

## **Hochgestapelt oder tragfähig für alle Beteiligten? Sensorik am Gabelstapler und die Interessen der Stakeholder**

Michael BAU<sup>1</sup>, Andrea ALTEPOST<sup>1</sup>, Florian BUCHHOLZ<sup>2</sup>, Leif OPPERMANN<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Institut Leistung Arbeit Gesundheit  
Hipperstraße 5, D-24306 Plön*

*<sup>2</sup> Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT  
Schloss Birlinghoven, D-53757 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Im Projekt 5G IndustrieStadtspark Troisdorf werden Anwendungen von 5G-Technologie entwickelt und erprobt (Altepost et al. 2022). Das Vorgehen ist eingebettet in den MTO-Ansatz (Strohm & Ulich 1997, Ulich 2013), der die Komponenten Mensch, Technik und Organisation simultan und in ihrem Zusammenwirken analysiert und gestaltet. Dies schließt die frühzeitige Beteiligung – Partizipation – der Mitarbeitenden ein. Für die 5G-Anwendung „Stapler-Sensorik“, die Messgrößen während der Nutzung von Gabelstaplern erfasst, wurden anhand typischer Ereignisse der Staplernutzung Fragestellungen der Datenströme und des Datenschutzes in partizipativen Workshops behandelt. Hierdurch konnte zwischen den Beteiligten ein Konsens zur Nutzung und Verfügbarkeit der Daten erzielt werden.

**Schlüsselwörter:** 5G, Sensorik, MTO-Ansatz, Partizipation, Datennutzung, MTO

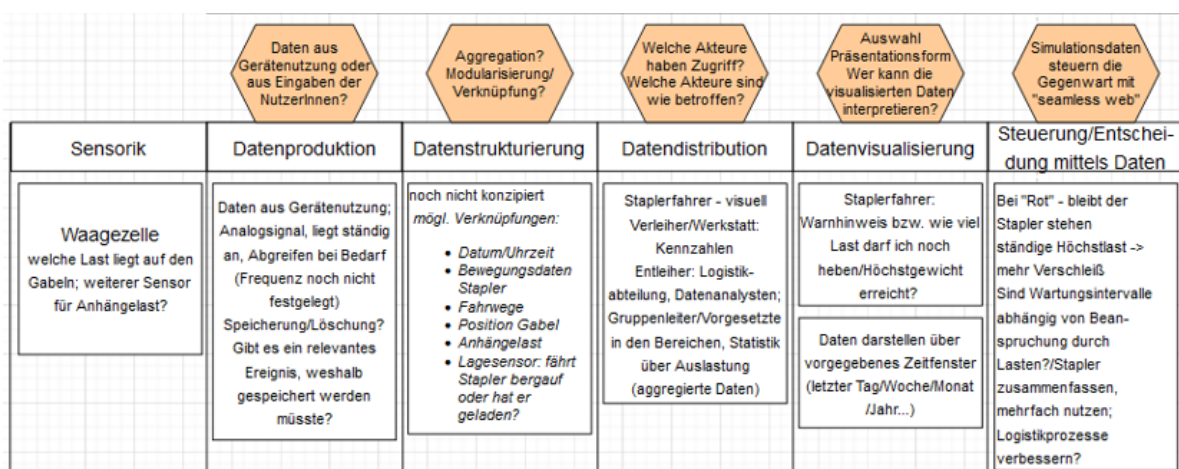
### **1. Einleitung**

Im Rahmen des Projekts 5G IndustrieStadtspark Troisdorf wird die 5G-Anwendung „Stapler-Sensorik“ entwickelt und erprobt. Im Gewerbegebiet „IndustrieStadtspark“ werden Gabelstapler von einem Unternehmen an andere dort ansässige Firmen verliehen und gewartet. Sowohl das verleihende Unternehmen als auch ein Kunde sind Partner im Projekt. Um diverse Messgrößen für unterschiedliche Zwecke beim Verleiher und beim Entleiher bereitzustellen, wird ein Gabelstapler mit einer umfassenden Sensorik ausgestattet. Hieraus ergeben sich u. a. Fragestellungen, die die Datenströme zwischen den Unternehmen betreffen. Mögliche Sensoren, deren Daten über einen Raspberry Pi gesammelt und an verschiedene Systeme zur Aufbereitung und Weiterleitung verteilt werden können, sind z. B. Temperatur-, Schock-, Winkel- und Lagesensor, Beschleunigungssensor, GPS-Position, Sensoren zum Zustand der Batterie sowie der Hydraulik, Gabelhöhe und Winkel des Hubmasts, eine Waagezelle, eine Kamera und ein RFID-Sensor. Mit der Sensordatenerfassung verbundenen Ziele sind für beide Unternehmen die Klärung von Unfällen und Gewaltschäden, Reduktion von Verschleiß sowie Ortung/Verlaufsverfolgung der Stapler, zudem für den Verleiher: Predictive Maintenance und Berechnung von Kennzahlen zur Gestaltung von Vertrag und Mietrate; sowie aus Sicht des Entleihers: Reduzierung der Belastung für Mensch und Maschine, Verbesserung der Einsatz- und Logistikplanung, Streckenoptimierung, adäquater und effizienter Einsatz des Fahrzeugs. Es wird deutlich, dass Daten

