DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Spitzenverband

9. DGUV Fachgespräch Ergonomie

Zusammenfassung der Vorträge vom 4. und 5. Dezember 2025

DGUV Report 1/2026



Impressum

Herausgegeber:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: +49 30 13001-0
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Ausgabe: September 2026

Redaktion:

Susan Freiberg, Hanna Zieschang
DGUV Akademie

Publikationsdatenbank:

www.dguv.de/publikationen
Webcode: p022955

Bildnachweis:

Titelbild (Originalbilder) von links nach rechts:
kaj.Kandler/kombinatrotweiss.de, Stephan Floß
kaj.Kandler/kombinatrotweiss.de
Alle Bilder aus der Präventionskampagne: Dein Rücken

Layout und Gestaltung:

DGUV Akademie, Referat WPM

9. DGUV Fachgespräch Ergonomie

Zusammenfassung der Vorträge
vom 4. und 5. Dezember 2025

Kurzfassung

9. DGUV Fachgespräch Ergonomie

Am 4. und 5. Dezember 2025 fand in Dresden das mittlerweile 9. DGUV Fachgespräch Ergonomie statt. Es richtete sich an die Ergonomie- und Präventionsfachleute der Unfallversicherungsträger. Themenschwerpunkte waren: „Prävention arbeitsbezogener Muskel-Skelettbelastungen“, auch „Individualprävention bei Muskel-Skelett-Erkrankungen“, „Prävention und Berufskrankheiten“, „Mobiles Arbeiten“ inklusive Homeoffice und Desk-Sharing, sowie „Psychische Belastung“, unter anderem „Erkennen und Bewältigen von Einsamkeit“. In diesem DGUV Report sind die Vorträge und Posterbeiträge der Veranstaltung zusammengefasst.

Summary

9th DGUV Ergonomics Symposium

The 9th edition of the DGUV Ergonomics Symposium took place in Dresden on December 4 and 5, 2025. It was aimed at professionals in ergonomics and prevention from the German Social Accident Insurance institutions. The main topics were: ‘Prevention of work-related musculoskeletal workloads’, ‘Individual prevention of musculoskeletal disorders’, ‘Prevention and occupational diseases’, ‘Mobile working’ (including working from home and desk sharing), and ‘Mental stress’, including ‘Recognising and coping with loneliness’. This DGUV Report summarises the presentations and poster contributions from the event.

Résumé

9e symposium sur l'ergonomie de la DGUV

La 9e édition du symposium sur l'ergonomie de la DGUV s'est tenue les 4 et 5 décembre 2025 à Dresde. Il s'adressait aux spécialistes en ergonomie et en prévention des organismes d'assurance et de prévention des risques professionnels allemands. Les thèmes principaux étaient les suivants: « Prévention des contraintes musculosquelettiques liées au travail », « Prévention individuelle des troubles musculosquelettiques », « Prévention et maladies professionnelles », « Travail mobile » (y compris le télétravail et le partage de bureaux) ainsi que « Stress psychologique », notamment « Comment reconnaître et gérer la solitude ». Ce rapport de la DGUV synthétise les exposés et les posters présentés lors de l'événement.

Resumen

9.º Simposio sobre Ergonomía

El 4 y 5 de diciembre de 2025 se celebró en Dresde la ya novena edición del simposio técnico de la DGUV sobre ergonomía, destinado a los especialistas en ergonomía y prevención de las entidades de seguro de accidentes alemanas. Entre los temas principales se destacaron los siguientes: "Prevención de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo", así como "Prevención individual de enfermedades musculoesqueléticas", "Prevención y enfermedades laborales", "Trabajo móvil", incluido el teletrabajo y el uso compartido de escritorios, y "Estrés psicológico", incluyendo "Reconocer y superar la soledad". En este informe de la DGUV se resumen las ponencias y contribuciones en formato póster presentadas durante el evento.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 9
Hanna Zieschang, Rolf Ellegast

Themenblock 1

Aufbau einer Expositionsdatenbank als Handlungshilfe für BK-Ermittlungen der BGW am Beispiel der BK 2113 12
Matthias Wanstrath, Albert Nienhaus

Erkennen und Bewältigen von Einsamkeit im betrieblichen Kontext 14
Marlen Rahnfeld

Themenblock 2

Aktuelle Entwicklungen zur Individualprävention bei arbeitsbezogenen Muskel-Skelett-Erkrankungen (IP MSE) 22
Rolf Ellegast, Dirk Ditchen, Elisabeth Ibenthal

Ambulante Individualprävention bei (drohender) BK 2108 25
Anika Steger

Die VBG-Software GeDoku – jetzt mit KI Unterstützung 28
Christian Richter

Themenblock 3

Psychische Belastung bei Nutzung von Künstlicher Intelligenz bei der Arbeit 34
Marlen Cosmar, Christina Heitmann

Wie geht es weiter mit dem Thema MSB? – Verstetigung nach zwei GDA-Programmen 37
Dirk Römer

Exoskelette in der Arbeitswelt – wo stehen wir heute? 39
Ulrich Glitsch, Jasper Johns, Kai Heinrich

