

Untersuchung der Muskelaktivität beim Schieben einer Sackkarre unter verschiedenen Ausführungsbedingungen über eine Laborteststrecke

Peter SCHAMS, Peter VON LÖWIS, Marion FREYER, Falk LIEBERS

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA),
Fachbereich „Arbeit und Gesundheit“,
Gruppe „Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen“,
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin*

Kurzfassung: Das Schieben einer Sackkarre ist eine häufige Form der körperlichen Arbeit. Jedoch gibt es ein Forschungsdefizit an qualitativ hochwertigen Studien, welche die körperliche Beanspruchung bei dieser Tätigkeit untersuchen. Daher ist es das Ziel dieser Studie, zu untersuchen, inwieweit sich typische Ausführungsbedingungen beim Schieben einer Sackkarre auf die Muskelaktivität auswirken. Dazu schoben 12 Teilnehmer wiederholt eine Sackkarre in einem Laborexperiment über eine kurze Teststrecke. Währenddessen wurde die Muskelaktivität von insgesamt 22 Muskeln dokumentiert. Die Studie befand sich zum Zeitpunkt der Einreichung in der Datensichtung, daher werden nur exemplarische Beispiele vorgestellt. Die folgende statistische Analyse soll mit generalisierten linearen Regressionsmodellen vorgenommen werden.

Schlüsselwörter: körperliche Arbeit, körperliche Beanspruchung, Oberflächen-Elektromyographie, Cross-Over-Design, Arbeitsphysiologie

1. Hintergrund

Trotz technischer Entwicklungen und neuer Möglichkeiten im Bereich der Arbeitsgestaltung verrichtet eine erhebliche Anzahl von Erwerbstätigen körperliche Arbeit. Untersuchungen der Daten zur Arbeitsunfähigkeit lassen darauf schließen, dass körperliche Arbeit das Risiko erhöht, Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes zu erleiden (BAuA 2018). Im Speziellen wird z. B. das Ziehen und Schieben mit chronischen Rückenschmerzen assoziiert (Andersen et al. 2007; van Oostrom et al. 2012). Eine Fehlbelastung kann letztendlich eine Erkrankung dieser Strukturen hervorrufen sowie in der Folge zu Arbeitsunfähigkeit, Berufskrankheiten und/oder Frühverrentungen führen, und damit sowohl hohe betriebliche als auch volkswirtschaftliche Kosten verursachen.

Eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung und daraus abgeleitete Präventivmaßnahmen können das Risiko senken, arbeitsbedingt zu erkranken. Für eine akkurate Risikoeinschätzung der Arbeitsbedingungen sind jedoch valide Methoden erforderlich. Eine Methode zur Einschätzung der Belastung beim Ziehen und Schieben ist die von der BAuA entwickelte Leitmerkmalmethode „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“. Die Beurteilung der Tätigkeit des Schiebens von einachsigen Flurförderzeugen basiert mit solchen Methoden allerdings zu einem großen Teil auf Experteneinschätzungen. Der Grund dafür ist, dass ein Defizit

an qualitativ hochwertigen Studien besteht, welche die Beanspruchung beim Nutzen von einachsigen Flurförderzeugen untersuchen (Argubi-Wollesen et al. 2017; Jung et al. 2005).

Das Schieben von einachsigen Flurförderzeugen ist eine in der Praxis typische und häufig auftretende Form körperlicher Arbeit. Karren werden z. B. vielfach in der Bauwirtschaft, der Land- und Forstwirtschaft oder auch im Logistikbereich genutzt. Untersuchungen der körperlichen Beanspruchung beim Schieben einer Sackkarre könnten daher neue Datengrundlagen für die Bestimmung der Arbeitsbelastung schaffen und helfen, Gefährdungsbeurteilungstools zu validieren. Somit könnten Belastungen objektiver eingeschätzt und arbeitsbedingte Überbeanspruchungen besser entdeckt werden.