erhoben werden sollen, die zum einen Rückschlüsse auf die Arbeitstätigkeit der Staplerfahrer zulassen, zum anderen aber auch zwischen den Unternehmen ausgetauscht werden. Neben technischen Problemstellungen geht es also auch um Aus-handlungen zwischen den Unternehmen sowie zwischen Mitarbeitenden und Geschäftsleitung der entleihenden Firma.

## 2. Methodik

Die geschilderten Fragestellungen wurden in aufeinander folgenden Workshops („Werkstattgespräch“ – im Folgenden WSG – I und II) mit jeweils spezifischen Teilnehmerkreisen behandelt. Im WSG I ging es darum, ein gemeinsames Verständnis von Entleiher- und Verleiher-Unternehmen zur Datennutzung zu gewinnen und Einigkeit über die wesentlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung der Sensordaten zu erzielen. Hierzu erarbeiteten Führungskräfte den gewünschten Datenfluss und seine Ausprägungen. Als Analyserahmen kam das Phasenmodell der Datentechnologie zur Anwendung, von Häußling et al. (2017) auf Basis von Flyverboom und Madsen (2015) weiterentwickelt. Es skizziert den „Lebenszyklus“ digitaler Daten anhand der Phasen Datenproduktion, -strukturierung, -distribution, -visualisierung sowie Steuerung mittels Daten. Für jede Phase sind Entscheidungen zu treffen, die sich auf die Datenverwendung auswirken. Dies wurde im Workshop für die einzelnen Sensortypen jeweils durchgespielt und dokumentiert (beispielhaft Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Phasen der Datentechnologie für einen Lastsensor

WSG II stellte die Interessen der Mitarbeitenden und deren Passung mit den Zielen der Unternehmen in den Vordergrund. Teilnehmer waren Gabelstaplerfahrer, Mitarbeiter der Werkstatt beim Verleiher, Mitarbeiter der Leitstellen beider Unternehmen sowie direkte Führungskräfte mit Überblick über die Verknüpfung der Aufgaben und Informationsbedarfe. Die Mitarbeitenden sind teils Daten„geber“, teils Nutznießer der Daten, teils beides. Zunächst erläuterten die Teilnehmer den Ist-Zustand der Informationsflüsse. Anschließend entwickelten Mitarbeitende und Führungskräfte in getrennten Gruppen ihre Vorstellungen zu einer künftigen Informationsgestaltung im Rahmen der 5G-Staplersensorik. In einem dritten Schritt wurden diese gegenübergestellt und auf Konflikte geprüft.

### 3. Ergebnisse

Die Resultate aus WSG I können aufgrund ihres internen Charakters nicht detailliert dargestellt werden. Der Fokus liegt hier auf WSG II.

#### 3.1 Werkstattgespräch I

Die Auseinandersetzung mit den Themen der einzelnen Phasen der Datentechnologie beförderte bei den Teilnehmern ein Verständnis der Datennutzung in einem bis dahin noch nicht erreichten Detailgrad. Die Fragestellungen aus dem Bereich der Datenstrukturierung und -visualisierung waren für alle Beteiligten verständlich und ließen sich schnell klären bzw. erforderlicher Klärungsbedarf festhalten. Für die Datendistribution leitete die Vorgehensweise dazu an, Zugriffsmöglichkeiten in Verbindung mit der Strukturierung und Visualisierung zu sehen (z. B. bestimmte Daten werden an den Verleiher nur in aggregierter Form übermittelt) und explizit über die Ausgestaltung zu entscheiden. Den Teilnehmern wurde bewusst, welche Aspekte noch detailliert geplant und ausgearbeitet werden müssen. Über die Betrachtung der Datenflüsse hinaus bewirkte der Workshop eine Reflektion der Ziele und Umsetzungsaussichten, d. h. welche Sensordaten definitiv erfasst werden müssen, ob die dahinterstehenden Ziele so erreicht werden können und die Datenerhebung damit Erfolg versprechend durchgeführt werden kann.

