verlässlichkeit von Unternehmen gegenüber Kunden, beeinträchtigt werden (Becke 2007). Eine gravierende Schädigung solcher Stabilitätsanker kann – wie unterschiedliche Studien zu geplantem radikalen Organisationswandel verdeutlichen (siehe als Überblick Sorge & van Witteloostuijn 2004) – die Wettbewerbs- und Überlebensfähigkeit von Unternehmen gefährden. Organisationale Achtsamkeit ermöglicht, dass zentrale organisatorische Stabilitätsanker bei tief greifendem Wandel im Sinne elastischer Stabilität erhalten werden. Elastische Stabilität ist dadurch gekennzeichnet, dass zentrale Stabilitätsanker mit Blick auf organisationsintern wahrgenommene oder antizipierte Umweltveränderungen selbst verändert bzw. weiterentwickelt werden (Becke 2007).

Organisationale Achtsamkeit äußert sich erstens in einer achtsamen Haltung von Organisationsmitgliedern gegenüber (antizipierten) nicht intendierten Folgen der internen Marktsteuerung (z.B. berufliche Gratifikationskrisen und Burnout). Zweitens kommt sie in der Etablierung dialogorientierter Achtsamkeitsroutinen zum Ausdruck, die der organisatorischen Selbstbeobachtung und Selbstreflexion in Bezug auf neue Unternehmens- oder Arbeitsorganisationskonzepte und ihre nicht intendierten Effekte dienen (vgl. Becke & Senghaas-Knobloch 2008; Becke 2007). Die besondere Stärke unternehmensinterner Dialogräume und -verfahren liegt darin, die Perspektiven unterschiedlicher betrieblicher Akteursgruppen (z.B. Unternehmensleitung, mittlere Führungskräfte, Betriebsrat, diverse Belegschaftsgruppen) auf Probleme oder nicht intendierte Effekte neuer Unternehmens- oder Arbeitsorganisationskonzepte systematisch aufeinander zu beziehen und wechselseitig zu überprüfen. Diese Perspektivenverschränkung fördert einen Akteursgruppen übergreifenden ‚Geist der Untersuchung‘ (Schein 2000, 28) nicht intendierter Effekte. Diese können sich z.B. auf die betriebliche Sozialintegration, eine nachhaltige Arbeitsqualität oder aber die Wirtschaftlichkeit von Unternehmen beziehen. Diese regelmäßigen oder anlassbezogenen Dialogräume erweisen sich für Unternehmen als Chance organisatorischen Lernens, da sie ggf. eine strategische Neuausrichtung, zumindest aber eine Neuadjustierung intendierten Wandels fördern. Praxisforschungsprojekte verdeutlichen, dass vor allem gestufte partizipative Dialogverfahren organisationaler Achtsamkeit zu Gute kommen. Bei diesen Verfahren erhalten Beschäftigte in ‚geschützten Dialogräumen‘ die Möglichkeit, Probleme und nicht intendierte Folgen neuer Unternehmens- oder



Arbeitsorganisationskonzepte zu reflektieren und eigenständige Lösungsansätze zu entwickeln. Erst in einem zweiten Schritt werden dann diese Lösungsansätze gemeinsam mit Managementvertretern und Betriebsräten beraten, um zu konsensualisierten umsetzungsreifen Veränderungsvorhaben zu gelangen (s. Becke & Senghaas-Knobloch 2008). Organisationale Achtsamkeit kann schließlich durch betriebliche Experimentierfelder gefördert werden, in denen innovative Problemlösungen erprobt werden, ohne dass existente Routinen, Verfahren oder Strategien schon außer Kraft gesetzt werden. Sie werden erst substituiert, wenn sich die Innovationen im Rahmen der Experimentierfelder bewährt haben. So können Innovationsrisiken begrenzt werden.

### 3. Literatur

1. Becke, G. 2008, Soziale Erwartungsstrukturen in Unternehmen. Zur psychosozialen Dynamik von Gegenseitigkeit im Organisationswandel. Berlin: edition sigma.
2. Machura, S. 2005, Politik und Verwaltung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
3. Marrs, K. 2008, Arbeit unter Marktdruck. Die Logik der ökonomischen Steuerung in der Dienstleistungsarbeit. Berlin: edition sigma.
4. Lehdorff, S. & Voss-Dahm, D. 2006, Kunden, Kennziffern und Konkurrenz. Markt und Organisation in der Dienstleistungsarbeit. In: S. Lehdorff (Hrsg.), Das Politische in der Arbeitspolitik Ansatzpunkte für eine nachhaltige Arbeits- und Arbeitszeitgestaltung. Berlin: edition sigma, 127-153.
5. Meyer, J.P. & Allen, N. 1997, Commitment in the Workplace. Theory, Research and Application. Thousand Oaks: Sage.
6. Weiss, V. & Udris, I. 2006, Downsizing in Organisationen: Und was ist mit den Verbleibenden nach Personalabbau? In: B. Badura, H. Schellschmidt & C. Vetter (Hrsg.), Fehlzeiten-Report 2005. Arbeitsplatzunsicherheit und Gesundheit. Berlin: Springer, 125-146.
7. Becke, G. & Senghaas-Knobloch, E. 2008, Soziale Nachhaltigkeit bei Unternehmenswandel – was kann die Praxisforschung dazu leisten?, Supervision, Heft 2, 16-21.
8. Gerlmaier, A. 2006, Nachhaltige Arbeitsgestaltung in der Wissensökonomie? Zum Verhältnis von Belastungen und Autonomie in neuen Arbeitsfeldern. In: S. Lehdorff (Hrsg.), Das Politische in der Arbeitspolitik. Berlin: edition sigma, 71-98.
9. Becke, G., Bleses, P. & Schmidt, S. 2008, Gesundheitsförderung in KMU der IT- und Medienbranche. Ein Plädoyer für mehr ‚organisationale Achtsamkeit‘. In: P. Scharff (Hrsg.), Arbeitsgestaltung für KMU. Ilmenau: TU Ilmenau, 285-292.
10. Weick, K.E. & Sutcliffe, K.M. 2003, Das Unerwartete managen. Wie Unternehmen aus Extremsituationen lernen. Stuttgart: Klett.
11. Nowotny, H. 2005, Unersättliche Neugier. Innovation in einer fragilen Zukunft. Frankfurt am Main: Büchergilde Gutenberg.
12. Becke, G. 2007, Vom Erhalten durch Verändern zum Verändern durch Erhalten, Organisationsentwicklung, Heft 1, 18-25.
13. Sorge, A. & Witteloostuijn, A. van 2004, The (Non)sense of Organizational Change: An Essay about universal Management Hypes, sick Consultancy Metaphors, and healthy Organization Theories, Organization Studies, 7, 1205-1231.
14. Schein, E.H. 2000, Organisationsentwicklung: Wissenschaft, Technologie oder Philosophie? In: K. Trebesch (Hrsg.), Organisationsentwicklung. Konzepte, Strategien, Fallstudien. Stuttgart: Klett-Cotta, 19-32.

## Evidenzbasiertes Management gegen Organisationsmoden und -mythen

Peter BRÖDNER

*Baumeisterstr. 48, D-76137 Karlsruhe*

**Kurzfassung:** Das Management von Unternehmen ist oft mehr durch „Moden und Mythen des Organisierens“ (Kieser 1996) als durch wirtschaftliche Rationalität bestimmt. Die Folgen solcher oft missweisenenden Leitbilder sind – wie anhand empirischer Befunde gezeigt wird – unausgeschöpfte Leistungspotentiale und Gefährdungen der Wettbewerbsfähigkeit. Daher ist zu fordern, dass Managementkonzepte schärfer als bislang auf ihre wirtschaftliche Leistungsfähigkeit hin überprüft werden.

**Schlüsselwörter:** Organisationskonzepte, Arbeitsgestaltung, Produktivität.

### 1. Einleitung: Fragwürdige Leitbilder

Noch bis Ende der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts beherrschten die Organisationsprinzipien funktional spezialisierter Verrichtungen und der Trennung von Planung und Ausführung (horizontale und vertikale Arbeitsteilung), deren radikale Umsetzung das tayloristisch-fordistische Produktionskonzept kennzeichnete, das Denken und Handeln in produzierenden Unternehmen. Dies erscheint umso erstaunlicher, als mit der „Gruppenfabrikation“ bereits in den 20er Jahren in Deutschland, seit den späten 40er Jahren mit Vorläufern der „schlanken Produktion“ in Japan und mit Experimenten zu Arbeitsformen weit reichender Aufgabenintegration in den 70er Jahren Alternativen existierten, die hinsichtlich wettbewerbsrelevanter Kenngrößen (etwa Qualität, Flexibilität, Produktivität und Kosten) kontextabhängig überlegene Leistung aufwiesen. Von diesen Irritationen unangefochten kulminierte das tayloristische Produktionskonzept schließlich gleichwohl in – freilich vergeblichen – Versuchen der Realisierung einer „wissensbasierten und computerintegrierten Produktion“ (CIM oder die „mensenleere Fabrik“).

Ihr plötzliches Ende fand diese Entwicklung mit der amerikanischen Rezeption der japanischen sogenannten „Lean Production“, ausgerichtet auf die systematische Vermeidung jeglicher Verschwendung in der Wertschöpfung, indem das Arbeitsvermögen, das Wissen und Können der lebendigen Arbeit aktiviert und genutzt werden. Diese Rezeption sorgte für beträchtliche Verunsicherung im Management und mit ihr setzte eine Dekade der Konfusion ein, in deren Verlauf eine Managementmode die nächste jagte. Das Spektrum reichte von „Business Process Reengineering“ über „Total Quality bzw. Time-Based Management“ bis hin zur „Fraktalen Fabrik“ und „Lernenden Organisation“, ohne sich empirisch Klarheit über deren wirtschaftliche Leistungs- oder Zukunftsfähigkeit zu verschaffen. Häufig entbehrten diese Managementkonzepte jeglicher theoretischen Begründung und arbeitswissenschaftlichen Fundierung oder es wurden längst bekannte Konzepte nur umetikettiert (ausführlich: Brödner 2005). Kürzlich wurde trotz entgegen stehender Erkenntnisse zur Arbeitsgestaltung in der Volumenproduktion sogar die Rückkehr zu „methodenbasiert“ fremdbestimmter, kurzzyklisch, repetitiver Arbeit propagiert, wiederum ohne deren leis-

tungsbezogenen Vorteile zu belegen (Gryglewski 2007).

Dies lässt den Verdacht aufkommen, dass real ganz andere Faktoren als die allseits proklamierte wirtschaftliche Rationalität die Managementpraxis in Unternehmen bestimmen. So mögen sich der Wunsch, Produktionsprozesse unangefochten zu beherrschen, oder die Schwierigkeiten, in institutionellen Pfaden eingefahrene Denk- und Handlungsmuster zu überwinden, zulasten wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit auswirken. Das wird nachstehend anhand zusammengefasster Resultate zahlreicher empirischer Untersuchungen belegt. Beispielhaft werden dabei zwei besonders verbreitete Managementmoden als Mythen entschleiert.

## 2. Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Unternehmensstrategien

Reale organisatorische Veränderungen der letzten drei Dekaden vollzogen sich eher hinter den Kulissen als auf der Bühne der Modeschauen. Die tatsächliche Veränderungsdynamik lässt sich aufgrund einer Vielzahl von Fallstudien durch zwei deutlich unterscheidbare Rationalisierungsstrategien in Unternehmen kennzeichnen, die extreme Ausprägungen der Entwicklung markieren. Unter globalem Wettbewerbsdruck zielen beide auf die umfassende Erneuerung ganzer Wertschöpfungsprozesse. Indes lassen sich die Unterschiede am besten mit Blick auf die Produktivität als dem Verhältnis von Ertrag zu Aufwand dieser Wertschöpfungsprozesse verdeutlichen. Grundsätzlich können sowohl der Zähler (Ertrag) als auch der Nenner (Aufwand) durch technisch-organisatorische Arbeitsgestaltung beeinflusst werden.

So setzt eine große Gruppe von Unternehmen ganz auf Kostenreduzierung – gekennzeichnet als „Low-Road-Strategie“; sie nutzt dabei vor allem Instrumente wie Lohnsenkung und Personalausdünnung („Downsizing“) sowie die Auslagerung („Outsourcing“) oder Restrukturierung von Prozessen („Reengineering“) mit dem Ziel, durch bloße Aufwandsreduzierung die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Dem steht eine Minderheit höchst erfolgreicher Unternehmen gegenüber, die einer „High-Road-Strategie“ folgen, indem sie die produktiven und innovativen Potentiale im Unternehmen laufend auf die kundenorientierte Erneuerung von Produkten und Leistungen ausrichten und damit dauerhafte Wettbewerbsvorteile gewinnen. Für sie steht die Aktivierung und Entfaltung des Arbeitsvermögens, der individuellen wie kollektiven Kompetenzen, auf Basis aufgabenintegrierter, kooperativer und selbst-gesteuerter Arbeitsprozesse im Vordergrund, die sie zur Erschließung neuer Geschäftsfelder, also zur Ausdehnung des Ertrages nutzen, ohne auf erfolgskritische Prozessinnovationen zur Aufwandssenkung zu verzichten (Brödner 2005).

Zahlreiche empirische Untersuchungen belegen die überlegene Leistungsfähigkeit der High-Road-Unternehmen. In aller Regel erzielen sie relativ mehr Wachstum und deutlich höhere Produktivität, die sie auch in die Lage versetzt, höhere Löhne zu zahlen (vgl. z.B. ITPS 2001; Zwick 2003). Zwar verbessern gegebenenfalls auch Low-Road-Unternehmen durch Kostensenkung vorübergehend ihre Bilanzen, freilich zulasten von Motivation und umfassender Entfaltung des Arbeitsvermögens. Häufig bleiben sie damit aber in angestammten Märkten mit traditionellen Produkten gefangen und sehen sich ständigem Preiswettbewerb ausgesetzt, der sie stets neu zu Maßnahmen der Kostensenkung zwingt und ihre Position längerfristig schwächt.

Dies steht ganz im Einklang mit Erkenntnissen der strategischen Managementlehre aus ressourcenorientierter Sicht auf Unternehmen, derzufolge sich durch Entfaltung spezifischer produktiver Kompetenzen einzigartige, schwer nachzuahmende Wettbewerbsvorteile schaffen lassen. Die überlegene Leistungsfähigkeit wird zudem

umso wichtiger, je wissensintensiver sich Produkte, Leistungen und Prozesse darstellen und je mehr Unternehmen demzufolge im Wettbewerb um Innovationen mit Unsicherheit zu kämpfen haben (Hamel & Prahalad 1994; Grant 1996). Gleichwohl gelingt es nur relativ wenigen Unternehmen, aus dem Gefängnis überkommener Denk- und Handlungsmuster auszubrechen und auf die High Road zu gelangen.