2. Zielsetzung

Generelles Ziel der Studie ist es, eine exaktere Abschätzung der kurzfristigen körperlichen Beanspruchung beim Schieben von Karren zu erlangen. Die Untersuchung sollte an einem Kollektiv gesunder Studienteilnehmer in einem Laborexperiment unter simulierten Bedingungen stattfinden. Die Ergebnisse der Studie sollen erstmals eine experimentelle Begründung der in der Leitmerkmalmethode „Ziehen und Schieben“ verwendeten Merkmalswichtungen liefern.

3. Forschungsfragen

Die Studie beantwortet folgende drei Forschungsfragen: (1) Inwieweit führen die einzelnen Ausführungsbedingungen zu einer Steigerung der körperlichen Beanspruchung? (2) Welche Kombinationen der verschiedenen Ausführungsbedingungen führen zu einem verstärkten Effekt? (3) Welche Merkmalswichtungen lassen sich für die Leitmerkmalmethode „Ziehen und Schieben“ aus den gemessenen Beanspruchungsparametern ableiten?

4. Methode

Um die körperliche Beanspruchung beim Schieben einer Sackkarre zu untersuchen, wurde eine kontrollierte Laborstudie mit 16 männlichen Teilnehmern durchgeführt. Es wurden nur Teilnehmer eingeschlossen, die zwischen 170 cm und 190 cm groß und 18 bis 40 Jahre alt waren, sowie ein durchschnittliches Fitnesslevel aufwiesen. Die Aufgabe der Teilnehmer war es, eine Sackkarre wiederholt über eine ca. 5 Meter lange Teststrecke zu schieben. Nachdem ein Teilnehmer zwei Durchgänge durchgeführt hatte, wurden drei Kategorien von Ausführungsbedingungen variiert bzw. kombiniert. Die Variation der Bedingungen wurde über die Teilnehmer hinweg ausgeglichen variiert.

Zu den Ausführungsbedingungen gehören das Lastgewicht der Sackkarre sowie die Neigung und der Untergrund der Teststrecke. Insgesamt beinhalten die Ausführungsbedingungen acht verschiedene Lastgewichte, vier Neigungen und vier verschiedene Untergründe (siehe Abb. 1). Es wurden 72 verschiedene Kombinationen von Ausführungsbedingungen untersucht.

rungsbedingungen dargeboten. Bestimmte Kombinationen von Ausführungsbedingungen, die als nicht sicher ausführbar eingeschätzt wurden, wurden bei der Durchführung ausgeschlossen.

Während der Versuchsdurchgänge wurde unter anderem als Beanspruchungsmerkmal die Muskelaktivität mittels Oberflächen-Elektromyographie erfasst. Um ein möglichst komplettes Bild der muskulären Beanspruchung zu bekommen, wurde die Aktivität von insgesamt 22 Muskeln am ganzen Körper dokumentiert.



Abbildung 1: Ausprägungen der drei Ausführungsbedingungskategorien: Lastgewicht (oben links), Wegneigung (oben rechts) und Untergrundtyp (unten).

5. Exemplarische Ergebnisdarstellung

Zum Zeitpunkt der Einreichung des Beitrags war die Datenerhebung der Studie abgeschlossen und die Datensichtung sowie Datenvorbereitung wurde vorgenommen. Daher werden in diesem Beitrag exemplarische Ergebnisse dargestellt, um die erhobene Datenausprägung aufzuzeigen und folgende Analysen zu erklären.

Abbildung 2 zeigt insgesamt vier Durchgänge unter verschiedenen Kombinationen der Ausführungsbedingungen eines Teilnehmers auf zwei vergleichenden Grafiken. Die Grafiken zeigen die Zeitreihen der Muskelaktivität des vorderen Schultermuskels (Musculus deltoideus anterior). Die dokumentierte Muskelaktivität wird im Verhältnis zur maximalen Muskelaktivität, die am Anfang des Tages gemessen wurde, in Prozent angegeben.