#### 3.2 Werkstattgespräch II

WSG II begann mit der gemeinsamen Festlegung vier typischer Ereignisse, anhand derer die künftige Erfassung und Nutzung von Sensordaten durchgesprochen wurde. Auf einer stilisierten Karte des IndustrieStadtParks wurde mit einem Staplermodell eine alltägliche Route durch das Gelände nachvollzogen (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Karte des IndustrieStadtParks (Ausschnitt) mit Ereignispunkten

Die Spielfiguren auf der Karte markieren Orte zu den vier benannten typischen Ereignissen der Staplernutzung. So wurde die Vorstellungskraft befördert, typische Ereignisse zu erinnern, die häufig durch Eigenheiten des Geländes (z. B. Schlaglöcher) und der Route (z. B. Entfernungen und Batterielademöglichkeiten) beeinflusst werden. Zudem tauchten die Teilnehmer unmittelbar in ihren Arbeitsalltag und die örtlichen Gegebenheiten ein und konnten ihre Mitteilnehmer anschaulich auf diesem

Weg „mitnehmen“. Als typische Ereignisse wurden identifiziert: Der Start an einer Ladestation, das Laden von Gütern, ein Schockereignis (z. B. Fahren durch Schlagloch) sowie ein Unfallereignis (z. B. Palette stürzt auf Stapler). Zu jedem dieser Ereignisse wurde auf einer Moderationswand festgehalten, welche Informationen die Teilnehmenden dazu erhalten, wie diese bereitgestellt und wie sie gespeichert werden; ferner wurden Probleme und Kritik dokumentiert. Eine Hauptkritik lautete, dass es keine zentrale Einsatzplanung gibt, die Stapler nicht zu orten sind und somit nicht ohne Weiteres feststellbar ist, welcher Stapler wo im Einsatz ist. Nur dem Fahrer werden beim Start an der Ladestation lokal Informationen über den Ladezustand und die Restlaufzeit des Staplers bereitgestellt. Nicht erfasst werden Störungen des Ladevorgangs bzw. interimistische Aufladungen; beides schädigt die Batterie und führt dazu, dass diese verfrüht und außerplanmäßig ausgetauscht werden muss. Informationen zur Ladung von Gütern, entscheidend für die Vermeidung von übermäßigem Verschleiß am Stapler, erhält nur der Staplerfahrer. Nur wenn die Höchstlast überschritten wird, schaltet der Stapler ab und muss durch die Leitstelle des Verleihers wieder freigeschaltet werden. Ähnlichen Effekt hat ein Schockereignis, hier erfolgt eine automatische Temporeduzierung, die erst bei Freischaltung durch den Verleiher aufgehoben wird. Derzeit wird in solchen Fällen eine Mail an den Vorgesetzten beim Entleiher und an die Leitstelle des Verleihers ausgelöst, mit einer ID-Nummer des Fahrers, dessen Name nur im Beisein des Betriebsrates preisgegeben werden darf. Ein Unfallereignis mit geringen Auswirkungen meldet der Fahrer via Online-Formular an den Verleiher; der Vorgesetzte hat hier keinen Einblick, auch dies ein Kritikpunkt am aktuellen Handling. Kommt es zu größeren Schäden, ist wie beim Schockereignis eine Aktion des Verleihers erforderlich. Insgesamt spiegeln sich auch aus Sicht der Mitarbeitenden wesentliche Aspekte aus der Zielsetzung, die im WSG I mit den projektleitenden Führungskräften behandelt wurde.