Session 1

Berufsbedingte Coxarthrose: Bewegungsanalyse als individualpräventiver Ansatz 48
Ursula Trinler

Schulter- und GonKatast – Beiträge zur Datenlage bei BK 2112 und BK 2117 54
Markus Kelter

Kniebelastung bei Reisemobil- und Campingfahrzeugbau – Erkenntnisse aus Messungen im Rahmen des IFA GonKatast (BK 2112) 57
Daniel Kern

SchulterKatast – Projektstatus der BGHW 60
Julia Block, Ines Schalk

Session 2

Studie zur Analyse des Bewegungsverhaltens beim hybriden Arbeiten – Kombination von Sensor- und Befragungsdaten 66
Konstantin Wechsler, Rolf Ellegast, Britta Weber

Online-Befragung zu Muskel-Skelett- und Augenbeschwerden bei der Bildschirmarbeit im Homeoffice 71
Britta Weber, Stephanie Griemsmann, Swaantje Casjens, Jörg Rissler, Ingolf Hosbach, Konstantin Wechsler, Thomas Behrens, Rolf Ellegast

Gesund und zufrieden: Erfolgsfaktoren für die Gestaltung von Desk-Sharing 76
Franziska Grellert

4-Tage-Woche: Potenziale und Herausforderungen 81
Christina Heitmann

Session 3

Messwertbasierte Analyse der Hand- und Fingerbelastung in der Physiotherapie 88
Theresa Braun, Sarah Campos, Ulrich Glitsch, Omar El-Edrissi, Dominik Gräßle, Matthias Wanstrath, Albert Nienhaus, Kai Heinrich

Befragungsdaten und messtechnische Analysen physischer Einwirkungen in der Veterinärmedizin (Erste Ergebnisse) 92
Matthias Wanstrath, Theresa Braun, Kai Heinrich, Albert Nienhaus

Muskuloskelettales Entlastungspotenzial einer teilautomatisierten Entladehilfe in der Flughafengepäckabfertigung 94
Dominik Gräßle, Sarah Campos, Kai Heinrich, Philipp Wynands, Ingo Hermanns-Truxius, Christoph Schiefer

Aktuelle Entwicklungen bei Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen 99
Dirk Ditchen

Session 4

Von der Mess-Assistenz bis zum Chatbot – KI als Werkzeug ergonomischer Innovation 106
Christoph Schiefer, Susanne Roscher

KI und Demografie 109
Hanna Zieschang

Entwicklung eines Lösungskatalogs für ergonomische Prinziplösungen 115
Torsten Wagner

Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte zu Lichtflimmern und nichtvisueller Lichtwirkung 117
Sylvia Hubalek

Session 5

Die neue DGUV Information 208-062
„Mensch und Arbeitsplatz – Auswahl und Einsatz von Exoskeletten“ 122
Ines Schalk

Schulter-Exoskelette in der Flugzeugmontage 127
Kai Heinrich, Mirko Kaufmann

Schnelllieferdienstleistende (Riders) im Fokus:
Körperhaltung und Vibrationseinwirkungen 132
Nastaran Raffler, Mark Prismak, Nick Kleinewalter, Thomas Wilzopolski,
Omar El-Edrissi, Detlef Sayn, Christian Freitag

Effektivität und Akzeptanz einer hybriden Kühlweste bei Schnelllieferdiensten 136
Elisabeth Ibenthal, Rolf Ellegast

Workshop

Ergonomie und ökologische Nachhaltigkeit – Einblicke aus dem Workshop 144
Maria Klotz

Poster

Aktualisierung der Checkliste zur ergonomischen Maschinengestaltung
unter Berücksichtigung der neuen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 148
Matthias Clermont, Markus Post, Peter Nickel, Christoph Meyer, Sarah Busse,
Jochen Eckardt, Torsten Wagner, Jan Zimmermann

Digitale Bildungsangebote der DGUV Akademie –
Web Based Trainings (WBTs) zu Ergonomie und Demografie 151
Susan Freiberg, Jenny Hook, Kati van der Seylberg, Hanna Zieschang

Instrumente zur Ermittlung von Belastung und Beanspruchung
durch Headsets im Handel 156
Anne Gebhardt, Florian Schelle, Jan Selzer, Frank Rokosch, Kathrin Schwarzmann

Klima in Büro und Industriehallen 159
Carina Jehn

Entdecken von Personen auf Kamera-Monitor-Systemen mobiler Maschinen
in der Betriebspraxis 161
Peter Nickel, Shuaixin Qi, Andy Lungfiel, Martin Ulrich, Marino Menozzi, Carlo Menon

DGUV Barometer Arbeitswelt: Analyse der Belastungen –
Stellschrauben für die Prävention 166
Annekatrin Wetzstein, Anna-Maria Hessenmöller

VR-SRF-Simulationsschulungstools für das ENTRAPon-Projekt 171
Jan Zimmermann, Andy Lungfiel, Albert Bohlscheid, Peter Nickel

Referentinnen und Referenten 180

Vorwort

Hanna Zieschang, DGUV Akademie
Rolf Ellegast, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Die Arbeitswelt ist in einem stetigen Wandel begriffen. Arbeit ist in den letzten Jahren deutlich flexibler geworden, sowohl in puncto Arbeitsort als auch hinsichtlich Arbeitszeit. Zudem bringt die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz viele Potenziale und Herausforderungen mit sich. Nicht zuletzt ist für die Unternehmen ein gravierender Arbeitskräftemangel zu verbuchen, weil die Jahrgänge der Babyboomer bereits jetzt, aber auch noch in den nächsten Jahren in den Ruhestand gehen werden.