Beispielhaft ist zu erkennen, dass bei gleichbleibender Neigung und Untergrund der vordere Schultermuskel in der Schubphase deutlich stärker beansprucht ist, wenn das

Lastgewicht gesteigert wird. In der Ankippen- und Abkippphase ist visuell kein Unterschied zu erkennen (siehe Abb. 2, obere Grafik). Es wird vermutet, dass ein höherer Kraftaufwand zum Bewegen der Sackkarre zu höherer Beanspruchung führt.

Bei gleichbleibendem Lastgewicht und Neigung ist beispielhaft zu erkennen, dass bei einem weicheren Untergrund (Splitt) im Vergleich zu einem harten Untergrund (grobe Steinplatten) die Beanspruchung des vorderen Schultermuskels in der Zeitreihe eine ähnliche Ausprägung aufweist. Am Ende der Schubphase scheint die Muskelaktivität bei dem weicheren Untergrund jedoch höher zu bleiben im Vergleich zum harten Untergrund (siehe Abb. 2, untere Grafik). Als Grund dafür wird der höhere Kraftaufwand beim Erhalten der Schubgeschwindigkeit beim Einsinken der Räder in den weicheren Untergrund vermutet.

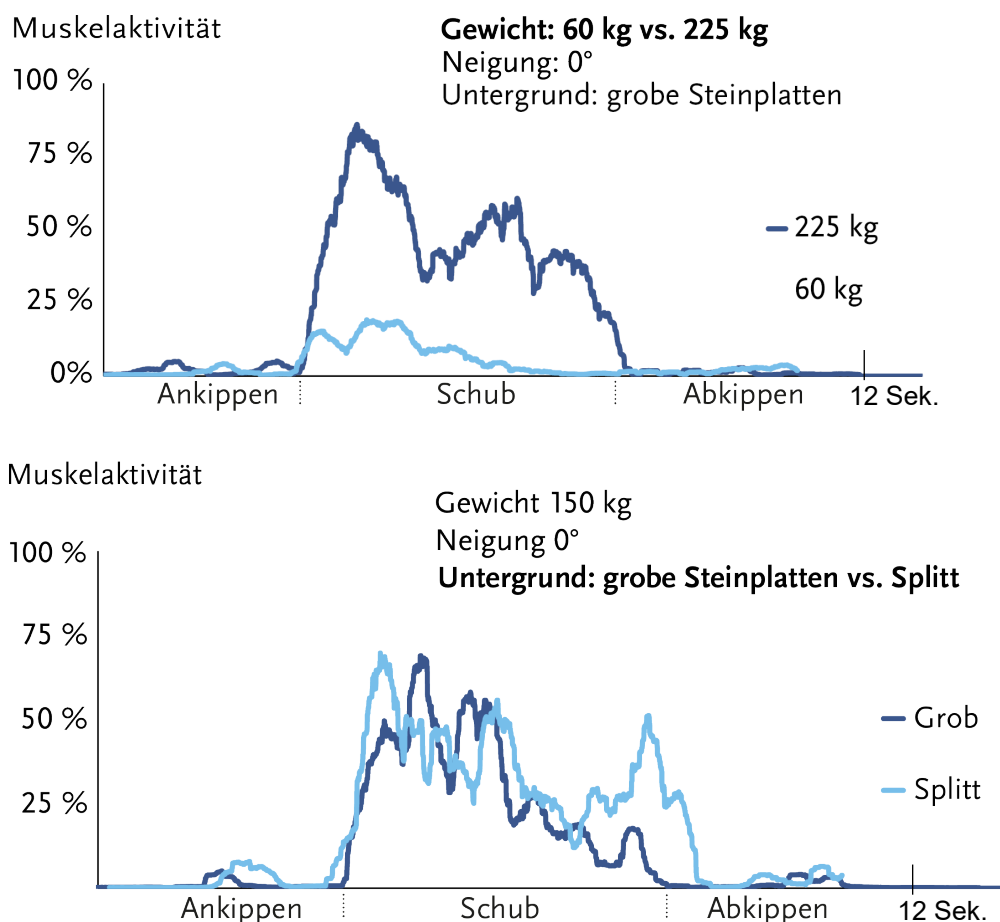


Abbildung 2: Exemplarische Darstellung der Zeitreihen der Muskelaktivität des vorderen Schultermuskels (*M. deltoideus anterior*) verschiedener Durchgänge eines Teilnehmers. Die Muskelaktivität wird in Relation zur vorab am Tag gemessenen maximalen Muskelaktivität in Prozent dargestellt. Die Zeitreihe wird zur besseren Orientierung grob in die Bewegungsphasen Ankippen, Schub und Abkippen unterteilt. Obere Grafik: zwei Durchgänge mit einer Neigung von 0° auf dem Untergrund grobe Steinplatten und jeweils mit 60 kg und 225 kg Lastgewicht. Untere Grafik: zwei Durchgänge mit dem Lastgewicht 150 kg, mit einer Neigung von 0° und jeweils auf dem Untergrund grobe Steinplatten und Splitt.

6. Weitere Datenanalyse und Ausblick

Die in diesem Beitrag vorgestellten beispielhaften Ergebnisse werden in nachfolgenden Analysen detaillierter betrachtet. Zum einen soll, wie an den aufgeführten Beispielen verdeutlicht, untersucht werden, inwieweit bestimmte Ausführungsbedingungen zu einer höheren muskulären Beanspruchung führen. Zum anderen soll geprüft werden, inwieweit Kombinationen von Ausführungsbedingungen zu einem verstärkten Effekt führen. Dazu werden unter anderem die Unterschiede zwischen den Muskelgruppen