In der darauffolgenden Gruppenarbeit formulierten Mitarbeitende und Führungskräfte jeweils ihre Wünsche an die künftige Datenlage und -verwendung. Beide Gruppen erhielten strukturierende Leitfragen: Was ist an diesem Ereignis für mich interessant? Welche Informationen hätte ich gerne? Warum sind diese Informationen für mich wichtig? Wie könnte/soll das Ereignis dokumentiert/gespeichert werden? Strukturierungsebene: Rohdaten vs. Aggregierte Daten? Wie würde ich die Informationen gerne dargeboten bekommen? Welche Informationen sollten nicht erfasst/gespeichert werden? Hierzu brachten die Mitarbeitenden ihr Interesse an den jeweiligen Informationen ein und erläuterten den anderen Teilnehmenden die Gründe dafür. Leitstellen- und Werkstatt-Mitarbeiter erfuhren, welche Informationen z. B. beim Start und Beladen den Fahrern weiterhelfen; den Staplerfahrern wurde deutlich, warum die Weiterleitung bestimmter Daten an die Leitstelle des Verleihers hilfreich auch für sie selbst sein könnte. Schnelle Hilfe bei Schock- oder Unfallereignissen sowie Informationen über Ladezustand und Einsatzbereitschaft von Fahrzeugen ermöglichen zügige Ersatzstellung und somit einen möglichst reibungslosen Arbeitsablauf. Weitere Fragen betrafen die Strukturierung und Visualisierung der Daten. Detailanforderungen zur Speicherung der Informationen sowie ihrer Darstellung mittels QR-Code, Benachrichtigungen und Visualisierungen in Bildern und Diagrammen nahmen die teilnehmenden Informatiker als Gestaltungsanforderungen der Mensch-Technik-Schnittstelle mit.

Die Ergebnisse der Führungskräfte zeigen vor allem den Wunsch, die Arbeit des Leitstandes beim Verleiher mit zusätzlichen Informationen zu unterstützen. Nur wenn dort die Informationsflüsse zusammenlaufen, kann ein effizienter Arbeitsablauf beim Entleiher gewährleistet werden. Dies betrifft einerseits kurzfristige Hilfe bei Schock-

und Unfallereignissen als auch andererseits längerfristig eine verlässliche technische Ausstattung, deren Belastungs- und Verschleißwirkungen kontrollier- und damit planbar bleiben. Hierzu zählt auch die stärkere Nutzung von Ladegut-Informationen, um die Fahrzeuge optimal nutzen zu können. Schockereignisse und Unfälle sollten zudem auch im Sinne der Mitarbeiterbelastung und -sicherheit möglichst vermieden werden. Informationen, die zur Klärung solcher Ereignisse beitragen, schützen auch den Fahrer vor unberechtigten Schuldzuweisungen. Optimierung der Einsatzplanung auch hinsichtlich des Einsatzzwecks, eine Datenbasis über Nutzungsspezifika und Zustand der Fahrzeuge ermöglicht realistische Abschätzungen von Wartungsintervallen und Reparaturfällen sowie eine individuelle datenbasierte Vertragsgestaltung.

In einem weiteren Schritt wurden die Zukunftsvorstellungen der Mitarbeitenden und der Führungskräfte zusammengetragen (beispielhaft: Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Zusammenführung Fantasiephase Mitarbeitende und Führungskräfte (Beispiel Schockereignis)

Ereignis	Gewünschte Informationen	Strukturierung	Beteiligte (VL=Verleiher, EL=Entleiher)	Konsens/Dissens   	Weiteres Verfahren
Schockereignis/ Schlagloch	Ist überhaupt ein Schockereignis passiert?	Aggregierte Daten	Leitstand VL Leitstand EL		Freischaltung automatisch möglich, wenn kein echtes SE
	Position + Zeit + Fahrer E-Mail Vorgesetzter Leitstand Doku	Rohdaten	Leitstand VL Leitstand EL Vorgesetzter		
	Was ist kaputt? Bilder der letzten 15 Sekunden vor Ereignis	Rohdaten	Leitstand VL Leitstand EL		
	Doku der Stellen mit - echten - nicht relevanten (z. B. Halleneinfahrt) Schockereignissen auf Karte		Leitstand VL Leitstand EL		Autopilot-Modus?

Die Entscheidung über Strukturierung als Rohdaten (ggf. personenbezogen) oder aggregierte Daten wurde im Zuge dessen nachgearbeitet, da in den getrennten Runden hierauf nicht das Augenmerk gerichtet worden war. Im Verlauf dieser Diskussion wurden weitere Ideen generiert, etwa, Quellen für Schockereignisse im Gelände (z. B. Schlaglöcher) zu kartieren, um „echte“ Schockereignisse von nicht relevanten (z. B. Überwinden einer Halleneinfahrt) zu unterscheiden. Im Fall nicht relevanter Schockereignisse könnte eine automatische Freischaltung des Fahrzeugs ermöglicht und so die Leitstelle entlastet werden; später könnte ggf. ein Autopilot-Modus hinzugeschaltet werden, der die entsprechenden Stellen erkennt und eine angepasste Geschwindigkeit einstellt. Wie die grüne Markierung in der Spalte „Konsens/Dissens“ ausweist, wurde über alle gewünschten Datenerhebungen, über Strukturierung, Distribution und Visualisierung der Daten Konsens erzielt.