Bei allen diesen Entwicklungen bleibt die ergonomische Arbeitsgestaltung ein zentraler Bestandteil in der Präventionsarbeit der Unfallversicherungsträger. Ihr Potenzial ist in den Betrieben trotz aller Entwicklungen bisher nicht vollends ausgeschöpft. Dies ist Anlass genug, um die regelmäßig stattfindende Veranstaltungsreihe der DGUV Fachgespräche Ergonomie weiterhin fortzusetzen. Im Abstand von drei Jahren führen das Institut für Arbeitsschutz (IFA) und die DGUV Akademie (ehemals Institut für Arbeit und Gesundheit – IAG) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung diese Fachgespräche durch. Dabei wechseln sich die Veranstalter in der Realisierung ab. Am 4. und 5. Dezember 2025 fand das Fachgespräch zum neunten Mal statt und wurde von der DGUV Akademie in Zusammenarbeit mit dem IFA vorbereitet, organisiert und in Dresden ausgerichtet. Wie bei allen vorhergehenden Fachgesprächen Ergonomie stand auch dieses Mal der fachliche Erfahrungsaustausch der Präventionsfachleute der Unfallversicherungsträger im Mittelpunkt der Veranstaltung.

Im Vorfeld der Veranstaltung wurden die Unfallversicherungsträger um Nennung der für ihre Präventionsarbeit jeweils prioritären Themen gebeten. Dabei zeigte sich, dass nach wie vor die Prävention arbeitsbezogener Muskel-Skelettbelastungen (MSB) am stärksten vertreten war. Prävention und Berufskrankheiten sowie die Gestaltung von neuen Arbeitsformen wie Homeoffice oder mobile Arbeit rangierten unmittelbar danach. Aber auch Themen wie Assistenzsysteme, Künstliche Intelligenz in der Ergonomie und psychische Belastung gewinnen mehr und mehr für die Präventionsarbeit an Bedeutung.

Die Vielfalt der Themen und die Menge an Beiträgen machten es erforderlich, einige Vorträge im Plenum, andere in parallel verlaufenden Sessions zu organisieren. Eine Posterausstellung regte zu weiterem Austausch an.

In diesem Report sind nun die Beiträge des 9. Fachgesprächs Ergonomie zusammengestellt. Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Fachgesprächs für ihre Beiträge sowie den interessanten und regen Erfahrungsaustausch.

Themenblock 1

Aufbau einer Expositionsdatenbank als Handlungshilfe für BK-Ermittlungen der BGW am Beispiel der BK 2113

Matthias Wanstrath, Albert Nienhaus

Erkennen und Bewältigen von Einsamkeit im betrieblichen Kontext

Marlen Rahnfeld



Aufbau einer Expositionsdatenbank als Handlungshilfe für BK-Ermittlungen der BGW am Beispiel der BK 2113

Matthias Wanstrath, Albert Nienhaus
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

Kurzfassung

Muskuloskelettale Erkrankungen der oberen Extremität zählen zu den häufigsten arbeitsbedingten Gesundheitsproblemen im Gesundheitswesen. Die Bewertung beruflicher Expositionen im Berufskrankheiten (BK)-Verfahren ist jedoch aufgrund heterogener Tätigkeitsprofile, fehlender Dokumentation und begrenzter Vergleichsdaten oft schwierig. Der Beitrag stellt eine evidenzbasierte Handlungshilfe in Form einer Expositionsdatenbank vor, die auf einem Mixed-Methods-Forschungsansatz basiert. Durch standardisierte Tätigkeitsmodule, Vergleichsvideos und eine Tätigkeiten-Expositions-Matrix (TEM) ermöglicht das Instrument eine objektivere, reproduzierbare und effizientere Ermittlung beruflicher Belastungen im BK-Verfahren.

1 Hintergrund

Die Ermittlung arbeitsbedingter Ursachen muskuloskelettaler Erkrankungen stellt insbesondere im Gesundheitswesen eine große Herausforderung dar. Tätigkeiten sind vielfältig, häufig nicht dokumentiert und unterscheiden sich erheblich zwischen Einrichtungen. Im BK-Verfahren führt dies oft zu Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Belastungssituation sowie zu langen Bearbeitungszeiten.

Insbesondere bei den Berufskrankheiten BK 2113 und BK 2117 fehlt bislang ein standardisiertes Instrument zur objektiven Expositionsbewertung. Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung einer evidenzbasierten Handlungshilfe zur Unterstützung der Ermittlungsverfahren.