### 3. Verbreitete Organisationsmythen

#### 3.1 *Der blinde Glaube an IT*

IT-Systeme werden gemeinhin als technische Artefakte betrachtet, mittels derer sich Arbeits- und Wertschöpfungsprozesse produktiver gestalten lassen. So wird die Informationstechnik wegen ihrer universellen Einsatzfähigkeit häufig auch als „enabling technology“ bezeichnet, von der hohe Effizienzgewinne erwartet werden. Unzählige empirische Untersuchungen zeigen jedoch immer wieder, dass erhoffte Leistungssteigerungen tatsächlich meist weit hinter den Erwartungen zurück- oder ganz ausbleiben (ausführlich: Brödner 2008).

Insbesondere bestehen zwischen Unternehmen enorme Produktivitätsunterschiede: Leistungsstarke Unternehmen können bei gleichem IT-Kapitalstock bis zu viermal so produktiv wie leistungsschwache sein. Aus weiter gehenden Analysen ergibt sich zudem, dass mögliche Leistungssteigerungen stark von komplementären Maßnahmen abhängen; insbesondere zeigt sich, dass IT-Systeme dann die Leistungsfähigkeit von Unternehmen zu steigern vermögen, wenn deren Einführung mit Dezentralisierung, objektorientierter Reorganisation und Qualifizierung verbunden wird, dass Unternehmen mit dezentralisierten Organisationsstrukturen höhere Produktivität in der Nutzung von IT-Systemen erreichen als solche, die nur in IT investieren und dass der Aufwand für organisatorische Erneuerung und Qualifizierung um ein Vielfaches höher ist als die Ausgaben für Hard- und Software (Brynjolfsson & Hitt 2000).

Empirische Befunde wie diese verweisen auf des Pudels Kern: Im organisationalen Umgang mit IT-Systemen trennt sich offensichtlich die Spreu vom Weizen. In der Art und Weise ihrer sozialen Einbettung in und Aneignung durch die jeweilige Organisation entscheidet sich, ob im Gebrauch ökonomischer Nutzen aus den Systemen gezogen und letztlich höhere Produktivität erreicht werden kann oder nicht. Das verweist auf die Bedeutung des Zusammenspiels der Formalisierung und Modellierung von Aspekten organisationaler Praxis als im IT-System implementierte „operationale Form“ und der Aneignung dieser Form für den praktischen Gebrauch in der eben dadurch veränderten Organisation. Als „semiotische Maschinen“ vermögen Computer produktive Wirkungen nur mittels der Organisation der durch ihren Einsatz veränderten Zeichenprozesse zu entfalten; sie erweisen sich – wie andere zeichenbasierte Artefakte, etwa Standardprozeduren oder Formulare, auch – als Medium des Organisierens (Brödner 2008).

#### 3.2 *Der Mythos Outsourcing*

Kaum eine Managementmode ist so auf Sand gebaut wie das Outsourcing – zum Schaden des eigenen Wohlstands und des Wohlergehens der Beschäftigten (Kinkel et al. 2009). Nicht zuletzt zur eigenen Überraschung zeigt sich auf Basis der vom FhG-ISI repräsentativ erhobenen Daten zur Produktionsinnovation in der deutschen Investitionsgüterindustrie, dass unter allen relevanten Faktoren die Auslagerung von Prozessen neben dem Personalkostenanteil den mit Abstand größten Einfluss auf die Produktivität hat – freilich negativ: je kleiner die Fertigungstiefe, desto geringer die Produktivität. Die systematische Sichtung der einschlägigen Literatur über die letzten 10 (z.T. 15) Jahre er-

gab zudem, dass empirische Arbeiten zur Wirkungsanalyse auf die Leistung fast völlig fehlen. Die wenigen, die es gibt, verweisen gleichermaßen auf Beeinträchtigung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit durch Outsourcing, es sei denn, es werden ganze Teilunternehmen mit je eigener Entwicklung, Produktion und Vertrieb abgespalten.

Die Gründe für das Scheitern dieser ebenso verbreiteten wie selbstzerstörerischen Managementpraxis sind darin zu suchen, dass zum einen Transaktionskosten – meist von gleicher Größenordnung wie die Herstellkosten – systematisch unterschätzt, wenn nicht gar ausgeblendet werden und, dass zum anderen durch die Schnittstellen zu ausgelagerten Prozessen sowie deren Eigenleben die so wichtige Kompetenzentwicklung nachhaltig gestört ist (Kinkel et al. 2009).

#### **4. Fazit: Evidenzbasiertes Management tut not**

Die nachhaltige Organisation wertschöpfender Arbeit auf breiter Front und die damit ermöglichte wie auch herausgeforderte Entfaltung menschlichen Arbeitsvermögens sind und bleiben die materiellen Grundlagen gedeihlicher gesellschaftlicher Entwicklung. Daher ist es nicht gleichgültig, wie Arbeit und Technik im einzelnen gestaltet werden; gefordert ist gute Arbeit, nicht nur überhaupt Arbeit. Wie hier referierte empirische Wirkungsanalysen zeigen, taugen die nach verbreiteten Managementkonzepten gestalteten Arbeitsprozesse kaum, dazu beizutragen. Sie verdanken sich eher Gesetzen sozialer Moden- und Mythenbildung als strenger empirischer Überprüfung ihrer wirtschaftlichen Effektivität und Effizienz. Der durch Risiken und Nebenwirkungen, insbesondere durch mangelnde Leistung, angerichtete Schaden ist beträchtlich. Dies gilt umso mehr als infolge zunehmend indirekter, selbstorganisierter Steuerung von Arbeitsprozessen, vor allem im rasch wachsenden Bereich hoch qualifizierter Wissensarbeit neue kostspielige Gesundheitsrisiken entstanden sind. Daher ist ein evidenzbasiertes Management zu fordern, das seine Praktiken laufend einer empirischen Wirkungsanalyse unterzieht.

#### **5. Literatur**

1. Brödner, P. 2008, Das Elend computerunterstützter Organisationen. In: D. Gumm (Hrsg.), Mensch – Technik – Ärger? Münster: Lit-Verlag, 39-60.
2. Brödner, P. 2005, Betriebliche Rationalisierungsstrategien und Einsatz technischer Systeme. In: B. Zimolong & U. Konradt (Hrsg.), Ingenieurpsychologie, Enzyklopädie der Psychologie: Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie - Band 2. Göttingen: Hogrefe, 943-980.
3. Brynjolfsson, E. & Hitt, L.M. 2000, Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance, *The Journal of Economic Perspectives*, 14, 23-48.
4. Grant, R. M. 1996, Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm, *Strategic Management Journal*, 17 (Winter Special Issue), 109-122.
5. Gryglewski, S. 2007, Sicherung von Produktionsarbeit in Deutschland, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 61, 47-53.
6. Hamel, G. & Prahalad, C.K. 1994, *Competing for the Future*. Boston: Harvard Bus. School Press.
7. ITPS 2001, *Enterprise in Transition: Learning Strategies for Increased Competitiveness*. Österreich: ITPS.
8. Kieser, A. 1996, Moden und Mythen des Organisierens, *DBW*, 56, 21-39.
9. Kinkel, S., Brödner, P. & Lay, G. 2009, Productivity Effects of Outsourcing – New evidence on the strategic importance of vertical integration decisions, *International Journal of Operations & Production Management*, in print.
10. Zwick, T. 2003, Works Councils and the Productivity Impact of Direct Employee Participation, Discussion Paper No. 03-47. Mannheim: ZEW.



## Arbeitspolitische Strategieansätze – Versuch einer Typologie

Klaus PICKSHAUS und Hans-Jürgen URBAN

*IG Metall Vorstand,  
Wilhelm-Leuschner-Straße 79, D-60329 Frankfurt*

**Kurzfassung:** In diesem Textauszug aus Schröder & Urban (Hrsg.) 2009, Gute Arbeit. Handlungsfelder für Betriebe, Politik und Gewerkschaften (Frankfurt: Bund-Verlag, 99-103) werden verschiedenen arbeitspolitische Strategieansätze besprochen.

**Schlüsselwörter:** arbeitspolitische Strategieansätze, cost-cutting Ansatz, innovations- und wettbewerbsorientierter Ansatz, arbeitskraftzentrierter Ansatz.

### 1. Einleitung

So eindeutig der Übergang zum Finanzmarkt-Kapitalismus und seinem Shareholder Value-Regime eine humanisierungsfeindliche arbeitspolitische Umwelt in den Betrieben generiert, so uneindeutig scheinen bis heute die „Strategiestile“ (Raschke & Tils 2007, S. 117ff.), mit denen die Akteure auf die neuen Kontextbedingungen zu antworten suchen. Das gilt sowohl mit Blick auf das Management bzw. die in ihm um Dominanz ringenden Managementfraktionen als auch für die betriebliche Interessenvertretung und die auch dort vorfindbaren unterschiedlichen Strategiepräferenzen. Das gilt nicht minder für die arbeitsweltorientierten Gewerkschaftspolitiken, die sich ebenfalls entlang der strategischen Grundorientierungen und arbeitspolitischen Deutungsmuster voneinander unterscheiden.

Bisher fehlen weitgehend Versuche, die Unübersichtlichkeit in den strategischen Optionen, mit denen die Schlüsselakteure (Management, betriebliche Interessenvertretungen und Gewerkschaften) auf die Umbrüche in den Betrieben antworten, zu überwinden. Einen ersten Ansatz der analytischen Differenzierung von produktionsparadigmatischen Handlungsorientierungen hat Michael Schumann (2008) vorgenommen. Er unterscheidet zwischen einer auf Innovation, Requalifizierung und Partizipation setzenden High-Road-Strategie und einem „amerikanische(n) Pfad des 'Niedriglohn-, Niedrigqualifikations-Preiswettbewerbs'“ (so erneut Schumann 2008, S. 381). Zweifelsohne erweist sich diese Unterscheidung als hilfreich, um „Billiger-Strategien“ von „Besser-Strategien“ zu scheiden (dazu: Wetzel 2005). Gleichwohl tut sie sich schwer – so unsere These - bei der Analyse der inneren (In-)Konsistenzen und der mitunter ambivalenten Arbeitsfolgen der jeweiligen Strategien. Wir möchten daher vorschlagen, diese Defizite durch eine erweiterte Typologisierung zu beheben, die die vorfindbaren Strategievarianten stärker nach den Schlüsselakteuren, Strategiezielen und -stilen sowie den zentralen Politikarenen unterscheidet und die zugleich die Dichotomie der High-Road/Low-Cost-Differenzierung und ihre analytische Unempfindlichkeit gegenüber den Ambivalenzen vor allem der High-Road-Strategie überwindet.



## 2. Typen von arbeitspolitischen Strategieansätzen

In diesem Sinne möchten wir vorschlagen, drei unterschiedliche Typen von arbeitspolitischen Strategieansätzen zu unterscheiden: einen Cost-Cutting-Ansatz, einen innovations- und wettbewerbsorientierten Ansatz sowie einen arbeitskraftzentrierten Ansatz. Zu dieser Typologie gelangen wir über die einschlägige, letztlich auf Max Weber zurückgehende Methode der Bildung von Idealtypen. Mit Weber (1968) verstehen wir unter dem Konstrukt des Idealtypus ein durch die Zusammenfügung von empirischen Einzelercheinungen und historischen Einzelerfahrungen gewonnenes „Gedanken“- bzw. „Idealbild“, das in seiner begrifflichen Reinheit in der sozialen Wirklichkeit so nicht vorfindbar ist. Es ermöglicht jedoch, durch den Abgleich des Idealbildes mit der Realität der Quintessenz und dem Wesenskern sozialer Phänomene (hier: strategischer Politikentwürfe) näher zu kommen (Weber 1968). Die Sortierung der sozialen Realität über die Bildung von (Ideal-)Typologien läuft also auf die Reduktion von Komplexität um der Gewinnung analytischer Erkenntnisse willen hinaus.

### 2.1 Der Cost-Cutting-Ansatz

Der vermutlich in der Mehrzahl der Industriebetriebe vorherrschende arbeitspolitische Ansatz kann als Cost-Cutting-Ansatz beschrieben werden. Er läuft im Kern auf eine Strategie hinaus, die mehr Wettbewerbsfähigkeit durch weniger Kosten, insbesondere Arbeitskosten, zu realisieren sucht. Sie wird in der Regel vor allem von den shareholder-value-orientierten Fraktionen des Managements getragen und in aggressiv-konfliktorientierten Strategien gegenüber den Beschäftigten und ihren Interessenvertretungen zum Ausdruck gebracht. Über diesen Weg werden nicht nur einzelne Humanisierungsstandards von Arbeit infrage gestellt, vielmehr geraten auch bisher gültige Humanisierungsleitbilder aus wettbewerbspolitischen Gründen unter die Räder. Soweit überhaupt auf der strategischen Agenda präsent, werden Kriterien einer gesundheitsverträglichen und Beteiligung ermöglichenden Arbeitsgestaltung zu Restgrößen degradiert. Die zentrale Handlungsarena dieser Strategie ist der Betrieb, wobei eine „lohnnebenkostensenkende“ Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik auf politischer Ebene zwar keine unverzichtbare Voraussetzung, aber eine willkommene Ergänzung darstellt.

Cost-Cutting-Strategien dieser Art verzichten in der Regel auf tradierte Formen der Kooperation von Kapital und Arbeit. Durch das Primat der Kostenreduzierung sind alle Formen der Konfliktaustragung willkommen, die die systematische Unterordnung der Arbeits-, Verteilungs- und Beschäftigungsinteressen der Beschäftigten unter die Renditebenchmarks befördern. Gestaltungskonzepte innovativer und partizipativer Arbeitspolitik haben in dieser Strategie keinen systematischen Ort.

Die Unzulänglichkeiten dieses Ansatzes liegen gerade mit Blick auf die Zukunftsfähigkeit des deutschen Wirtschafts- und Industriestandortes auf der Hand. Die Vernachlässigung von Qualitätssicherung und Innovationen, die strategische Orientierung auf preisliche Wettbewerbsfähigkeit, die systematische Vernachlässigung der Produktivitäts- und Profitabilitätspotentiale gesundheitsförderlicher und partizipativer Arbeitsformen und nicht zuletzt die Konfliktkosten einer Konfrontationsstrategie gegenüber Beschäftigten und Interessenvertretungen erweisen sich als strukturelle Defizite. Im Rahmen einer auf preisliche Wettbewerbsfähigkeit und kurzfristige Profitmaximierung orientierten Unternehmensphilosophie hat dieser Ansatz gleichwohl Attraktivität. Dies kommt nicht zuletzt in der Tatsache zum Ausdruck, dass diese mitunter gar als strategische Antwort auf die arbeitspolitischen Herausforderungen der Gegenwart formuliert wird (dazu Dechmann et al. 2008).