in die Diskussion mit einfließen. Ebenfalls werden die Durchgänge zu detaillierteren Betrachtung zusätzlich in die Bewegungsphasen Ankippen, Schub (inklusive einzelne Schritte) und Abkippen unterteilt. In Bezug auf die statistische Auswertung ist geplant, die Unterschiede zwischen den drei Kategorien der Ausführungsbedingungen (Neigung, Gewicht, Untergrund) sowie dem Verlauf der Beanspruchung über den Tag unter Verwendung multivariater Regressionsanalysen zu schätzen (Generalisierte Lineare Regressionsmodelle, robuste Schätzung, Berücksichtigung interindividueller Wiederholungen).

Die Ergebnisse werden dazu beitragen, eine exaktere Abschätzung der kurzfristigen körperlichen Beanspruchung beim Schieben von Karren zu erlangen. Zudem sollen die Ergebnisse genutzt werden, um das Gefährdungsbeurteilungstool „Leitmerkmalmethode Ziehen und Schieben“ zu validieren.

7. Literatur

- Andersen JH, Haahr JP, Frost P (2007) Risk factors for more severe regional musculoskeletal symptoms: a two-year prospective study of a general working population. *Arthritis & Rheumatology* 56: 1355–1364.
- Argubi-Wollesen A, Wollesen B, Leitner M, Mattes K (2017) Human Body Mechanics of Pushing and Pulling: Analyzing the Factors of Task-related Strain on the Musculoskeletal System. *Safety and Health at Work* 8: 11–18.
- BAUA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2018) Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Berichtsjahr 2017, Bönen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).
- Jung MC, Haight JM, Freivalds A (2005) Pushing and pulling carts and two-wheeled hand trucks. *International Journal of Industrial Ergonomics* 35: 79–89.
- Van Oostrom SH, Verschuren M, De Vet HC, Boshuizen HC, Picavet HS (2012) Longitudinal associations between physical load and chronic low back pain in the general population: the Doetinchem Cohort Study. *The Spine Journal (Phila Pa 1976)*, 37: 788–96.

Danksagung: Die Autorenschaft bedankt sich bei allen Teilnehmern an dieser Studie für ihre Zeit und Mitarbeit. Ein großer Dank gebührt ebenfalls Dr. Marianne Schust für ihre Arbeit zur Initialisierung und Leitung der Studie.



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 · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de