2 Herausforderungen im Gesundheitswesen

Die Besonderheiten des Gesundheitswesens erschweren eine valide Expositionsbewertung. Dazu zählen insbesondere:

- stark heterogene Tätigkeitsprofile
- fehlende oder unvollständige Dokumentation („Dark Data“)
- subjektive Schilderungen im Ermittlungsprozess
- große Unterschiede zwischen Einrichtungen
- geringe Verfügbarkeit belastbarer Vergleichsdaten

Diese Faktoren führen zu eingeschränkter Objektivität und erschweren eine nachvollziehbare Entscheidungsfindung im BK-Verfahren.

3 Methodischer Ansatz und Forschungsbasis

Zur Entwicklung der Handlungshilfe wird ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt. Dieser kombiniert verschiedene Datenquellen, um sowohl die Breite als auch die Tiefe realer Arbeitsbelastungen abzubilden.

Die Forschungsbasis umfasst:

- Befragungsstudien zur Erfassung typischer Tätigkeiten und Belastungen
- Arbeitsplatzbeobachtungen zur systematischen Tätigkeitsanalyse
- messtechnische Erhebungen (z. B. mittels Sensorik) zur objektiven Expositionsbestimmung
- interdisziplinäre Auswertung aus Arbeitswissenschaft, Ergonomie und Medizin

Untersucht wurden unter anderem Tätigkeiten im Kontext des Karpaltunnelsyndroms und der Läsion der Rotatorenmanschette in der Physio- und Ergotherapie, Friseurhandwerk, Dialyse, Pflege, Podologie, Zahnmedizin sowie in der Veterinärmedizin.

4 Aufbau der Handlungshilfe

Das entwickelte Instrument besteht aus vier zentralen Bausteinen:

1. **Listenverfahren** zur strukturierten Erfassung relevanter Tätigkeiten
2. **Tätigkeitsmodule**, die typische Arbeitsaufgaben berufsgruppenspezifisch abbilden
3. **Vergleichsvideos**, die reale Arbeitsprozesse visualisieren

4. **Tätigkeiten-Expositions-Matrix (TEM)** als zentrales Element

Die Tätigkeitsmodule basieren auf wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie Expertenwissen und ermöglichen eine standardisierte Beschreibung von Arbeitsprozessen.

Die TEM verknüpft diese Tätigkeiten mit objektiv gemessenen Expositionsparametern wie Bewegungsfrequenzen, Kraftanforderungen oder Körperhaltungen. Dadurch können individuelle Belastungsprofile systematisch und reproduzierbar erstellt werden.

5 Nutzen für das BK-Verfahren

Die Handlungshilfe bietet mehrere wesentliche Vorteile:

- standardisierte und reproduzierbare Datenerfassung
- erhöhte Objektivität durch messbasierte Expositionswerte
- Zeitersparnis im Ermittlungsprozess
- bessere Nachvollziehbarkeit gegenüber Gutachtern und Gerichten
- einheitliche Qualitätsstandards über Unfallversicherungsträger hinweg

Insgesamt trägt das Instrument dazu bei, die Bewertung beruflicher Expositionen zu professionalisieren und die Entscheidungsqualität im BK-Verfahren zu verbessern.

6 Ausblick

Aktuell wird die Handlungshilfe digital umgesetzt und in Form eines Prototyps erprobt. Geplant sind unter anderem die Integration weiterer Messdaten, die Erweiterung auf zusätzliche Berufsgruppen sowie Schulungen für Ermittlerinnen und Ermittler. Ziel ist die Etablierung eines standardisierten, evidenzbasierten Instruments für die Praxis.

7 Fazit

Mit der entwickelten Expositionsdatenbank steht erstmals ein wissenschaftlich fundiertes und praxisnahes Werkzeug zur Verfügung, das die Ermittlung muskuloskelettaler Belastungen im Gesundheitswesen deutlich verbessert. Es ermöglicht eine objektivere, transparentere und effizientere Bewertung im BK-Verfahren und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung des Berufskrankheitensystems.

Erkennen und Bewältigen von Einsamkeit im betrieblichen Kontext

Marlen Rahnfeld
DGUV Akademie

Kurzfassung

Einsamkeit äußert sich als ein unangenehmes Gefühl, das entsteht, wenn die sozialen Beziehungen als unzureichend empfunden werden. Während vorübergehende Einsamkeit für das soziale Wohlbefinden sogar hilfreich sein kann, steht dauerhafte Einsamkeit mit psychischen und körperlichen Erkrankungen im Zusammenhang. Da manche Ursachen und Auswirkungen auch im betrieblichen Kontext zu finden sind, sollten sich Betriebe mit dem Thema auseinandersetzen. Anhand einer systematischen Literaturrecherche wurden sowohl wissenschaftliche als auch praxisorientierte Veröffentlichungen zum Umgang mit Einsamkeit im betrieblichen Kontext gesucht. Selbst wenn die Ursachen für Einsamkeit nicht allein im Unternehmen liegen, stehen diesen gezielte Maßnahmen zur Verfügung, um Beschäftigte zu schützen, damit diese nicht vereinsamen, sowie bereits Betroffene mit Hilfsangeboten zu unterstützen. Es werden verschiedene Ansätze der Prävention und Intervention für von Einsamkeit Betroffene vorgestellt, die im betrieblichen Kontext Anwendung finden können. Dieser Text basiert zu einem Großteil auf einem 2024 erschienenen Artikel von Rahnfeld und Stieler [1].