## 2.2 Der innovations- und wettbewerbsorientierte Ansatz

Diesem Cost-Cutting- oder „Billiger“-Ansatz kann idealtypisch ein „Besser“-Ansatz gegenüber gestellt werden. Dieser teilt die Verbesserung der betrieblichen Wettbewerbsfähigkeit als zentrales strategisches Ziel (auch) arbeitspolitischer Maßnahmen, wählt jedoch einen anderen Weg zu dessen Erreichung. Statt Kostenwettbewerb dominiert der Blick auf Innovationen. Statt Wettbewerbsvorteile durch verringerte Arbeitsentgelte und entgrenzte Arbeitszeiten anzustreben, stehen die Produktivitätspotentiale betrieblicher Modernisierungsstrategien im Vordergrund.

Auch setzt dieser Strategieansatz gegenüber den betrieblichen Interessenvertretungen und mit Blick auf die Nutzung der Arbeitskräfte andere Akzente. Im Vordergrund stehen kooperativ pragmatische Kapital-Arbeit-Modelle, die mitunter auch die institutionalisierte Form betrieblicher Innovations- und Produktivitätspakte auf der Grundlage betrieblicher Standortverträge annehmen. Zugleich geraten Strategien des Erhalts und die Erneuerung von arbeitspolitischen Humanisierungsstandards nicht umstandslos unter die Räder betrieblicher Wettbewerbsstrategien, sondern erhalten auf der unternehmenspolitischen Agenda einen durchaus prominenten Status. Dass in dieser Strategiewelt innovativen Konzepten der Arbeitsgestaltung ein hoher Stellenwert zukommt, ergibt sich aus der Logik dieses Ansatzes.

Es scheint evident und bedarf keiner ausführlicheren Begründung, dass und warum dieser Ansatz die Defizite eindimensionaler Cost-Cutting-Strategien überwindet. Seine Sensibilität gegenüber der wettbewerbsfördernden Wirkung partizipativer Arbeitsmodelle, die systematische Wertschätzung hoher Qualitätsstandards mit Blick auf Arbeitsprozesse und -produkte, und nicht zuletzt auch die Vorteile kooperativpragmatisch ausgehandelter Interessenkompromisse zwischen Kapital und Arbeit begründet seine arbeitspolitische, letztlich auch betriebswirtschaftliche Überlegenheit. Betriebliche Interessenvertretungen und Gewerkschaften seien daher, so schlussfolgert etwa Schumann (2008), gut beraten, die High Road auszubauen und Widerstand gegen einen Pfadwechsel zu organisieren. „Soweit eine Unternehmenspolitik die Wettbewerbsfähigkeit durch Pfadwechsel zu einer Low-Cost-Produktionsstrategie anpeilt, stabilisiert Widerstand die Einhaltung des bisher betriebenen High-Road-Weges. Eine zunächst auf Abwehr und Schutz gerichtete Politik schafft damit zugleich Grundlagen und Ansatzpunkte für innovative Arbeitspolitik.“ (Schumann 2008, S. 383).

Der wettbewerbs- und innovationsorientierte Strategieansatz setzt also vor allem auf die Vereinbarkeit von Wirtschaftlichkeit und Sozialverträglichkeit und versucht, betriebliche Wettbewerbssteigerungen und gute Arbeit gleichermaßen zu realisieren. Er versteht sich als ein Ansatz, der nicht zuletzt mehr ökonomische Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit durch humane Arbeit anvisiert. Und dieser Anspruch, effizienter werdender Wertschöpfungsprozesse mit den arbeitspolitischen Interessen der Beschäftigten in Übereinstimmung bringen zu können, macht zweifelsohne seine wirtschaftliche und politische Attraktivität aus. Gleichwohl weist auch er eine Schwachstelle auf. Diese resultiert aus der in den Betrieben immer wieder vorfindbaren Gleichzeitigkeit und Koexistenz innovativer Arbeitsmodelle und schlechter Arbeitsbedingungen, in der die „janusköpfige Wirkung“ (Schumann 2008) eben auch innovativer Produktionskonzepte zum Ausdruck kommt. Mit anderen Worten: Gerade innovative Modelle leistungspolitischer und arbeitsorganisatorischer Rationalisierung sind vielfach mit systematischen Interessenverletzungen der Beschäftigten verbunden. Die Entgrenzung von Leistungsanforderungen und Arbeitszeiten, die Prekarisierung und Intensivierung von Arbeit sowie die Segmentierung und machtpolitische Schwächung der Belegschaften gehen eben oftmals nicht mit simplen Cost-Cutting-Strategien, sondern vielfach auch mit neuen Produktionskonzepten einher, die sich durchaus innovativer und beteiligungsorientierter Arbeitsorganisationsmodelle bedienen. Mit anderen Worten: Auch innovative Arbeit kann schlechte Arbeit

sein.

### *2.3 Der arbeitskraftzentrierte Ansatz*

Diese Einschätzung könnte Ausgangspunkt einer dritten Strategievariante sein, die sich als arbeitskraftzentrierter Ansatz der Arbeitspolitik beschreiben ließe. Nicht die Verbesserung der betrieblichen Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenkung oder Innovationen, sondern Schutz und Profilierung der Interessen der abhängigen Arbeit stellen das strategische Zentrum dieses Ansatzes dar. Betriebliche Wettbewerbsfähigkeit wird als Voraussetzung und Überlebensbedingung auf profitgesteuerten Märkten anerkannt, jedoch nicht zum zentralen Strategieziel erhoben. Stattdessen rücken die Arbeitskraft- und Subjektinteressen der Beschäftigten und die Stärkung von Humanisierungsstandards ins strategische Zentrum der Politik. Schlüsselakteure dieses Ansatzes sind Beschäftigte, betriebliche Interessenvertretungen und Gewerkschaften, die auf die Durchsetzung arbeitspolitischer Standards durch Stärkung von Gegenmacht setzen. Interessenkompromisse zwischen Kapital und Arbeit werden weniger als Ausdruck gemeinsamer wettbewerbspolitischer Interessen, sondern eher als Resultate konfliktorischer Aushandlungsprozesse gedacht und konzipiert. Eigene, innovative Gestaltungskonzepte sind in dieser Strategie unverzichtbare Bestandteile einer arbeitsorientierten Interessenpolitik. Und da die arbeitspolitischen Gestaltungsspielräume umso größer sind, je weniger der externe Wettbewerbsdruck betriebliche Handlungsspielräume einengt, gehören wettbewerbsdämpfende Regulierungen auf branchen- und strukturpolitischer Ebene als integrale Bestandteile zur arbeitskraftzentrierten Strategie.

Die kurze Skizze dieses strategischen Ansatzes weist deutliche Überschneidungen mit dem Strategietyp innovationsorientierter Arbeitspolitik auf. Beide lehnen quantitative Kostensenkungs- und Dumpingstrategien zur Stärkung der betrieblichen Wettbewerbsfähigkeit ab und setzen auf die Produktivitätspotentiale innovativer Arbeitspolitiken. Beide kennzeichnet eine hohe Wertschätzung arbeitspolitischer Gestaltungskonzepte und beide gehen von der realistischen Einschätzung aus, dass arbeits-, beschäftigungs- und leistungspolitische Fortschritte schließlich durch das Nadelöhr von Interessenkompromissen zwischen Kapital und Arbeit zuwege gebracht werden müssen. Differenzen bestehen vor allem in der Platzierung betrieblicher Wettbewerbsfähigkeit auf der interessenpolitischen Agenda, in der Konfliktintensität arbeitspolitischer Strategien und in der Engführung bzw. Ausweitung der Arenen, in denen für eine Revitalisierung gewerkschaftlicher Arbeitspolitik gerungen werden muss.

### **3. Literatur**

1. Dechmann, U., Georg, A. & Peter, G. 2008, Die Rettung der Produktionsarbeit in Deutschland durch S. Gryglewski – Ein Debattenbeitrag. In: H. Wagner (Hrsg.), Arbeit und Leistung – gestern & heute. Hamburg: VSA, 57 –66.
2. Weber, M. 1968, Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre. Tübingen: Mohr Siebeck.
3. Wetzel, D. 2005, „Tarif aktiv“ – „besser statt billiger“. Leitprojekte für eine veränderte Praxis. In: Detje, R., Pickshaus, K. & Urban, H.-J. (Hrsg.) 2005, Arbeitspolitik kontrovers. Zwischen Abwehrkämpfen und Offensivstrategien. Hamburg: VSA, 161 – 171.
4. Raschke, J. & Tils, R. 2007, Politische Strategie. Eine Grundlegung. Wiesbaden: VS Verlag.
5. Schumann, M. 2008, Kampf um Rationalisierung – Suche nach neuer Übersichtlichkeit, WSI-Mitteilungen, Heft 7, 379-386.

# Forschungskonzepte für die Zukunft

Ekkehart FRIELING

*Zur Ludwigshöhe 30, D-86919 Utting*

**Kurzfassung:** Arbeitswissenschaftliche Forschung benötigt sowohl Feldstudien als auch laborexperimentelle Untersuchungen. Dabei lassen sich im Rahmen von Feldstudien u.a. die Auswirkungen spezifischer Arbeitsbedingungen auf die Beschäftigten ermitteln, eingeleitete Arbeitsgestaltungsmaßnahmen evaluieren und auf Grundlage derart ermittelter Befunde neue Hypothesen generieren, denen in Laboruntersuchungen dann detailliert nachgegangen werden kann. Ausgehend von in der Praxis auftretenden Problemen lassen sich als wichtige zukünftige Forschungsfelder u.a. Fragen zur Entstehung von Fehlern, zur Leistungswandlung, zu standardisierten Arbeitsprozessen und zu den demographischen Wandel berücksichtigenden Planungswerkzeugen ableiten.

**Schlüsselwörter:** Forschungsfragen, Forschungsförderung, Feldstudien, Laborforschung.

## 1. Vorbemerkungen

Über die Zukunft nachzudenken, bedeutet aus seinem eigenen Forschungshorizont, der gespeist wird von Erfahrungen aus der Vergangenheit, auf die Zukunft zu extrapolieren. Solche Extrapolationen sind häufig fehlerbehaftet, da sich die Rahmenbedingungen, unter denen Forschung stattfindet, ändern. Zu diesen Rahmenbedingungen gehören im allgemeinen: Die Forschungspolitik, die Drittmittelgeber, der Mainstream aus den USA, die Berufungspolitik, die wirtschaftliche Entwicklung einzelner Branchen, die Berufsperspektiven der Jungwissenschaftler und die Toleranz der Scientific Community gegenüber randständigen Fragestellungen, die Verortung der einzelnen Forscher in Forschungsnetzwerken und der vorhandene oder nicht vorhandene Support bei der Beantragung von Forschungsmitteln. Für die im Feld forschenden Arbeitswissenschaftler ist darüber hinaus auch die Meinung der Arbeitgeber und Arbeitnehmervertreter von zentraler Bedeutung, denn ohne ihre Zustimmung finden Untersuchungen im Feld nicht statt. All diese Aspekte bei einer Zukunftsbetrachtung gleichzeitig im Auge zu behalten übersteigt in der Regel den Prognostiker, daher sollen im folgenden aus der eingeschränkten Kenntnis des arbeitswissenschaftlichen Untersuchungsfeldes und der damit verbundenen Forschungslandschaft Trends und Fragestellungen für die nähere Zukunft abgeleitet werden; Irrtum ist inbegriffen.

## 2. Der Forschungsbereich

Arbeitswissenschaftliche Forschung benötigt Feld- und Laboruntersuchungen. Beide müssen sich ergänzen. Feldforschung dient in erster Linie der Analyse spezifischer Arbeitsbedingungen und deren Auswirkungen auf die Beschäftigten; der Hypothesengenerierung, der wissenschaftlichen Begleitung von Veränderungsmaßnahmen und deren Evaluation. Aus der Feldforschung in Groß- Mittel- und Kleinbetrie

ben lassen sich Fragen ableiten, die nur durch Laborforschung zu beantworten sind. Selbst kleine Fragen aus der Praxis benötigen im Labor einen großen Untersuchungsaufwand um Antworten geben zu können.

Ein Beispiel zu Erläuterung: In der Fahrzeugendmontage werden unterschiedliche Clipse/ Stopfen in Karosserieteile eingedrückt, um diese vor Korrosion zu schützen. Die Zugänglichkeit der zu verschließenden Löcher im Fahrzeugrahmen ist unterschiedlich und damit auch die Größe der Stopfen. Die Mitarbeiter beklagen sich beim Eindrücken der Clipse über die Beanspruchungen der Hände, Daumen und Zeigefinger.

Es stellt sich die Frage: Warum beklagen sich die Mitarbeiter? Der untersuchende Arbeitswissenschaftler versucht diese Aufgabe des Stopfen- Eindrückens am Montageband selbst durchzuführen. Z.T. gelingt es ohne Probleme, z. T. schafft er es nicht (mangels Technik, mangels Kraft). Mit den herkömmlichen Analyseverfahren lassen sich die Belastungen des Stopfeneindrückens nicht hinreichend genau erfassen.

In einer Laboruntersuchung kann man das Stopfeneindrücken unter verschiedenen Bedingungen simulieren. Hierbei sind unterschiedliche Körperhaltungen, Rechtshändigkeit gegenüber Linkshändigkeit zu unterscheiden, das Alter der Beschäftigten, das Geschlecht und die Körpergröße zu berücksichtigen. In das Versuchsdesign müssen die Größe der Stopfen, die Verwendung von Seifenlaugen oder Wasser als Schmiermittel zur Erleichterung des Eindruckvorganges einbezogen werden. Zusätzlich ist die Dauer der Tätigkeit über eine Stunde, einen halben Tag, eine Schicht zu variieren.

Beobachtungen, Videoaufzeichnungen, physiologische Messungen und Befragungen müssen eingesetzt werden um valide Daten gewinnen zu können.

Darüber hinaus muss die Druckbelastung in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Außenkonturen der Stopfen, ihrer Größe und dem Material gemessen werden.

Da an dem untersuchten Montageband an nahezu jedem der ca. 350 Fahrzeuge über 100 Stopfen mit unterschiedlicher Größe von Hand eingedrückt werden, lohnt sich aus arbeitswissenschaftlicher Sicht eine solche aufwändige Untersuchung. In die Untersuchung müssen die Karosserieentwickler, die Zulieferer, Kunststofflabore etc. einbezogen werden.