#### 4. Diskussion und Fazit

Im Verlauf der WSG entstand ein detailliertes und anschauliches Bild der Staplernutzung, des Verleihs und der Wartung, sodass alle Beteiligten die Perspektive der jeweils anderen Kollegen nachvollziehen konnten. Die ursprünglichen Planungen zur Sensorik wurden aus den diversen Perspektiven hinterfragt und – auch vor dem Hintergrund zwischenzeitlich durchgeführter Techniktests – auf Zweckmäßigkeit und technische Durchführbarkeit abgeklöpft. Die Forschungspartner erhielten im Verlauf der detaillierten Ist-Analyse und Entwicklung von Zukunftsvorstellungen wichtige

zusätzliche Informationen über prozess- und organisationsbedingte Anforderungen, Beschränkungen und Möglichkeiten für die 5G-Lösung in den auf die reine Datenproduktion folgenden Phasen. Zur Weiterentwicklung des Prototypen für die Stapler-sensorik-App wurden durch das kontextbezogene Fachwissen der beteiligten Gruppen konkrete Anforderungen zu benötigten Informationen generiert und präzisiert. Das Anforderungsprofil stellt sich damit nun in ausgereifter Version dar, nachdem mit den Mitarbeitern und Führungskräften verschiedener Ebenen der grundsätzliche Bedarf sowie die technische Umsetzung der Erfassung in verschiedenen Varianten diskutiert werden konnten. Die von Mitarbeitenden und Führungskräften in der Fantasiephase erstellten „Wunschlisten“ verblieben im bodenständigen, sehr realistischen Bereich. Für künftige Workshops soll mittels geeigneter Kreativitätstechniken auch die Generierung „hochstapelnder“, freier Ideen stärker gefördert werden. Als Fazit bleibt festzuhalten, dass durch die konkrete Diskussion über Unternehmensgrenzen hinweg und das Durchdeklinieren der Datenerfassung, -strukturierung, -distribution, -visualisierung und Entscheidungskonsequenzen zwischen den Mitarbeitenden der Unternehmen sowie den Vertretern der jeweiligen Stapler-Leitstellen ein informierter Konsens zur Datenerfassung und -nutzung erzielt werden konnte. Die Werkstattgespräche haben sich somit als Instrument partizipativer Arbeitssystementwicklung im Rahmen eines MTO-Ansatzes bewährt.

## 5. Literatur

- Altepost A, Bau M, Uzun Y, Riedlinger U, Buchholz F, Oppermann L. (2022) In meinen Koffer packe ich ... Soziotechnische Systemgestaltung nach dem MTO-Prinzip am Beispiel 5G-Technologie. In: GfA (Ed.), Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten. 68. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 02.-04.03.2022. Tagungsband ISBN 978-3-936804-31-7. GfA-Press.
- Flyverbom M, Madsen KA (2015) Sorting Data out. Unpacking big data value chains and algorithmic knowledge production. In: Süßenguth, F (Ed.) Die Gesellschaft der Daten. Über die digitale Transformation der sozialen Ordnung. Bielefeld: transcript, S. 123–144.
- Häußling R, Ziesen N, Lemm J, Kerpen D, Strüver N, Eggert M (2017) Schlaglichter der Digitalisierung: Virtuelle (r) Körper-Arbeit-Alltag: Ein Vorstoß zum Kern der Digitalisierung aus einer technik-soziologisch-relationalen Perspektive: Working Paper des Lehrstuhls für Technik- und Organisationssoziologie (No. RWTH-2017-06217). Lehrstuhl für Soziologie mit dem Schwerpunkt Technik- und Organisationssoziologie.
- Strohm O, Ulich E (1997) Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten. Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Ulich E, 2013. Arbeitssysteme als soziotechnische Systeme – eine Erinnerung. Psychol J Alltags-handeln 6, 4–12.

**Danksagung:** Das Projekt „IndustrieStadtspark: 5G-Anwendungen im Industrie-Stadtpark Troisdorf“ wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr im Rahmen der 5x5G-Strategie gefördert. Förderkennzeichen 165GU054. Wir danken allen Projektpartnern. Neben den Organisationen der Autoren dieses Papiers sind dies: ZWI Technologies, Kuraray Europe, RWTH Aachen (Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement), Troiline und Trowista, sowie der Projektträger VDI/VDE. Die Projekt-Webseite ist verfügbar unter: <https://www.5gtroisdorf.de/>





Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher  
und nachhaltiger Arbeitssysteme  
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023**

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und  
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023  
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)