1 Hintergrund

1.1 Definition von Einsamkeit

Es existieren in der Forschung unterschiedliche Definitionen von Einsamkeit [2]. Die im wissenschaftlichen Kontext am häufigsten verwendete Definition ist die von Peplau und Perlman [3]. Sie besagt, dass Menschen Einsamkeit erleben, wenn sie ihre sozialen Beziehungen als qualitativ oder quantitativ unzureichend empfinden. Dies betrifft sowohl die Beziehungen im privaten als auch im beruflichen Bereich und ist nicht allein durch das Vorliegen von objektiver Isolation erklärbar. Hier zeigt sich ein Unterschied zur Alltagssprache, in der die Begriffe „allein“ und „einsam“ oft in einem Zug oder synonym verwendet werden. In der Wissenschaft wird das Alleinsein beziehungsweise die soziale Isolation vom Empfinden von Einsamkeit klar abgegrenzt. Auch wenn Personen, die zum Beispiel allein leben [4] oder keine Arbeit haben [5], häufiger von Einsamkeit betroffen sind, reicht das objektive Fehlen von sozialen Beziehungen in der Regel nicht aus, um Einsamkeit zu empfinden. Es ist möglich, dass Menschen sich einsam fühlen, obwohl sie in einer Partnerschaft sind, mit anderen Menschen zusammenleben oder zusammenarbeiten oder generell Kontakt zu anderen Menschen haben.

1.2 Die schützende Wirkung von Einsamkeit

Fragt man Laien danach, wie sich Einsamkeit anfühlt, werden überwiegend negative Aspekte genannt, zum Beispiel Traurigkeit, Angst, Leere oder das Gefühl, vollständig verlassen zu sein [6]. Zusätzlich wird Einsamkeit häufig tabuisiert und nicht angesprochen [7]. Als Gründe geben Betroffene an, niemandem zur Last fallen zu wollen. Manche glauben nicht, dass es hilft, sich jemandem anzuvertrauen, oder sagen, es sei ihnen unangenehm, ihr Einsamkeitsgefühl zuzugeben [8].

Dabei sind Einsamkeitsgefühle nicht per se etwas Negatives und können sogar eine schützende Funktion einnehmen [9]. Ähnlich wie Hunger unangenehm sein kann, aber dazu anhält Nahrung aufzunehmen, soll das Gefühl der Einsamkeit zeigen, dass etwas mit dem sozialen Wohlbefinden nicht stimmt und gehandelt werden sollte, zum Beispiel, indem Beziehungen stärker gepflegt werden und wieder mehr Austausch mit anderen Menschen stattfindet. Tritt Einsamkeit gelegentlich auf, kann es als eine Aufforderung verstanden werden, etwas zu tun. Gelegentliche oder vorübergehende Einsamkeit zieht selten langfristige gesundheitliche Folgen nach sich und kann im Gegenteil sogar für ein höheres Wohlbefinden sorgen, wenn entsprechend gehandelt wird und die sozialen Beziehungen gestärkt oder neue Kontakte geknüpft werden. Bislang ist unklar, ab welchem Grad oder ab welchem Zeitraum Einsamkeit maladaptiv wird, also nicht mehr schützt, sondern schadet.

1.3 Gesundheitliche Zusammenhänge mit Einsamkeit

Hält Einsamkeit für einen längeren Zeitraum an, kann das Betroffene sehr stark belasten und gesundheitlich beeinträchtigen, wie mehrere Metaanalysen eindrücklich darlegen [10; 11; 12]. Allerdings sind die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge noch nicht eindeutig geklärt und es

finden Wechselwirkungen statt. Neben psychischen Erkrankungen [13; 14], wie Depressionen [15; 16], Demenz [17] oder Angststörungen [15], wird Einsamkeit auch mit körperlichen Erkrankungen [14], wie zum Beispiel Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Schlaganfällen [18] oder einer höheren Anfälligkeit für Viruserkrankungen [19], in Zusammenhang gebracht. Einsamkeit selbst führt zwar nicht direkt zu diesen Krankheiten, aber einsame Menschen zeigen beispielsweise ein schlechteres Gesundheitsverhalten [20]. Sie bewegen sich weniger und schlafen schlechter, was sich wiederum negativ auf körperliche Systeme und Prozesse wie Blutdruck oder das Hormonsystem auswirken und somit die Immunabwehr schwächen kann. Hinzu kommt, dass das Krankheitsbild vieler psychischer und körperlicher Erkrankungen oft mit Verhaltensweisen oder Gefühlen einhergeht, die zu Einsamkeit führen beziehungsweise diese fördern [21]. Oft geraten Betroffene deshalb in einen Teufelskreis aus Einsamkeit und psychischen oder körperlichen Erkrankungen, aus dem sie nur schwer ohne externe Hilfe herauskommen.

2 Fragestellungen

Um Aussagen und Empfehlungen für den Umgang mit Einsamkeit im betrieblichen Kontext geben zu können, wurden die folgenden vier Fragestellungen formuliert, die mittels einer systematischen Literaturrecherche beantwortet wurden.