Die so gewonnenen Erkenntnisse können auf Fahrzeugmontagen anderer Hersteller übertragen werden. Möglicherweise dienen sie dazu andere Techniken der Karosserieabdichtung zu entwickeln, das Fahrzeug anders zu konstruieren, die Stopfengröße möglichst zu vereinheitlichen und nach Materialien zu suchen, die das Eindrücken erleichtern und die gleichen Funktionalitäten aufweisen wie die vorhandenen.

Wer hat an einer solchen anwendungsorientierten Grundlagenuntersuchung Interesse? Die Arbeitswissenschaftler. Wer hat kein Interesse? Die Automobilindustrie. Aus ihrer Sicht lohnt es sich nicht ein derart umfängliches Projekt durchzuführen, denn es sind nur die Montagearbeiter betroffen und mit Hilfe von Jobrotation kann man die mit dem Stopfeneindrücken verbundenen einseitigen körperlichen Belastungen auf ein erträgliches Maß reduzieren.

**Verhaltensprävention ist billiger als Verhältnisprävention!**

Die DFG wird ein solches Projekt nicht finanzieren, da grundlagenwissenschaftliche Erkenntnisse nur zu einem geringen Grade zu erwarten sind; außerdem werden die Gutachter argumentieren, eine solche Untersuchung sei im genuinen Interesse der Automobilindustrie, also soll sie zahlen. Der Projektträger des BMBF ist an KMU's und Transferforschung interessiert. Möglicherweise ist eine Verbundfor-



schung im Rahmen der AIF- Förderung (Anwender, Hersteller der Stopfen, Forschungseinrichtung) erfolgreich?

Mit einer Untersuchung der vorgestellten Art kann man die Operation: Stopfeneindrücken simulieren, nicht aber die Tätigkeit am Band. Dieser Hinweis ist wichtig, da häufig so getan wird, als könne man Arbeit (im Sinne der Existenzsicherung) im Labor simulieren; das kann man in der Regel nicht. Man simuliert Handlungen oder Operationen, und dies ist ja schon schwer genug, wie das skizzierte Beispiel zeigt.

### **3. Ausgewählte Forschungsfragen**

Aus den Untersuchungen der Bandmontage ergeben sich weitere Forschungsfragen. Die hier stichwortartig charakterisierten machen deutlich, dass einfache Fragen aus der Praxis umfangreiche Forschungsaktivitäten auslösen können.

#### *3.1 Wie und warum entstehen Fehler?*

In den meisten größeren und kleineren Unternehmen gibt es umfangreiche Fehlerstatistiken, die aber bei näherer Betrachtung wenig aussagefähig sind. Es werden z.B. in einem Automobilunternehmen nur die Fehler am Band erfasst, die nicht sofort von Nacharbeitern während der Montage beseitigt werden können. Die Bezeichnung der Fehler ist nicht eindeutig, der Zeitpunkt des Auftretens der Fehler ist nicht festgehalten, den Fehlern werden nicht in systematischer Form die unterschiedlichen Fehlerursachen zugeschrieben.

Aus den Fehleranalysen kann z.B. nicht abgeleitet werden, zu welchem Zeitpunkt (bezogen auf die Schicht) welche Fehler (z.B. Auslassungsfehler, Wissensfehler oder unzureichende Verschraubungen) auftreten, welchen Einfluss die Cirkadianrhythmik hat, ob Auslassungsfehler auf ungünstige Körperhaltungen oder auf ungeeignete kognitive Modelle zurück zu führen sind, ob das Alter der Beschäftigten eine Rolle spielt, ob der verbreitete Bierkonsum die Auftretenswahrscheinlichkeit für Fehler erhöht, ob ein hoher BMI- Wert mit Montagefehlern im Gepäck- und Motorraum korreliert etc. Es gibt keine systematischen, datenbasierten Erkenntnisse über die Zusammenhänge von Taktzeitlänge und Fehlerzahl, obgleich immer wieder das Minutencredo in die Welt gesetzt wird. Eine differenzierte Fehlerforschung könnte vielerlei Innovationen im Rahmen der Fahrzeuggestaltung, der Arbeitsorganisation oder der Arbeitsstrukturierung anregen und auslösen. Dieses Potenzial wird zurzeit nicht ausgeschöpft.

#### *3.2 Wann und warum werden Beschäftigte zu Leistungsgewandelten?*

An den Bandmontagen findet man unter den älteren Beschäftigten zwischen 20 und 30% leistungsgeminderte Personen. Es fehlen adäquate Belastungsbiografien aus denen der genaue Zeitpunkt des Auftretens von Leistungseinschränkungen in Verbindung mit den ausgeübten Tätigkeiten abgeleitet werden kann. Eine differenzierte Ursachenanalyse in Verbindung mit dem altersgangbedingten Abbau von physischen Kapazitäten ist nicht vorhanden. Über Unterschiede zwischen den Geschlechtern wird wenig berichtet.

Untersuchungen dieser Art sind in den unterschiedlichsten Arbeitsbereichen erforderlich um alternsdifferenzierende Arbeitsprozesse gestalten zu können.

Auffallend ist, dass längsschnittorientierte Datenanalysen in den Unternehmen



fehlen, obgleich standardisierte, benchmarkfähige Daten vorhanden sind.

Ein Bewusstsein für die Veränderungen in der Zeit ist bei der Betrachtung von Maschinen und Anlagen (life-cycle Betrachtung, TPM, TQM) im Betrieb vorhanden, nicht aber für die Beschäftigten und deren Veränderungen im Altersgang.

### *3.2 Welche Auswirkungen hat die zunehmende Standardisierung der Arbeitsprozesse auf die Beschäftigten*

Aus den belegschaftsorientierten Qualifikationsanalysen ergibt sich der Eindruck, dass die jüngeren Kohorten (20 bis 30 und 30 bis 40 Jährigen) besser qualifiziert sind als die Älteren (40 bis 50 und 50 bis 60 Jährigen). Es stellt sich daher die Frage, warum die Arbeitshandlungen möglichst idiotensicher organisiert werden, obgleich das Qualifikationsniveau der Belegschaft im Durchschnitt steigt. Unklar ist in der Forschung, wie sich die Standardisierung der Prozesse auf die Beschäftigten in Abhängigkeit vom Alter, dem Geschlecht, der Qualifizierung auswirkt. Dabei muss unterschieden werden zwischen Standardisierungen aus Gründen des Unfallschutzes, der Arbeitssicherheit, der Gesundheit (Standard Operation Procedures), der Produktqualität etc. Es fehlen Untersuchungen darüber, welches Ausmaß an Standardisierung die gesamte Arbeitstätigkeit einer Person ausmacht, wie sich die unterschiedlichen Ausprägungen der Standardisierung auf das Erleben im Sinne der Einstellungen zur Arbeit, das Monotonieerlebens, das Sättigungsempfindens und die Beanspruchung auswirken.

### *3.3 Warum werden aus Sicht der Mitarbeiter MTM- gestaltete Arbeitsplätze als inhuman erlebt?*

Am Beispiel der MTM gestalteten Chaku Chaku- Montagen wird deutlich, dass die ergonomischen Mindestkriterien zwar eingehalten werden (Heben, Tragen, Körperhaltungen), die kurzen Taktzeiten, das Fehlen von Ausgleichsbewegungen, das „Fixieren auf einer Position“, das überwiegende Stehen und die hohen Wiederholungsfrequenzen von den Beschäftigten als eine unzumutbare Belastung erlebt werden.

Die Forschungsfrage lautet: Warum verbreiten sich zurzeit solche Arbeitssysteme? Warum werden solche Systeme gegen besseres arbeitswissenschaftliches Wissen eingerichtet und warum entstehen solche Systeme unter Beteiligung der betroffenen Mitarbeiter? Welches ergonomische Grundwissen ist Voraussetzung, um eine sinnvolle, qualifizierte Beteiligung der Beschäftigten bei Arbeitssystemplanungen zu gewährleisten ?

### *3.4 Welche arbeitswissenschaftlich fundierten Planungstools werden in der Praxis eingesetzt - Können sie den Erfordernissen aus dem Demografischen Wandel genügen ?*

Empirischen Befunde in den Montagen machen deutlich, dass arbeitswissenschaftlich fundierte Planungstools, die den Altersgang der Beschäftigten und das Geschlecht berücksichtigen, weder in der Produktentwicklung noch in der Produktionsplanung in ausreichendem Maße zur Anwendung kommen, soweit es die Ergonomie des Produktentstehungsprozesses betrifft. Für die Produktergonomie, im Interesse des Kundennutzens, gilt dies nicht. In Untersuchungen ist zu klären warum dies so ist, und welche Anforderungen an die Planungstools zu stellen sind um deren Akzeptanz bei den Entwicklern, Konstrukteuren und Planern nachhaltig sicher zu

stellen. Welche Implementierungsstrategien und welche ablauforganisatorischen Maßnahmen sind erforderlich?

#### **4 Fazit**

Aus der differenzierten Beobachtung von Arbeitssituationen, aus der Arbeit im Feld lässt sich eine Vielzahl relevanter Forschungsfragen ableiten und es ist zu vermuten, dass aus diesen Forschungen mehr Innovationen entstehen, als aus der Forschung über Innovationen.

Für die Zukunft ist zu hoffen, dass es der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft und ihren Repräsentanten gelingt, die unterschiedlichen Forschungsförderer von der Notwendigkeit einer engeren Verknüpfung von Feld- und Laborforschung zu überzeugen, dies gilt besonders für das BMBF. Zu wünschen ist auch eine transparentere Begutachtungspolitik bei Projekten aus dem BMBF. Eine umfassende Beteiligung der Fachgesellschaften bei der Programmdiskussion ist ebenso erforderlich, wie eine transparente Auswahl der Gutachter (Wissenschaftler, Vertreter der Arbeitnehmer und der Arbeitgeber).



## Welcher Forschungsbedarf leitet sich aus den vorliegenden arbeitsbezogenen politischen Konzeptionen ab?

Eleftheria LEHMANN und Kai SEILER

*Landesinstitut für Gesundheit und Arbeit NRW,  
Ulenbergstraße 127 - 131, D-40225 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Gestaltungsinteressen für zukünftige Herausforderungen stehen bei der Politik im Vordergrund. Der Bezugsrahmen des Arbeitsschutzes hat sich jedoch durch die Entwicklungen in der Arbeitswelt verändert. Ein Großteil des Erfahrungswissens der Arbeitswissenschaft ist wohl nur bedingt anwendbar, da es auf klassische „Normalarbeitsverhältnisse“ ausgerichtet ist. Die Herausforderungen der Zukunft für die Wissenschaft liegen in der Beschäftigung mit Handlungskonzepten und Gestaltungsansätzen für die individuelle Kompetenzentwicklung bei diskontinuierlichen Erwerbsverläufen sowie bei der Berücksichtigung teils gegenläufiger Flexibilitätserwartungen von (sich permanent restrukturierenden) Unternehmen, von einer älter werdenden Gesellschaft und von Familien mit ihren besonderen Bedürfnissen. Trotz der Unschärfen zukünftiger Arbeits- und Lebenswelten müssen heute politische Entscheidungen getroffen und Weichen gestellt werden, um allen Menschen eine dauerhafte Teilhabe am wirtschaftlichen und sozialen Leben zu ermöglichen. Die Forschung muss dabei den Mut aufbringen, mit ihrem Wissen von heute zur Entwicklung tragfähiger Konzepte beizutragen.

**Schlüsselwörter:** Zukunftsprojektionen, Arbeits- und Lebenswelt, Flexibilität, Forschungsbedarf, Politikinteressen.

### 1. Einleitung

Unbestritten hat der Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis eine wichtige gesellschaftliche Funktion, und dies ist uns allen heute bewusster denn je. Im Folgenden werden Bedürfnisse, Bedarf und Erwartungen an die Arbeitsforschung aus der Sicht eines wissenschaftlichen Instituts aufgezeigt, für das Politikberatung ein wichtiges Geschäftsfeld ist. Vieles davon ist sicherlich nicht neu und wird sich mit Forderungen und Erwartungen an die Arbeitsforschung aus anderen Bereichen decken. Für uns ist dies keine Wiederholung, sondern die Bestätigung zukünftiger Felder, denen sich Praxis und Wissenschaft gemeinsam verstärkt widmen müssen.

Das Interesse der Politik ist ein Gestaltungsinteresse, das auf die Zukunft gerichtet ist. Die Analyse der Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft und ihre Auswirkungen auf die Lebens- und Arbeitsbedingungen von morgen stehen im Fokus gesellschaftlicher Diskurse und sollten - so die Erwartung der Wissenschaft - das Fundament für politisches Handeln liefern. Aber wissenschaftliche Konzepte allein - so die Erfahrung der Politik - reichen nicht aus, um gesellschaftliche Veränderungen anzustoßen bzw. zu bewirken. Fehlschläge der zurückliegenden Zeit haben deutlich werden lassen, dass einzelne Instrumente für sich allein nicht greifen, wenn sie nicht in einem umfassenden Kontext gesehen und eingesetzt werden. In der Mittlerrolle zwischen Forschung und Politik sehen wir uns deshalb in der Pflicht, den engen

Rahmen der Arbeitswelt zu verlassen und uns dem künftigen Forschungsbedarf aus der lebensweltlichen Perspektive zu nähern. Dabei werden Fragen der Wechselbeziehungen zwischen Gesundheit und Lebenswelten bzw. -lagen, z. B. Arbeit und Familie, Beschäftigung und Arbeitslosigkeit, die Leitschnur sein.

## **2. Veränderung der Arbeits- und Lebenswelt**

Über die Zukunft der Arbeit ist in den vergangenen Jahren stets vor dem Hintergrund der Tatsache nachgedacht worden, dass in vielen Industrienationen das Ziel der Vollbeschäftigung trotz Wirtschaftswachstums nicht erreicht worden ist. Auch wenn eine Abnahme der Erwerbsarbeit erwartet wird, behält die abhängige Erwerbsarbeit in vielen Zukunftsmodellen eine eigenständige Rolle, steht aber in Konkurrenz zu vielen neuen Formen der selbstständigen und freiberuflichen Tätigkeiten. Zugleich verliert das Normalarbeitsverhältnis seine Bedeutung als Referenzgröße für Beschäftigung, in den Berufsbiografien und somit sind in der Lebensplanung und -führung jüngerer und kommender Generationen Umbrüche mit Phasen der Arbeitslosigkeit fast selbstverständlich geworden (vgl. Lehmann & Seiler, im Druck).

Neue Selbstständigkeit, mehr Autonomie und Selbstentfaltungsmöglichkeiten bei zukünftigen Arbeitsformen stehen im Gegensatz zu den ebenfalls erwarteten negativen Auswirkungen auf die Gesundheit und die Beschäftigung, z. B. Verschiebung der Belastungsmuster hin zu psychischen Belastungen, unsichere, prekäre Erwerbsverhältnisse, forcierte Selbstausbeutung und Verlust sozialer Beziehungen. Der Bezugsrahmen des Arbeitsschutzes hat sich daher verändert und wir können einen Teil des Erfahrungswissens der Arbeitswissenschaft wohl nicht hinreichend für die Zukunft nutzen, da es sich auf klassische „Normalarbeitsverhältnisse“ vorwiegend im gewerblichen Bereich bezieht.

Die stattfindenden Umbrüche fordern (Erwerbs-)Personen verstärkt heraus, ihre Karriere, ihr Familienleben bzw. ihre Freizeit einerseits und ihre Gesundheit andererseits flexibel zu steuern und zu sichern (siehe auch Kriegesmann et al. 2005).

## **3. Anregungen für die Forschung**

Bei den neuen Arbeitsformen ist es von großer Bedeutung zu identifizieren, wo und wie Wissen entsteht bzw. wo es nicht entsteht. Hierzu ist es notwendig, einen umfassenden Kompetenzbegriff zugrunde zu legen, um den komplexen Interaktionen gerecht zu werden. Es wird mehr denn je darauf ankommen, die motivationalen Aspekte des Individuums sowie die beeinflussenden Normen und Werte seiner unmittelbaren Umgebung in den verschiedenen Lebensabschnitten und -situationen dabei zu berücksichtigen (siehe auch Kriegesmann et al. 2005). In Deutschland wird immer noch zu sehr auf formales Lernen bzw. formale Qualifikation geachtet, auch die Methoden des vermeintlichen Lernens (Frontalunterricht, Unterweisung etc.) entstammen noch aus „zurückliegender Zeit“. Dass diese hinsichtlich der Vermittlung gesundheitsbezogener Kompetenz nicht überzeugend sind, konnte vielfach bewiesen werden, auch für weitere Bereiche des Kompetenzerwerbs.

Wenn ein gewolltes politisches Ziel ist, dass wir in Zukunft die Beschäftigungsfähigkeit der Gesellschaft erhalten und fördern, so sind auch hier konzeptionelle Erweiterungen nötig. Vielfach wird dabei ein funktionales Verständnis im Sinne der optimalen Anpassung von erwerbsfähigen Personen an Rahmenbedingungen des Arbeits-

marktes zugrunde gelegt. Diese Betrachtung greift jedoch zu kurz - vor allem vor dem Hintergrund der Dynamik in Wirtschaft (s. o.) und Gesellschaft (Demografie, Migration) sowie teils damit verbundener Brüche in Berufsbildungs- und Erwerbsbiografien. Ferner sind die regionalen Strukturen sowie kulturelle Besonderheiten zu berücksichtigen, auf die selbst vermeintlich gut angepasste und leistungsfähige Individuen (also nach einfacher Definition hochgradig Beschäftigungsfähige) nicht immer einen Einfluss haben und womöglich keine durchgängig-adäquate Integration in der Arbeitswelt erfahren; so können teils die bis heute systematischen Benachteiligungen von Frauen, Familien mit vielen Kindern, Migranten etc. verstanden werden. Auch hier schärfen sich die Fragen für die anwendungsorientierte Wissenschaft der Arbeit:

- Kann die Arbeitsforschung Gestaltungskonzepte für die individuelle Kompetenzentwicklung in unterschiedlichen Lebenszusammenhängen zur Verfügung stellen? Wie können Lerngelegenheiten und Lernorte im beruflichen und außerberuflichen Kontext für den Aufbau individueller Gesundheitskompetenz genutzt werden?
- Wie können wir in Zukunft sicherstellen, dass Lernen durch/während der Arbeit (und hier bei ist nicht nur Erwerbsarbeit gemeint) und implizites, nicht formal abbildbares Wissen stärker in die Eignungsfeststellung und die Personalentwicklung einfließt? Welche geeigneten und vor allem praxistauglichen Instrumente stehen dafür zur Verfügung?
- Lassen sich in diesen Konzepten „Stellgrößen“ ausmachen, die bei der Zielbestimmung und Schwerpunktsetzung in den Politikfeldern „Arbeit, Familie und Gesundheit“ grundsätzlich betrachtet werden sollten?

Eine große Herausforderung werden ferner arbeitswissenschaftlich fundierte Empfehlungen zu so genannten Übergangsbioografien im Erwerbsverlauf sein. Wir wissen, dass diese flexiblen Arbeitsbeziehungen wachsen und in dynamisch-internationalen Wirtschaftszusammenhängen wohl eine notwendige Anpassungsstrategie darstellen. Gleichzeitig schaffen Konzepte wie Leiharbeit gute Integrationsmöglichkeiten in den Arbeitsmarkt, wenn sie angemessen gestaltet sind. Bei diesem besonderen Fall ist jedoch darauf zu achten, dass „Transformationsressourcen“ geschaffen und vorgehalten werden können – hier sind in erster Linie der Staat und die Sozialversicherungssysteme in der Pflicht, in Zusammenarbeit mit der Anwendungsforschung kreative Lösungen zu erproben. Als Beispiel eines Ansatzpunktes hierzu ist z. B. die Befähigung der Strukturen der Arbeitsmarktintegration, das Thema Gesundheit proaktiv durch geeignete Fördermaßnahmen aufgreifen zu können (vgl. Seiler, im Druck). Übergreifend ergeben sich wiederum weitere Forschungsfragen in diesem Zusammenhang:

- Welche praxistauglichen Präventionsansätze und betrieblichen Handlungskonzepte gibt es für jene, die keinen „geregelten Acht-Stunden-Tag“ mehr haben?
- Wie lässt sich Arbeitslosigkeit als Übergangsphase ohne Kompetenz- und Gesundheitsverluste gestalten? Ist hierzu Zeitarbeit ein wirksames Modell?
- Lässt sich der Einfluss von Umstrukturierungsprozessen auf die Gesundheit quantitativ erfassen?
- Kann die Forschung (vergleichende) Aussagen über die Wirksamkeit der auf theoretische Modelle gestützten Maßnahmen treffen?

Ein weiterer Schwerpunkt der Überlegungen betrifft die beobachteten Veränderungen der Arbeitsbedingungen und Arbeitsformen einerseits und ihre Auswirkungen auf die Lebensgestaltung und das Wohlbefinden der Menschen andererseits (Kastner & Vogt 2000). Eine Behandlung der zahlreichen Analysen ist an dieser Stelle nicht beabsichtigt. Es geht hierbei allerdings auch um synchrone und asynchrone



Flexibilitätserwartungen. Nicht nur ein Unternehmen muss flexibel sein, um im Wettbewerb zu bestehen, zu wachsen oder Krisen zu überstehen. Auch Familien oder Lebensgemeinschaften haben im biografischen Verlauf vielfache Flexibilitätsanforderungen, etwa wenn sich ein erhöhter Koordinierungsbedarf im Rahmen der Kindererziehung ergibt oder Partnerschaften über größere Distanzen geführt werden.

- Wie können Flexibilitätsanforderungen so in Einklang gebracht werden, dass idealerweise gesunde Unternehmen und eine gesunde Gesellschaft mit gesunden Menschen resultieren?

Eigentlich machen drei Dinge den Kern von Arbeitsorganisation aus: Inhalt, Raum und Zeit (Was wir tun, wann wir es tun und wo wir es tun). In den meisten Studien werden die dynamischen und zugleich komplexen Vorgänge, die zu neuen Arbeitsformen führen, als Folge der Globalisierung und der zunehmenden Technisierung und damit einhergehend der Strukturveränderung der Wirtschaft (weniger Produktion, mehr Dienstleistungen und Unternehmertum im virtuellen Kontext) gedeutet. Dabei werden gelegentlich die Chancen, gelegentlich aber die Risiken überzeichnet.

Die entworfenen Zukunftsbilder sind Projektionen bereits heute erkennbarer Entwicklungen, z. B. Flexibilisierung der Arbeitsorganisation und Dezentralisierung der Arbeitsplätze durch die elektronische Vernetzung, Bedeutungszunahme der Kompetenz des Individuums, Zunahme der Veränderungsgeschwindigkeit und des Anpassungsdrucks. Organisationsformen von Arbeit ohne festen räumlichen und zeitlichen Bezug können einfach verwirklicht werden, einzelne Personen können sich in Projekte als selbstständige Unternehmer mit spezifischen Dienstleistungen einbinden lassen. Auch hier beschäftigen uns wichtige Fragen:

- Wie kann das Konzept der menschengerechten Arbeitsgestaltung in virtuellen Unternehmen umgesetzt werden? Wie kann Partizipation organisiert werden? Wie kann im virtuellen Kontext Beschäftigungsfähigkeit entwickelt werden?
- Wie und wo entsteht, auch in virtuellen Unternehmen, (Gestaltungs-)Wissen?
- Was bedeutet Flexibilität in der Arbeitszeitorganisation, die sich an den Lebensphasen des Individuums orientiert?
- Welche Möglichkeiten bietet uns die Simulationsforschung für die Modellierung zukünftiger Lebens- und Arbeitswelten?

#### **4. Schlussbemerkung**

Wir können uns - trotz Wissenslücken - vorstellen, dass die uns vertraute Welt der Erwerbsarbeit mit ihren festen Bezugspunkten wie z. B. das Normalarbeits-verhältnis, die 40-Stunden-Woche, menschengerecht gestaltbar ist. Die Bilder über zukünftige Lebens- und Arbeitswelten sind jedoch unscharf. Trotz dieser Unschärfe müssen heute politische Entscheidungen getroffen werden über Fragen und Probleme, denen wir uns morgen als Gesellschaft stellen werden. Die Forschung muss den Mut aufbringen, mit ihrem Wissen von heute zur Entwicklung tragfähiger Konzepte beizutragen.

Die Politik hat verständlicherweise immer Fragen und Probleme. Die Forschung ist - aus der Perspektive der Politik - eher reaktiv. Wir fragen uns - rhetorisch -, ob Forschung auch „kundenorientiert“ mit Blick auf zukünftige Herausforderungen sein darf. Sie muss es nicht, aber sie darf sich dafür entscheiden. Und darin liegt ihre Chance, bei der Gestaltung und Ausführung notwendiger Förderprogramme eine tragende Rolle zu übernehmen.

## 5. Literatur

1. Kastner, M. & Vogt, J. (Hrsg.) 2000, Strukturwandel in der Arbeitswelt und individuelle Bewältigung. Lengerich: Pabst.
2. Kriegesmann, B., Kottmann, M., Masurek, L. & Nowak, U. 2005, Kompetenz für eine nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
3. Lehmann, E. & Seiler, K. im Druck, Staatliche Impulse, Konzepte und Fördermaßnahmen zur Betrieblichen Gesundheitspolitik. In: B. Badura & T. Hehlmann (Hrsg.), Betriebliche Gesundheitspolitik, 2. vollständig überarbeitete Auflage. Berlin: Springer.
4. Seiler, K. 2009, Die Bedeutung von Beschäftigungsfähigkeit für die arbeitsmarktintegrative Gesundheitsförderung. In: A. Holleder (Hrsg.), Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit von Arbeitslosen: Gesundheit fördern und Krankheiten zuvorkommen. Frankfurt am Main: Fachhochschulverlag.



## Vorstand der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V.

Prof. Dr.-Ing. Helmut Strasser  
Universität Siegen, FG Arbeitswissenschaft/Ergonomie  
FB 11 Maschinentechnik  
Paul-Bonatz-Straße 9-11, D-57068 Siegen

Präsident

Prof. Dr.-Ing. Holger Luczak  
Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft der  
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen

Vizepräsident I

Prof. Dr.-Ing. Gert Zülch  
Universität Karlsruhe, Institut für Arbeitswissenschaft  
und Betriebsorganisation  
Kaiserstraße 12, D-76128 Karlsruhe

Vizepräsident II

PD Dr. Martin Schütte  
Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied

Norbert Breutmann  
Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA)  
Stabstelle Arbeitswissenschaft  
Breite Straße 29, D-10178 Berlin

Klaus Pickshaus  
IG-Metall, Projekt Gute Arbeit  
Wilhelm-Leuschner-Straße 79, D-60329 Frankfurt/Main

Dr. Beate Beermann  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Dr.phil.habil Birgit Spanner-Ulmer  
Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Maschinenbau  
Erfenschlager Straße 73, D-09107 Chemnitz

Prof. Dr.rer.pol. Hanns Peter Euler  
Johannes Kepler-Universität Linz, Abt. Wirtschaftssoziologie  
und Stadtforschung, Institut für Soziologie,  
A-4045 Linz-Auhof

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karsten Kluth  
Universität Siegen, Arbeitswissenschaft/Ergonomie  
Paul-Bonatz-Straße 9-11, D-57068 Siegen

PD Dr.sc.nat. Marino Menozzi  
Institut für Hygiene- und Arbeitsphysiologie  
ETH Zentrum, CH-8092 Zürich

---

Geschäftsstelle der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Ardeystraße 67, D - 44139 Dortmund  
Telefon: +49 231 - 12 42 43  
Telefax: +49 231 - 7 21 21 54  
e-mail: [gfa@ifado.de](mailto:gfa@ifado.de)  
<http://www.gfa-online.de>