1. Hat sich die Prävalenz von Einsamkeit in den vergangenen Jahren in Deutschland verändert? Welche Effekte zeigen sich speziell durch die Covid-19-Pandemie?
2. Ist das Problem Einsamkeit in Betrieben oder öffentlichen Einrichtungen bekannt?
3. Welche Präventions- und Früherkennungsmaßnahmen sind in Betrieben installiert? Welche Tools zur Erkennung von Einsamkeit stehen zur Verfügung?
4. Welche Strukturen und Hilfsangebote können im Betrieb genutzt werden, um betroffene Beschäftigte am Arbeitsplatz zu identifizieren und zu unterstützen?

3 Methodisches Vorgehen

Anhand einer systematischen Literaturrecherche wurden sowohl wissenschaftliche als auch praxisorientierte Veröffentlichungen, nationale und internationale Publikationen ab dem Jahr 2000 sowie wichtige Veröffentlichungen vor 2000 zum Umgang mit Einsamkeit im betrieblichen Kontext gesucht, die sich um eine oder mehrere der oben genannten Fragestellungen drehten. Der Hauptfokus der Recherche lag dabei auf betrieblicher Prävention und Gesundheitsförderung zum vorbeugenden Umgang mit Einsamkeit in Deutschland.

4 Ergebnisse

4.1 Prävalenz von Einsamkeit

Die Literaturrecherche zeigt zunächst, dass es bislang kein einheitliches Kriterium dafür gibt, ab wann eine Person als einsam gilt. Exakte Zahlen zur Verbreitung von Einsamkeit sind schwierig zu ermitteln und Schätzungen zur Prävalenz von Einsamkeit sind daher oft nicht gut vergleichbar [22]. Im EU-LS 2022 [23], einer Erhebung der Einsamkeit in den Ländern der Europäischen Union, lag Deutschland im mittleren Bereich: Demnach fühlten sich 13 % der Befragten dauerhaft einsam. In den Jahren 2008 bis 2017 gaben nur 8–9 % an, langfristig einsam zu sein. Einsamkeitsgefühle haben also seit der COVID-19-Pandemie zugenommen. Neuere Befragungen bestätigen zunächst dieses Niveau [8].

4.2 Einsamkeit am Arbeitsplatz

Die ausgewertete Literatur verdeutlicht zudem, dass Einsamkeit auch im Arbeitskontext eine relevante Rolle spielt und in verschiedenen Erhebungen systematisch erfasst wurde. In dem im Jahr 2024 erschienenen Einsamkeitsreport der Techniker Krankenkasse wurde unter anderem nach der erlebten Einsamkeit am Arbeitsplatz gefragt [8]. Demzufolge fühlen sich 15 % der Erwerbstätigen häufig oder manchmal im Job einsam, Frauen eher als Männer (19 % gegenüber 11 %). Menschen, die am Arbeitsplatz häufig, manchmal oder selten Einsamkeit empfinden, fehlt im Vergleich zu jenen, die nie einsam sind, häufiger Wertschätzung (44 % gegenüber 23 %) und ein Gefühl von Zugehörigkeit trotz der Arbeit im Team (27 % gegenüber 4 %). Außerdem vermissen 25 % der einsamen Beschäftigten am Arbeitsplatz Menschen, mit denen sie sich wohlfühlen. Bei Erwerbstätigen, die nie einsam sind, sind es nur 6 %. Im Homeoffice vermissen 42 % den persönlichen Austausch mit den Kolleginnen und Kollegen. Von jenen, die mindestens ab und zu im Homeoffice arbeiten, fühlen sich 16 % bei der Arbeit häufig oder manchmal einsam. Dieser Anteil ist ähnlich hoch wie bei den ausschließlich außer Haus Tätigen (14 %).

Laut der Befragung des Gallup-Instituts zum „State of the Global Workplace 2024“ zeigen die Daten für Europa, dass sich 22 % der Menschen einsam fühlen, die ausschließlich remote arbeiten, im Vergleich zu 14 % in hybriden Arbeitsformen und 12 % der vor Ort Arbeitenden [24].

4.3 Betriebliche Prävention von Einsamkeit

Die Literaturrecherche zeigt, dass Unternehmen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung haben, um jeden Einzelnen im Blick zu behalten und die sozialen Beziehungen im Team zu stärken. Als grundlegende