## Stichwortverzeichnis

- 360°-Feedback 681
- AAWS 246, 248, 528, 583, 584, 585, 586, 600
- Absentismus 56, 313, 315
- Accessibility 28, 100, 237
- Acetaldehyd 715, 716, 717
- Affordanz 109, 110, 112
- ageing 30, 64, 80, 81, 96
- Aktionskraft 459, 665, 667
- Alter 25, 26, 27, 28, 29, 54, 59, 62, 63, 69, 70, 72, 77, 79, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 97, 115, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 156, 158, 159, 160, 204, 221, 222, 223, 224, 227, 231, 238, 243, 270, 292, 298, 328, 373, 374, 376, 378, 386, 399, 417, 431, 432, 443, 447, 451, 452, 486, 493, 494, 498, 609, 612, 617, 638, 642, 665, 667, 702, 703, 716, 720, 721, 734, 735, 736, 740, 762, 763, 764
- Ältere Arbeitnehmer 29, 53, 55, 97, 141, 329, 609
- ältere Computernutzer 157
- Altern 25, 26, 29, 61, 69, 88, 146, 147, 148, 300
- Altersrobustheit 141
- altersassoziierte Veränderungen 63, 93
- Altersdifferenzierte Arbeitssysteme 141, 579
- Altersheterogenität 26, 359, 360, 361, 362
- Altersmanagement 153
- Alterssichtigkeit 617
- Altersunterschiede 85
- Ambient Intelligence 100, 135, 136, 137, 138
- ambulante Pflege 161
- Ängstlichkeit 501, 504
- Anlauf-Management 181
- Anlernen 185, 186, 188
- Anlernzeit 185, 186, 187, 188
- Anreize 265, 281, 315, 326, 509, 510, 511, 512
- Anthropometrie 443, 444, 450, 636
- Arbeitgeberattraktivität 267
- Arbeits- und Gesundheitsschutz 31, 122, 249, 250, 252, 384, 410, 444, 492, 517, 525, 528, 535, 536, 537, 538, 539, 561, 564
- Arbeits- und Lebenswelt 18, 767, 768
- Arbeitsanalyse und Checklisten 121
- Arbeitsassistenzsysteme 135, 137
- Arbeitsbedingungen 17, 53, 89, 121, 122, 123, 124, 142, 189, 190, 191, 199, 202, 236, 274, 292, 322, 323, 337, 339, 340, 344, 351, 352, 373, 385, 388, 407, 409, 421, 431, 434, 437, 438, 440, 485, 486, 487, 488, 489, 491, 513, 516, 521, 522, 524, 539, 542, 557, 560, 561, 564, 593, 594, 596, 610, 614, 616, 664, 727, 733, 734, 747, 759, 761, 767, 769
- Arbeitsforschung 25, 26, 29, 61, 69, 73, 77, 81, 109, 192, 202, 241, 359, 363, 367, 373, 377, 399, 427, 465, 469, 473, 477, 501, 617, 653, 657, 673, 681, 705, 709, 715, 739, 747, 767, 769
- Arbeitsgestaltung 19, 20, 21, 91, 93, 123, 124, 139, 144, 149, 151, 153, 169, 171, 175, 192, 202, 216, 217, 220, 252, 260, 281, 300, 301, 321, 339, 431, 443, 459, 464, 469, 489, 490, 492, 500, 539, 542, 558, 577, 579, 583, 606, 664, 747, 748, 752, 753, 754, 758, 759, 770
- arbeitsinduziertes Altern 149
- arbeitskraftzentrierter Ansatz 757, 760
- Arbeitsmarktflexibilisierung 321
- Arbeitsmotivation 62, 85, 86, 87, 191, 219
- arbeitsnahe Weiterbildung 287
- Arbeitsorganisation 122, 125, 131, 132, 139, 144, 151, 154, 161, 164, 165, 174, 190, 250, 298, 321, 348, 412, 522, 537, 538, 539, 571, 606, 609, 745, 746, 748, 763, 770
- Arbeitsphysiologie 25, 30, 423, 437, 441, 454, 645, 705, 709, 713, 773
- Arbeitsplatz 25, 26, 62, 89, 90, 119, 123, 125, 128, 137, 152, 154, 157, 213, 230, 274, 314, 316, 324, 328, 338, 340, 342, 352, 373, 383, 385, 415, 417, 419, 420, 421, 422, 426, 431, 434, 447, 449, 454, 469, 486, 487, 513, 525, 558, 569, 585, 586, 591, 595, 599, 608, 610, 616, 617, 620, 622, 640, 661, 664, 678, 679, 742
- Arbeitsplatzgestaltung 131, 142, 153, 437, 579, 611



- arbeitspolitische Strategieansätze 757  
 Arbeitsschutz 15, 16, 32, 38, 41, 67, 93, 135, 136, 137, 138, 213, 221, 229, 231, 233, 236, 237, 249, 291, 295, 307, 308, 309, 313, 317, 318, 320, 340, 377, 381, 384, 385, 405, 410, 415, 418, 419, 420, 434, 443, 444, 446, 447, 450, 451, 455, 465, 468, 476, 480, 481, 485, 486, 488, 500, 526, 533, 542, 556, 565, 566, 569, 573, 606, 624, 633, 634, 636, 664, 665, 672, 688, 698, 719, 742, 773  
 Arbeitsschutzgesetz 384, 431, 526, 557, 560, 561, 565, 566  
 Arbeitssicherheit 137, 230, 249, 297, 388, 396, 420, 446, 520, 553, 554, 555, 556, 613, 662, 672, 764  
 Arbeitsunfähigkeit 221, 222, 223, 318, 469, 472, 526, 537  
 Arbeitszeit 20, 21, 122, 125, 127, 175, 176, 191, 200, 217, 219, 220, 252, 263, 265, 282, 283, 321, 322, 324, 339, 347, 348, 364, 368, 378, 381, 382, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 392, 393, 394, 396, 407, 410, 431, 432, 491, 493, 496, 499, 502, 535, 537, 538, 570, 601, 602, 603, 604, 612, 615, 621, 622, 624, 750, 759  
 Arbeitszufriedenheit 29, 175, 213, 218, 219, 220, 221, 224, 340, 344, 360, 361, 362, 488, 747  
 Assistive Technologie 97  
 Aufmerksamkeit 27, 61, 62, 65, 69, 70, 71, 72, 75, 77, 89, 94, 163, 239, 289, 299, 360, 497, 621, 716, 717, 733  
 Aufmerksamkeitsverteilung 62, 63, 69, 70, 71, 72, 73, 76  
 Augmented Reality 113, 641, 644  
 Ausbildung 187, 203, 205, 206, 325, 326, 328, 357, 627, 648  
 ausschleichendes Coaching 249  
 Auszubildende 203, 204, 205, 206, 282, 291, 310, 626, 627  
 Automobilindustrie 22, 63, 308, 320, 416, 455, 522, 525, 571, 579, 582, 600, 669, 745, 762  
 Automobilmontage 463, 525, 583, 584, 669, 672  
 Automotive Assembly Worksheet (AAWS) 245, 527, 600  
 Balanced Scorecard 305, 308, 309, 317, 318, 320  
 Body Area Network 723  
 Barrierefreiheit 97, 98, 99, 100, 238, 634, 636  
 Brain Computer Interfaces 105, 106, 108  
 Beanspruchung 32, 93, 154, 250, 338, 351, 354, 363, 364, 370, 397, 399, 400, 401, 431, 434, 437, 451, 485, 488, 489, 490, 491, 492, 501, 504, 529, 595, 622, 644, 668, 673, 701, 702, 703, 705, 706, 709, 710, 729, 733, 734, 735, 736, 764  
 Bedienkomfort 637  
 Bedürfnisse 22, 28, 123, 137, 157, 165, 207, 230, 269, 448, 492, 510, 519, 538, 767  
 Belastungsanalyse 153, 381, 383, 621, 661  
 Benutzerstudien 641  
 Beobachtungsmethode 253, 254, 256  
 Bereitschaftsdienste 381, 382  
 berufliche Rehabilitation 98, 225  
 berufliche Weiterbildung 53, 55  
 Berufsbildungs-PISA 625, 628  
 Beschäftigungsfähigkeit 17, 19, 22, 53, 56, 63, 64, 141, 173, 199, 202, 211, 213, 217, 220, 221, 229, 293, 314, 323, 431, 484, 485, 537, 557, 604, 620, 672, 722, 742, 768, 770, 771  
 Beschäftigungsmodelle 173  
 Best-Practice-Austausch 517, 519  
 betriebliche Dialogräume 749  
 betriebliches Gesundheitsmanagement 351, 509, 511, 512  
 Betriebsmedizin 65  
 Beurteilungsbeschleunigung 241, 243  
 Bewegungsstimulation 529, 532  
 Bildschirmarbeit 157, 565, 566, 567, 569, 570, 571, 572, 617  
 Bildschirmarbeitsverordnung 565, 566, 567, 568, 569, 570  
 Bildschirmaufstellung 739  
 biomechanische Simulationsrechnungen 473, 474  
 bipolare Schätzskalen 399, 673  
 Blickerfassung 689  
 Blickneigung 618, 620, 739, 740, 741, 742  
 Blutdruck 93, 94, 155, 437, 438, 439, 440, 451, 452, 453, 728, 734  
 BMS-Fragebogen 399, 400, 673, 674, 675, 676

- Brillen 617, 619, 742
- Burnout 217, 354, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 371, 497, 498, 501, 502, 504, 727, 728, 729, 730, 731, 750, 751
- Bürotisch 701, 702, 703
- Chemnitzer Altersmodell 145, 146, 147, 148
- Compliance 553
- Cortisol Aufwachreaktion 653, 654, 655
- Cortisolprofile 653, 654, 656, 658
- Cortisolruhephase 657, 658, 659, 660
- cost-cutting Ansatz 757
- Datenbrillen 641
- Demografie 213, 214, 215, 216, 269, 325, 609, 747, 769
- demografische Entwicklung 149, 267, 268, 325
- Demografischer Wandel 157, 217, 297, 356, 447, 450, 497
- demokratische Wertorientierungen 677
- depressive Symptome 501, 502, 504
- Design für alle 97, 100, 237
- design process 43, 52
- Detektierbarkeit 65, 66
- DGB-Index 173, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344
- DiaMedia 291, 293, 294
- Dienstleistungsentwicklung 277
- Dienstplangestaltung 381, 383
- digitales Menschmodell 583
- Diskomfort 529, 531, 532
- Domänenorientierung 697
- Doppelaufgabe 77, 78, 80
- Drehwiderstand 637
- dual task 81, 82, 83, 84
- Duales Studium 281
- Durchlaufzeit 132, 333, 334, 589, 590, 592
- EEG 27, 94, 105, 106, 107, 108, 373, 374, 654
- Einkommen 337, 339, 341, 344, 621
- EKP 373
- eLearning 329, 330, 331, 332
- E-Mail-Kommunikation 125, 126, 127, 128
- EMG 105, 106, 107, 108, 530, 598, 630, 654
- emotionsbezogenes Management 207
- Energie-Äquivalenz 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 41
- Engagement 53, 56, 57, 201, 289, 320, 321, 516, 678
- Entwicklungs- und Schwellenländer 121
- ERA 333, 335
- Erfassungssystem 723, 724, 725
- Ergebnisorientierung 166, 540, 557
- Ergonomie 29, 31, 32, 41, 64, 67, 72, 76, 112, 120, 148, 154, 160, 176, 213, 230, 240, 258, 306, 384, 388, 405, 415, 416, 418, 431, 434, 435, 437, 443, 450, 454, 459, 461, 464, 468, 476, 480, 481, 527, 528, 542, 557, 560, 570, 582, 583, 587, 593, 600, 633, 634, 635, 636, 640, 668, 669, 689, 704, 708, 712, 719, 733, 739, 742, 764, 773
- Ergonomie-Kompendium 633, 634, 636
- Ergonomische Analyse 597
- Ergonomische Arbeitssystem-Beurteilung (EAB) 461
- Ergonomische Intervention 579, 581
- Ergonomische und physikalische Paradigmen 31
- error 83, 543, 545, 648, 675
- Erwerbsbiographien 321, 323, 324, 493
- Erwerbsfähigkeit 494, 497, 609, 610, 612
- Erwerbstätigkeit 22, 225, 227, 609
- Europa 53, 54, 166, 238, 355, 385, 420, 446, 613
- European Assembly Worksheet (EAWS) 245
- Evaluation 15, 26, 41, 49, 51, 52, 61, 84, 108, 152, 155, 164, 215, 231, 232, 252, 253, 288, 308, 309, 310, 312, 317, 320, 329, 393, 402, 480, 489, 490, 492, 531, 565, 568, 569, 570, 571, 620, 629, 635, 648, 672, 677, 688, 761
- Exemplarische Gestaltung 169, 171
- experimentelle Schichtarbeit 653, 657
- Exposition 37, 224, 235, 236, 452, 453, 465, 573, 705, 708, 715, 716, 717
- extraaurale Wirkungen 419
- Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung 297, 299
- Fachkräftemangel 53, 54, 97, 213, 229, 267, 268, 269, 322, 355, 356, 358

Fähigkeitskategorie	145, 146, 147	Geräuschemission	419, 420, 421
Fähigkeitsklasse	145	geringfügige Beschäftigung	345
Fahrerassistenzsysteme	689	Geschlechtseffekte	727, 728
Fahrerinformationssysteme	689	Gestaltungsoffene Testaufgaben	625
Fahrerschläfrigkeit	403, 685, 686, 687	Gesundheit 15, 16, 17, 18, 53, 56, 57, 90, 93, 97, 98, 100, 135, 138, 148, 206, 209, 217, 220, 224, 238, 259, 260, 291, 292, 293, 294, 295, 300, 305, 306, 308, 316, 317, 318, 319, 340, 351, 352, 354, 379, 384, 388, 389, 396, 407, 410, 415, 418, 454, 471, 485, 489, 509, 511, 512, 513, 516, 517, 520, 542, 556, 560, 565, 569, 576, 613, 616, 634, 672, 722, 727, 748, 750, 752, 764, 767, 768, 769, 771	
Fahrsimulator	63, 73, 74, 75, 76	gesundheitliche Beeinträchtigungen	390, 394, 497
Fall-Kontroll-Studie	465, 481, 484, 719, 720, 722	Gesundheitsindex	517, 518
Familienfreundlichkeit	267	Gesundheitsmanagement	200, 217, 219, 268, 305, 317, 318, 351, 511, 516, 517, 519, 520, 528, 539, 542, 664, 747
Feldstudie	153, 155, 359, 363, 403, 456, 457, 556, 569, 653, 733, 761	Gesundheitsrisiko	241, 243, 528, 601
Flankierreizparadigma	69	Gesundheitsschutz	31, 138, 249, 291, 293, 384, 486, 507, 528, 538, 542, 556, 557, 568, 613, 624, 669, 719
Flexibilität	93, 94, 96, 100, 173, 175, 190, 200, 276, 282, 333, 363, 374, 381, 382, 411, 519, 525, 590, 602, 609, 641, 697, 698, 753, 767, 770	Gesundheitsstörungen	145, 379, 423, 424, 426
flexible interdiction zone	543	Globaler Aktionsplan der WHO (GPA)	377
Flexible protective system	543	Globalisierung	19, 121, 124, 165, 301, 749, 770
floor belt conveyors	547, 548	Gonarthrose	481, 482, 484, 719, 720, 721, 722
fluide Funktionen	93	Gruppeneffektivität	359, 360, 361, 362
Forschungsbedarf	302, 313, 767, 768	Gute Arbeit	173, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 386, 388, 542, 757, 773
Forschungsförderung	761	Gütekriterien	341, 343, 633, 634, 662
Forschungsfragen	18, 640, 664, 761, 763, 765, 769	Handlungsspielraum	217, 218, 219, 220, 250, 571
Forschungsqualität	15	Handlungsvorbereitung	73, 74, 75, 76, 109
Früherkennung	355, 357, 358	Handmaschine	451
Führung	53, 54, 57, 125, 176, 300, 333, 519, 536, 581	Head-Up-Display	75, 76, 109, 112
Führungskräfte	21, 55, 126, 127, 199, 200, 201, 202, 213, 215, 261, 264, 265, 281, 297, 301, 303, 308, 310, 315, 318, 327, 335, 351, 352, 353, 354, 490, 492, 499, 513, 514, 515, 516, 537, 559, 681	Herausforderungen	16, 19, 145, 168, 173, 180, 199, 202, 206, 253, 257, 271, 273, 274, 275, 276, 278, 281, 305, 539, 609, 661, 747, 748, 758, 770
Führungskräfte als Personalentwickler	261	Herzschlagfrequenz	438, 724, 733, 734, 736
Führungsverhalten	308, 315, 681, 682, 684	Hitzebelastung	423, 427, 430
Ganzkörper- und Hand-Fingerkräfte	455	Hochschulabsolventen	276, 284, 301, 302
Gebrauchstauglichkeit	106, 107, 108, 138, 237, 238, 240, 449, 450, 633, 634, 635, 636	Human Factors/Resources	309
Gefährdungsanalyse	381, 455, 461, 525, 528, 606, 622, 665		
Gefährdungsbeurteilung	381, 384, 389, 392, 393, 396, 527, 558, 561, 562, 563, 564, 601, 603, 604, 607, 662		
Geistige Leistungsfähigkeit	63, 93		
Generalisierbarkeitstheorie	681, 684		