Präventionsmaßnahmen haben sich Informieren und Kommunizieren auf unterschiedlichen Ebenen bewährt. Ein offener und regelmäßiger Austausch führt zur Bildung eines Kohärenzgefühls und senkt das Risiko für die soziale Isolation der einzelnen Team-Mitglieder. Eine weitere Möglichkeit ist die Gestaltung guter Arbeitsbedingungen. Dazu gehört unter anderem, Aufgaben so zu verteilen, dass sie regelmäßige Abstimmungen und soziale Kontakte erfordern. Das legt bereits wichtige Grundlagen, um mit dem Kollegenkreis verbunden zu bleiben [25]. Unterstützen können Unternehmen dies noch, indem sie sowohl Zeiten als auch Räume für offizielle sowie inoffizielle Meetings und Zusammenkünfte zur Verfügung stellen. Insbesondere für Beschäftigte im Homeoffice können Arbeitgebende die erforderliche Hard- und Software für soziale Interaktionen bereitstellen sowie deren Nutzung aktiv fördern. Studien zeigen, dass ein hohes Maß an organisatorischer Unterstützung im Arbeitskontext einen Schutzfaktor bezüglich Einsamkeit und deren Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden der Mitarbeitenden darstellt [26]. Miyake et al. [27] stellten in ähnlicher Richtung fest, dass mangelnde Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen ebenso wie von Vorgesetzten einen Risikofaktor darstellt und bei Beschäftigten im Homeoffice eher zu Einsamkeitsgefühlen führt im Vergleich zu denjenigen, die Unterstützung erfahren. Unternehmen können demnach durch verschiedene Maßnahmen ein Gefühl der Zugehörigkeit, Kameradschaft und Verbundenheit unter den Mitarbeitenden schaffen, um Einsamkeit am Arbeitsplatz entgegenzuwirken [26].

4.4 Betriebliche Angebote für von Einsamkeit Betroffene

Darüber hinaus zeigt die Literatur, welche inner- und außerbetrieblichen Angebote Beschäftigten zur Verfügung stehen können, die bereits von Einsamkeit betroffen sind. Um diese gezielt zu unterstützen, ist es wichtig, zunächst Führungskräfte und Beschäftigte über das Thema Einsamkeit zu informieren und dafür zu sensibilisieren. Außerdem empfiehlt es sich, niedrigschwellige inner- und außerbetriebliche Gesprächs- oder Coachingangebote verfügbar zu machen, zum Beispiel Beratungen im persönlichen Gespräch, per Telefon oder Videokonferenz im Rahmen eines Employee Assistance Programs oder betrieblicher Sozialberatung [28; 29]. Solche Angebote umfassen üblicherweise psychologische oder soziale Beratungen zu arbeitsbezogenen (z. B. Konflikte im Team, Kurzarbeit, Jobunsicherheit, Arbeits-Familien-Konflikte) aber auch privaten Themen (z. B. Konflikte in der Partnerschaft oder Familie, persönliche Krisen, Herausforderungen durch die Pflege Angehöriger). Hier können bestehende Angebote genutzt und ausgebaut, gegebenenfalls aber auch neue geschaffen werden. Menschen, die sich nur manchmal oder nur leicht einsam fühlen, profitieren vor allem von Maßnahmen der sozialen Aktivierung und Unterstützung sowie der Erweiterung der Möglichkeiten für soziale Interaktionen [30]. Ein Betrieb kann Einsamkeit entgegenwirken, indem er vielfältige formelle und informelle Anlässe zum Zusammenkommen schafft und den informellen Austausch – sowohl in Präsenz als auch online – aktiv fördert. Bewährte Aktivitäten wie gemeinsame Pausen, Ausflüge, Teamevents oder Sportangebote können zudem von betrieblicher Seite aktiv unterstützt werden.

Für Personen, die schon lange einsam sind, braucht es anfangs viel Empathie und Hilfestellung, um in einem geschützten Rahmen wieder Vertrauen in die Mitmenschen zu erhalten, kommunikatives und soziales Verhalten (wieder) zu erlernen und die eigene Selbstwirksamkeitserwartung beim Aufbau und Halten von sozialen Beziehungen zu stärken [31]. In der Regel werden Unternehmen und Einrichtungen hier an ihre Grenzen stoßen, um selbst therapeutische Angebote bereitstellen zu können. Wichtig ist zu erkennen, wann professionelle Hilfe erforderlich ist, und hier an die entsprechenden Fachstellen weiterzuvermitteln. Gemeinsam mit einer geschulten und erfahrenen Psychotherapeutin beziehungsweise einem Psychotherapeuten werden dann auf der Individualebene maladaptive soziale Kognitionen bearbeitet und soziale Fähigkeiten verbessert [32]. Eine optimale Basis aller Maßnahmen der Information, Prävention, Früherkennung und Intervention ist eine von Vertrauen, Wertschätzung und Empathie geprägte Unternehmenskultur, die das Grundgerüst bildet, um förderlich mit Einsamkeit im betrieblichen Kontext umzugehen.

5 Fazit

Die Prävention von dauerhaften Einsamkeitsgefühlen sollte als gemeinschaftliche Aufgabe verstanden werden, die alle in der Gesellschaft betrifft und für die alle gemeinsam die Verantwortung übernehmen können. Einsamkeit darf nicht länger ein Tabuthema sein und nicht nur im öffentlichen Bewusstsein, sondern auch in der Arbeitswelt stärkere Beachtung finden. Es gilt, einerseits den Betrieb als sozialen Ort zu etablieren, der als Ressource dient, um hier soziale Beziehungen zu finden und zu stärken. Andererseits scheint der Arbeitsplatz ein geeigneter Ort zu sein, um Menschen mit Angeboten zur Prävention und Interventionen gegen Einsamkeit erreichen zu können.