Humandaten	715	Kennzahlensystem	249
Humanisierung der Arbeit	19, 21, 22, 57	Kennzahlenvorgaben	333, 334
Humanressourcen	177, 179, 180	kitchen knife	43, 44, 45, 47, 49
Indikator	71, 94, 313, 337, 340, 352, 363, 364, 388, 405, 408, 420, 459, 472, 626, 653, 656, 658	kleine und mittlere Unternehmen	171, 176, 252, 277, 281, 301, 560
Indirekte Steuerung	539, 542	Klima	135, 180, 250, 427, 439, 570, 705, 709
individuelle Phasenlage	30	Klimaregelung in Kfz	637
Informationsverarbeitung	25, 26, 27, 28, 61, 62, 63, 76, 93, 105, 112, 359, 360, 361, 383, 623	Kliniken und Praxen	569, 570, 571, 572
Innovation	100, 171, 193, 197, 203, 205, 208, 209, 256, 262, 276, 282, 285, 324, 325, 326, 327, 328, 500, 533, 752, 757	KMU	132, 169, 170, 171, 174, 175, 176, 189, 194, 205, 249, 250, 252, 277, 281, 282, 283, 284, 301, 302, 303, 355, 356, 419, 420, 569, 571, 752, 762
innovations- und wettbewerbsorientierter Ansatz	757	Kniegelenksarthrose	481, 484, 719, 720, 721, 722
Innovations- und Wissensarbeit	189, 190	Knien	391, 417, 464, 478, 481, 484, 615, 719
Innovationsfähigkeit	145, 189, 190, 195, 199, 202, 203, 262, 265, 266, 293, 306, 497, 518, 625, 747, 750	Kognitionspsychologie	73
Innovationsförderliche Unternehmenskultur	169, 171, 176	Kognitive Leistungsfähigkeit	89
Innovationsmanagement	65, 189, 190, 200, 202, 203, 205, 207, 209, 266	kombinierte Erfassung	661, 664
Innovationsstress	199, 200, 202	Kommissionierung	414, 469, 470, 471, 472, 610, 641, 642, 644
Innovationsverhalten	193, 194, 261, 262, 263	Kompensation	27, 41, 63, 93, 541
Instrumente	88, 121, 123, 168, 171, 184, 262, 268, 356, 357, 512, 525, 542, 565, 601, 604, 625, 661, 662, 754, 767, 769	Kompetenzentwicklung	53, 55, 144, 149, 151, 152, 176, 189, 199, 205, 206, 207, 244, 261, 262, 263, 264, 265, 274, 277, 280, 287, 492, 626, 627, 672, 756, 767, 769
Integration	76, 149, 177, 178, 182, 184, 197, 206, 245, 276, 291, 293, 294, 295, 308, 335, 345, 346, 347, 414, 416, 461, 462, 510, 525, 531, 550, 581, 636, 769	Kompetenzmessung	266, 625
Interaktion	25, 27, 57, 61, 79, 100, 105, 106, 116, 120, 127, 136, 160, 165, 167, 196, 237, 238, 240, 254, 258, 369, 370, 401, 402, 571, 683, 690, 698	Kompetenzmodell	625
interkulturelle Teams	165	konfirmatorische Faktorenanalyse	673
internationale Forschung	257	Konflikte	26, 200, 321, 359, 360, 361, 362, 488
Internationale Wertschöpfungsketten	121	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)	325
interne Marktsteuerung	749	Kontrollerleben	489, 490, 491, 492
Interventionspotenziale	525, 527	Kontrollfunktionen	28, 90, 373
ISO/TS 15007-2	689, 690, 692, 693	konzeptive Ergonomie	415, 418
IT-Tools	165	Kooperation	17, 113, 161, 164, 175, 179, 184, 193, 196, 210, 318, 333, 473, 491, 608, 678, 698, 758
Kältarbeit	431, 432, 434, 435, 437, 438, 440, 733, 734	Kooperationsbereitschaft	345, 346, 347, 496, 562
Kälteempfinden	431, 432, 733, 734	Körperhaltung	137, 417, 459, 465, 467, 468, 470, 472, 475, 477, 480, 529, 580, 586, 594, 598, 599, 615, 670, 703
		körperliche Beschwerden	432, 434, 733, 734, 736
		körperliche Fähigkeiten	153, 154, 155, 156

- Kraftbewertungsverfahren 455, 665, 666
- kraftbezogene Schwingungskennwerte 241, 242
- Kreativität 199, 201, 207, 265, 339, 698
- KVP 202, 325, 328, 335, 416, 521, 522, 524
- Laborforschung 761, 762, 765
- lange Arbeitszeiten 385, 615
- längeres Erwerbsleben 213, 215
- Langzeitkonto 535, 536, 537
- Lärm 29, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 154, 250, 399, 419, 420, 421, 422, 486, 487, 488, 607
- Lärmsensitivität 399, 401, 402
- Lastenhandhabung 154, 229, 230, 231, 232, 236, 241, 417, 419, 465, 467, 468, 469, 470, 482, 585, 586
- Latente Moderatoranalysen 367
- Lean Management 131, 134
- Lebensalter 70, 89, 90, 142, 145, 325, 364, 431, 435, 448, 449, 453, 495, 496
- Lebensarbeitszeit 19, 22, 97, 314, 447, 493, 494, 535, 536, 537, 538
- Lebensarbeitszeitkonto 535, 536
- Lehrer 727, 728, 729
- Leistungsbeurteilung 333, 335, 336
- Leistungsentgelt 333, 334
- Leistungsfähigkeit 17, 28, 29, 62, 63, 67, 87, 89, 90, 93, 94, 106, 135, 138, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 154, 155, 200, 224, 271, 275, 281, 336, 416, 421, 451, 453, 454, 513, 517, 521, 529, 530, 531, 532, 728, 750, 753, 754, 755, 756
- Leistungsfaktoren 145, 146, 147, 148, 354
- Leitbilder 745, 746, 748, 753
- Leitmerkmalmethode 233, 610
- Lernanforderungen 55, 321, 330
- Lernberater 287, 288, 289, 290
- Lernen 63, 150, 152, 178, 188, 203, 205, 206, 231, 253, 265, 268, 276, 284, 285, 287, 288, 289, 290, 292, 293, 294, 295, 318, 321, 329, 330, 518, 523, 645, 646, 648, 768, 769
- Lernen im Prozess der Arbeit 284, 287, 288
- Licht emittierende Dioden (LED) 573
- Lockout 547, 548
- Logistik 133, 136, 137, 184, 249, 437, 469, 472, 565, 605, 609, 610, 611, 612, 641
- logistische Regression 221, 222, 391, 394
- Lumbalbelastung 233
- Mainz-Dortmunder-Dosismodell 233, 236
- Materialfluss 437, 527, 589, 609, 641
- Maximale isometrische Kräfte 455
- medizinische Versorgung 521
- Menschlicher Fehler 411
- Mensch-Maschine-Schnittstelle 113, 443, 491, 529
- Mensch-Rechner-Interaktion 157
- Mensch-Roboter-Kooperation 117
- mentale Beanspruchung 86, 399, 693
- Mentale Karte 101, 103
- Methoden 17, 20, 22, 31, 33, 51, 62, 74, 77, 103, 123, 131, 134, 152, 162, 164, 166, 171, 181, 183, 184, 186, 187, 205, 208, 209, 210, 221, 232, 250, 252, 262, 279, 280, 309, 329, 333, 334, 362, 367, 370, 383, 414, 418, 432, 441, 447, 462, 494, 512, 521, 522, 523, 524, 528, 540, 554, 558, 559, 583, 584, 594, 596, 600, 617, 620, 622, 624, 627, 633, 634, 635, 669, 710, 716, 737, 768
- Mikrosystemtechnik 281, 284, 285
- Minijobs 345
- Mitarbeiterbefragung 168, 337, 344, 517, 593, 594
- mobile IT-gestützte Arbeit 565, 566, 567, 568
- Modell 61, 101, 104, 116, 118, 145, 180, 207, 218, 219, 220, 222, 223, 227, 231, 241, 254, 268, 306, 309, 312, 321, 331, 334, 360, 361, 362, 370, 374, 391, 408, 409, 410, 427, 441, 477, 478, 483, 502, 516, 517, 518, 519, 525, 531, 532, 535, 538, 601, 674, 675, 699, 705, 706, 709, 737, 748, 769
- Moderatoreffekt 151, 363, 370
- Montage 113, 117, 137, 185, 335, 374, 411, 525, 582, 586, 600, 609, 611, 612, 670, 672, 745, 748, 763
- Montagearbeit 579
- Montageplanung 141
- Montagespezifischer Kraftatlas 461, 665
- Motion Capturing 669, 670, 671, 672



- Motivation 21, 56, 62, 85, 86, 87, 88, 142, 145, 163, 170, 181, 213, 277, 289, 325, 335, 411, 456, 509, 519, 520, 540, 541, 553, 554, 556, 562, 644, 661, 673, 674, 675, 676, 754
- Motivationsregulation 85, 86, 87
- MTM 22, 117, 118, 120, 185, 245, 246, 247, 248, 411, 412, 413, 414, 584, 586, 764
- MTMergonomics® 245
- Multi-Source-/Multi-Rater-Feedback 681
- muskuläre Beanspruchung 701
- muskuloskelettale Beschwerden 153
- nachhaltiges Gesundheitsmanagement 517
- Nacht- und Schichtarbeit 89, 377, 378, 384, 601, 602, 603, 622, 657
- Nachtarbeit 378, 384, 395, 653, 654, 656, 657, 658, 659, 660
- Navigationshilfen 101, 104
- Navigationsprozess 101, 102, 103, 104
- negative Tastaturneigung 701
- Neue Organisations- und Steuerungsformen 539, 541
- Neugestaltung 527, 593
- Neural Impulse Actuator 105, 106, 108
- neurochirurgische Weiterbildung 253
- nicht-forschungsintensive Unternehmen 193, 194, 196
- Normen 29, 32, 38, 41, 121, 166, 237, 240, 277, 420, 421, 443, 444, 445, 446, 554, 566, 607, 635, 637, 678, 701, 768
- occupational health 144, 378, 547, 548
- ökonomischer Erfolg 517
- optische Strahlung 573, 574, 576
- Organisationale Achtsamkeit 749, 751
- Organisationsklima 677
- Organisationskonzepte 753
- OWAS 579, 580, 581, 582, 597, 598, 599, 600, 670, 672
- Paradigmen der Arbeitsgestaltung 19, 22
- participatory ergonomics 43, 52
- Partizipation 161, 182, 183, 184, 203, 217, 410, 489, 490, 492, 519, 535, 541, 553, 757, 770
- Partizipatives Action Research 553, 554
- Personal- und Organisationsentwicklung 176, 199, 200, 202, 277, 297, 355
- Personaleinsatzstrategien 173
- Personalentwicklung 85, 202, 211, 262, 264, 265, 271, 273, 274, 275, 280, 281, 297, 301, 302, 309, 311, 330, 355, 356, 492, 769
- Personalerhaltung 301, 302, 303
- Pflegetätigkeiten 473, 474, 476, 487
- Phasenverschiebung 653, 654, 655, 658
- physiologische Kosten 63, 93
- Physiologische Kosten von Schallbelastungen 31
- physische Belastung 486, 609, 661, 669
- Politikinteressen 767
- Präsentismus 313, 314, 315, 318, 352, 354
- Prävention 30, 153, 202, 217, 233, 236, 299, 315, 396, 405, 415, 419, 422, 454, 476, 497, 499, 512, 514, 525, 526, 558, 605, 607, 613, 664, 720, 747
- präventives Gesundheitsmanagement 199
- press-brakes 543
- pressure distribution 44, 49, 629, 630
- Primärprävention 202, 415, 418
- Produkte für Ältere 447
- Produktentstehungsprozess (PEP) 461
- Produktion 21, 22, 98, 132, 133, 134, 178, 188, 194, 195, 197, 249, 287, 298, 313, 315, 326, 373, 374, 411, 414, 418, 522, 524, 557, 569, 570, 571, 579, 582, 584, 589, 590, 593, 601, 605, 609, 610, 612, 644, 745, 753, 756, 770
- Produktionssystem 23, 131, 182, 418, 521, 525
- Produktionstätigkeiten 605
- Produktivität 19, 54, 57, 63, 64, 88, 90, 123, 124, 141, 306, 307, 308, 313, 315, 318, 469, 472, 484, 583, 592, 593, 595, 604, 620, 672, 722, 742, 753, 754, 755
- Produktprüfung 633, 635
- prosoziales Verhalten 677
- Prozessmanagement 579, 697, 699, 700
- Prozessmodellierung 697, 700
- Prozessoptimierung 161, 521
- Prozesstuning 249, 250
- psychische Belastung 217, 486, 497, 498, 539, 610, 661, 662, 750



- psychische und physische Beanspruchung 363
- Pulsfrequenz 451, 452, 453, 454
- Pupillographischer Schläfrigkeitstest 403, 405
- Qualifikationsbedarf 355, 356
- Qualifizierung 21, 211, 273, 274, 275, 281, 297, 300, 357, 519, 571, 755, 764
- qualitative Inhaltsanalyse 257
- qualitative und quantitative Belastung 501
- realtypische Arbeitshaltungen 455
- Referenzmodell 161, 162, 164
- Regionale und betriebliche Innovationsprozesse 177
- Reliabilität 156, 263, 343, 634, 662, 663, 676, 685, 686, 740
- Repräsentativbefragungen 485, 486
- Ressortforschung 15, 16, 17
- Ressourcen 21, 61, 93, 96, 116, 134, 183, 199, 200, 201, 202, 205, 209, 217, 249, 252, 265, 278, 279, 283, 292, 317, 337, 338, 339, 341, 344, 351, 352, 353, 355, 367, 373, 375, 407, 408, 409, 410, 417, 498, 499, 500, 501, 511, 513, 514, 515, 521, 527, 540, 541, 542, 597, 677, 700, 728, 750
- Ressourcenmanagement 177, 179, 180
- Retentionmanagement 301, 302, 303
- Rettungsdienst 233, 234, 236
- Return on Investment 309, 311, 312
- Risiko 36, 38, 63, 75, 227, 243, 274, 359, 389, 393, 394, 395, 396, 493, 537, 554, 574, 576, 584, 603, 614, 615, 657, 660, 727, 750
- Risikobewertung 16, 560, 573, 575, 601, 602, 603, 604
- Risikogruppe 573, 574, 576, 628
- Risikomanagement 557
- rotatorische Stellteile 637
- Rückmeldung 86, 150, 151, 215, 265, 330, 645, 646, 647, 648
- Rüsten 411
- safety 81, 91, 124, 247, 248, 512, 547, 548, 549, 550
- Salienz 359, 360, 361, 362
- Sauna 423, 424, 425, 426
- Schaltergeometrie 637
- Schmiede 589, 590, 593, 594
- Schriftgröße 94, 157, 158, 159, 160, 330
- Schwingungsbewertung 241, 244, 477, 480
- Selbstkontrollanforderungen 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 501, 502, 503, 505
- Selbstorganisation 261, 262, 263, 264, 265, 335
- Serienanlauf 181, 183, 184
- sichere Navigation 102, 104
- Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz 291, 461, 613, 665
- Sichtprüfarbeitsplatz 593, 594
- Simulation 117, 118, 119, 135, 136, 141, 142, 144, 148, 452, 585, 586, 645, 669, 672, 706, 712
- Sitz 427, 428, 529, 530, 532, 595, 611, 686
- Sitzkomfort 427
- smart factory 135, 137
- smart office 135, 137
- Software 73, 74, 99, 106, 108, 135, 144, 158, 160, 164, 229, 230, 231, 232, 237, 238, 239, 240, 393, 455, 567, 575, 582, 584, 594, 598, 599, 600, 603, 689, 691, 724, 755
- soziale Beeinträchtigungen 385, 604
- Soziomoralische Atmosphäre 677, 680
- Spurwechsel 109, 110, 111
- Stages of Change 513, 514, 515
- Steuerung 20, 106, 107, 108, 113, 117, 118, 120, 136, 210, 300, 305, 306, 309, 317, 318, 320, 353, 368, 525, 536, 540, 570, 724, 746, 752, 756
- Strategieentwicklung 216, 307, 557
- Strategieumsetzung 305, 307, 308
- Stress 85, 89, 90, 91, 200, 217, 229, 230, 231, 232, 310, 312, 354, 366, 371, 379, 402, 410, 421, 440, 497, 498, 539, 542, 560, 570, 587, 610, 611, 621, 676
- Stressoren 351, 352, 353, 407, 408, 409, 410, 513, 514, 515
- Stressprävention 218, 219, 220, 229
- surface contact area 49, 629, 630, 631
- SvZ 20, 185, 411
- Tagout 547
- Tätigkeitsanalyse 254, 354, 381, 383, 622
- Tätigkeitsanalysen 250, 381, 490, 499, 621, 622

Tätigkeitstheorie	253, 254	vision	82, 160, 543, 544, 545, 546, 620, 742
Taylorismus	19, 20, 21, 747	visual search	30, 81, 82, 83
Technik	15, 18, 25, 26, 59, 61, 63, 97, 100, 182, 184, 203, 204, 206, 239, 254, 282, 285, 290, 298, 300, 321, 348, 355, 357, 358, 432, 527, 598, 628, 633, 642, 664, 756, 762	Visualisierung	113, 131, 132, 255, 306, 642, 692, 693, 725, 726, 734
technische Arbeitsumgebungen	25	Visuelle Aufmerksamkeitsaufgabe	77, 78, 79
temporäre Arbeitszeitmodelle	173	wearable computing	135, 137
Thermophysiologie	427, 705, 709	Weiterbildung	20, 55, 151, 177, 216, 253, 256, 274, 281, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 290, 297, 301, 329, 357, 358, 386
Tiefe	69, 70, 71, 72, 75, 120, 638	Weiterqualifizierung	225, 357
Tiefensehen	645	Wertstromdesign	131, 132, 133, 134
Tracking	77, 78, 79, 80	Wertstromplanung	131, 132
traffic	81, 312	Wirbelsäule	155, 233, 253, 465, 471, 472, 476, 529
Transport	30, 178, 230, 233, 235, 249, 252, 565, 590, 592, 688	Wirbelsäulenbelastung	233, 234, 465, 466, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 611
Umschulung	225, 226, 227, 228	Wirbelsäulenerkrankung	465
Unternehmenskooperationen	177	Wirbelsäulenkräfte	241, 477, 478, 479, 480
Usability	105, 107, 108, 160, 166, 237, 240	Wissensarbeit	191, 203, 294, 497, 748, 756
Veränderungsprozess	277	Wissenstransfer	15, 267, 284, 357
Veränderungsprozesse	164, 207, 208, 210, 215, 253	Work-Life Balance	321, 323, 324, 270, 271, 407, 408, 409, 410
Vereinbarkeit	21, 218, 219, 323, 324, 385, 386, 387, 388, 407, 408, 409, 410, 488, 759	Zeit- und Selbstmanagement	329, 332
Verhaltenskodizes	121, 122, 123	Zeitarbeit	273, 274, 275, 276, 769
Verkehrsgewerbe	561	Zeitplanung	185, 186, 187
Vertrauensarbeitszeit	217, 218, 219, 220	Zeitschriften	35, 257, 258, 259, 260
Vibrationen	422, 605, 608	Zielstellung im Bereich Arbeitswissenschaft	15
Videoanalyse	476, 532, 580, 685, 686, 687, 688	Zukunftsprojektionen	767
Video-Endoskopie	645	Zustandserkennung	529



## Autorenverzeichnis

ADENAUER	213	BÜHLER	97
ALI	593	CARAGNANO	245
ANTRETTTER	257	COST 730 Working Group	705
ARNDT	723	DANLOWSKI	535
ArGon-Studiengruppe	481, 719	DECHMANN	745
BACKHAUS	233, 561	DETTMER	593
BAHAMONDES-PAVEZ	351, 513	DEUSE	19, 411, 469
BAUSCH	329	DIAZ-ZELEDON	701
BEBBER	165	DIESTEL	359, 363, 367, 501
BECK	461	DOMHARDT	105
BECKE	749	DRESSEL	287
BECKER	697	DU PREL	685
BEERHEIDE	189	DUCKWITZ	185
BEERMANN	377, 385	DUNKEL	539
BERG	455, 665	ELLEGAST	455, 465, 665
BERGENER	697	ELSLER	613
BIERFREUND	177	ENRIQUEZ	579
BIERWIRTH	415	ERDMANN	93
BINZ	161	FABER	117
BLACHNIK	359	FALKENSTEIN	61, 77, 81, 373
BLASZKEWICZ	715	FELTEN	561
BLEYER	633	FERREIRA	229, 701
BLUM	65	FIALA	705, 709
BOLM-AUDORFF	465	FIGGEN	485
BOPP	229, 701	FISCHER	121, 245, 277
BOTTKE	447	FLÜTER-HOFFMANN	267
BOUILLON	481, 719	FRANKE	461
BRITZKE	245	FREUDE	93
BROOKHUIS	81	FRIELING	579, 761
BROWATZKI	493	FRIESDORF	233
BRUDER 153, 245, 415, 455, 461, 525, 605, 665, 701		FRITZ	241, 477
BRUNS	161	FRITZSCHE	583
BRÄMER	281	FRÖLICH	461
BRÖDE	427, 705, 709	FUCHS	337
BRÖDNER	753	FÖRSTER	165
BUBB	689	GAFFRON	261
BÜCH	517	GAJEWSKI	373
		GEBHARDT	443, 481, 557, 719

GEISS	241	HOBELSBERGER	121
GEIßLER	403, 685	HOFMANN	73, 109
GENGE	301	HORVÁTH	305
GEORG	745	HÄFELE	593
GERARDS	249	HÄNECKE	381, 621
GERLMAIER	497	ILMARINEN	709
GHEZEL-AHMADI	415	IWANOWA	407
GIEBEL	389, 393, 493, 601	JANSSEN	573
GILLMEISTER	451	JASCHINSKI	617, 739
GLITSCH	455, 665	JENDRITZKY	705, 709
GOLDSCHIED	469	JENDRUSCH	583
GOLKA	715	JESKE	185
GREUBEL	389	JORDAN	473
GRIEFAHN	377, 399, 427, 653, 657, 673	JÄGER	465, 469, 473
GRIFKA	465	KABUSS	113, 117
GRIGOLEIT	553	KALKOWSKY	423
GROSJEAN	69	KALKREIBER	561
GRZECH-SUKALO	381, 621	KAMPMANN	423, 557, 705, 709
GUDE	73, 109	KAROW	697
GUDEHUS	597, 669	KAUFHOLD	273
GÖRG	489	KAUSCH	113, 117, 157, 637
GÜNTNER	609, 641	KEIL	145
HAASLER	625	KENNE	547
HAENSEL	617	KIESWETTER	715
HAGENMEYER	403, 685	KINNE	451
HAHN	77	KIRNER	193
HARTMANN	165, 169, 281, 301	KIRPAL	321
HAUBERT	529	KISTLER	337
HAVENITH	705, 709	KLEINBECK	715
HEDTMANN	561	KLEY	199
HEEG	207	KLIMMER	645
HELLERT	217, 535	KLIPPERT	597, 669
HENKE	569	KLUTH	431, 437, 733
HERMET	345	KLUßMANN	481, 719
HEY	715	KNECHT	65
HILDEBRANDT	253	KOHN	565
HILLECKE	589, 593	KRATZER	539
HINRICHS	351, 513	KRAUSE	521
HINRICHSSEN	185	KRAUSS-HOFFMANN	291
HIRSCH	281	KRÖLL	261
HIRSCH-KREINSEN	193	KUGLER	415

KUHN	473	NORO	43, 629
KUMA	723	NÖRING	579
KURTZ	419	NÜBLING	481, 719
KÖPER	317	ODENTHAL	113, 117
LAMARCHE	543	OLDENBURG	313
LAMPERT	407	OSTENDORP	253
LAND	253	OTT	573
LANDAU	153, 525	PAARMANN	169, 281
LANG	443, 557	PACKEBUSCH	249
LANGE	689	PARITSCHKOW	605
LATNIAK	497	PATORRA	561
LAUMEN	249	PENNIG	309
LE-HUY	543	PENZKOFER	431, 437, 733
LEHMANN	767	PETER	745
LIEBERS	481, 719	PETERS	297, 301
LUTTMANN	465, 473	PFISTER	53
LÜCKE	199	PICKERT	291
MAIER	509	PICKSHAUS	757
MAINUSCH	573	PIRCHER-VERDORFER	677
MALCHAIRE	557	PRESCHER	605
MANSOUR	547	PRÜMPER	341
MARTIN	165	RADEMACHER	153
MAYER	113, 117	RAUNER	625
MEINKEN	403, 685	REIF	641
MENOZZI	65	REISCHKE	461
MENZ	539	RENNERT	225
METZLER	589	RICHENHAGEN	341
MICHAELIS	465, 517	RICHTER	149
MISCHKE	233	RIEDEL	451
MUSOLD	277	RIEGER	481, 719
MUTTRAY	403, 685	RINKENAUER	61, 69, 73, 81, 109
MÖHNER	221	ROBENS	653, 657
MÜLLER-ARNECKE	447	ROTHE	15
MÜLLER-WIENBERGEN	697	RÖBEN	287
NACHREINER	385, 389, 393, 493, 601, 681	RÜLICHE	249
NADEAU	547	SACKERMANN	19
NEUBERT	723	SANDROCK	399, 673
NEUSTADT	727	SCHALLOW	19
NGO	543	SCHAPKIN	93
NIPPA	125, 553	SCHAT	213, 325
NOEFER	329	SCHAUB	245, 415, 455, 461, 525, 665



SCHAUER	333	THEILMEIER	473
SCHERF	145	THOMZIK	199
SCHLAUSCH	203	THUL	509
SCHLICK	113, 117, 157, 185, 637	THUROW	723
SCHMAUDER	605	TRAN	543
SCHMICKER	165, 169, 173, 301	TÖNNES	73
SCHMIDT	105, 359, 363, 367, 461, 501, 661	UDOVICIC	573
SCHNEIDER	157	UNGER	181, 213, 529
SCHOMANN	393, 493, 601	UNTERRAINER	407
SCHOSNIG	245	URBAN	757
SCHRAUB	517	VAN THRIEL	715
SCHRÖDER	173	VETTER	157
SCHULZ	355, 561, 739	VOGT	309
SCHUMANN	465	VOMBERG	443
SCHÄFER	443, 477	VON ASCHWEGE	681
SCHÄPER	715	VOß	465
SCHÜPBACH	351, 513	VÖLKER	237
SCHÜTTE	203, 399, 673, 681	WAGNER	553
SEIBERT	257	WAKULA	455, 665
SEIBT	727	WALCH	609
SEIDLER	465	WALDHERR	141
SEIFFERT	221	WASCHER	25, 61
SEILER	485, 767	WEBER	677
SEYR	677	WEGGE	359
SICHERT-HELLERT	217	WEICHEL	579
SINN-BEHRENDT	153, 415	WEIPPERT	723
SLESINA	225	WEIRICH	685
SONNTAG	329, 517	WETTBERG	291
SPANNER-ULMER	145, 181, 521, 529, 661	WIELAND	489
SPINGLER	637	WILD-WALL	77, 373
STAHN	89	WILDE	351, 513
STAMM	565	WILSCHUT	81
STAMOV-ROßNAGEL	85	WINDEL	135, 569
STAUBACH	177	WINDELBAND	355
STEGMAIER	329, 517	WINKELMANN	697
STOLL	723	WINTER	525
STOWASSER	131	WIRTZ	385, 493
STRASSER	31, 431, 437, 733	WISCHNIEWSKI	411
STRÄDE	217	WOLF	273
STÜDELI	101	WORTMANN	473
TACKENBERG	185	ZICK	597, 669

ZIMMERMANN

657, 715

ZOKIC

461

ZINK

121, 257, 277, 509

ZÜLCH

141

---

ISBN 978-3-936804-07-9

---