Literatur

[1] Rahnfeld, M.; Stieler, L.: Erkennen und Bewältigen von Einsamkeit im betrieblichen Kontext. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 59 (2024) Nr. 4, S. 250–257

[2] Luhmann, M.: Definitionen und Formen von Einsamkeit. KNE-Expertise 01/2022. Hrsg.: Institut für Sozialarbeit und Sozialpädagogik e.V., Berlin (2022)

[3] Peplau, L. A.; Perlman D.: Toward a social psychology of loneliness. In: Duck, S.; Gimour, R. (Hrsg.): Personal relationships in disorder. Academic Press, London 1981, S. 31–55

[4] Dahlberg, L.; McKee, K. J.; Frank, A.; Naseer, M.: A systematic review of longitudinal risk factors for loneliness in older adults. Aging & Mental Health 26 (2022) Nr. 2, S. 225–249

[5] Solmi, M.; Veronese, N.; Galvano, D.; Favaro, A.; Ostinelli, E. G.; Noventa, V.; Favaretto, E; Tudor, F.; Finessi, M.; Shin, J. I.; Smith, L.; Koyanagi, A.; Cester, A.; Bolzetta, F.; Cotroneo, A.; Maggi, S.; Demurtas, J.; De Leo, D.; Trabucchi, M.: Factors associated with loneliness: An umbrella review of observational studies. Journal of Affective Disorders 271 (2020), S. 131–138

[6] Heu, L. C.; Hansen, N.; van Zomeren, M.; Levy, A.; Ivanova, T. T.; Gangadhar, A.; Radwan, M.: Loneliness across cultures with different levels of social embeddedness: A qualitative study. Personal Relationships 28 (2021) Nr. 2, S. 379–405

[7] Kerr, N. A.; Stanley, T. B.: Revisiting the social stigma of loneliness. Personality and Individual Differences 171 (2021), S. 110482

[8] Einsamkeitsreport 2024. Hrsg.: Die Techniker. https://www.tk.de/presse/themen/praevention/gesundheitsstudien/einsamkeitsreport-2024-2186772

[9] Cacioppo, J. T.; Hawkley, L. C.; Ernst, J. M.; Burleson, M.; Berntson, G. G.; Nouriani, B.; Spiegel, D.: Loneliness within a nomological net: An evolutionary perspective. Journal of Research in Personality 40 (2006) Nr. 6, S. 1054–1085

[10] Holt-Lunstad, J.; Smith, T. B.; Layton, J. B.: Social relationships and mortality risk: A meta-analytic review. PLoS Med 7 (2010) Nr. 7, S. e1000316

[11] Holt-Lunstad, J.; Smith, T. B.; Baker, M.; Harris, T.; Stephenson, D.: Loneliness and social isolation as risk factors for mortality: A meta-analytic review. Perspectives on Psychological Science 10 (2015) Nr. 2, S. 227–237

[12] Rico-Uribe, L. A.; Caballero, F. F.; Martín-María, N.; Cabello, M.; Ayuso-Mateos, J. L.; Miret, M.: Association of loneliness with all-cause mortality: A meta-analysis. PLoS One 13 (2018) Nr. 1, S. e0190033

[13] Jacob, L.; Haro, J. M.; Koyanagi, A.: Relationship between living alone and common mental disorders in the 1993, 2000 and 2007 National Psychiatric Morbidity Surveys. PLoS ONE 14 (2019) Nr. 5, S. e0215182

[14] Park, C.; Majeed, A.; Gill, H.; Tamura, J.; Ho, R.; Mansur, R. B.; Nasri, F.; Lee, Y.; Rosenblat, J. D.; Wong, E.; McIntyre, R.S.: The effect of loneliness on distinct health outcomes: A comprehensive review and meta-analysis. Psychiatry Research 294 (2020), S. 113514

[15] Beutel, M.; Klein, E. M.; Brähler, E.; Reiner, I.; Jünger, C.; Michal, M.; Wiltink, J.; Wild, P. S.; Münzel, T.; Lackner, K. J.; Tibubos, A. N.: Loneliness in the general population: Prevalence, determinants and relations to mental health. BMC Psychiatry 17 (2017) Nr. 1, S. 1–7

[16] Cacioppo, J. T.; Hawkley, L. C.; Thisted, R. A.: Perceived social isolation makes me sad: Five year cross-lagged analyses of loneliness and depressive symptomatology in the Chicago Health, Aging, and Social Relations Study. Psychology and Aging 25 (2010) Nr. 2, S. 453–463

[17] Wilson, R. S.; Krueger, K. R.; Arnold, S. E.; Schneider, J. A.; Kelly, J. F.; Barnes, L. L.; Tang, Y.; Bennett, D. A.: Loneliness and risk of Alzheimer disease. Archives of General Psychiatry 64 (2007) Nr. 2, S. 234–240

[18] Valtorta, N. K.; Kanaan, M.; Gilbody, S.; Ronzi, S.; Hanratty, B.: Loneliness and social isolation as risk factors for coronary heart disease and stroke: systematic review and meta-analysis of longitu dinal observational studies. Heart 102 (2016), S. 1009–1016

[19] Cohen, S.: Psychosocial vulnerabilities to upper respiratory infectious illness: Implications for susceptibility to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Perspectives on Psychological Science 16 (2021) Nr. 1, S. 161–174

[20] Shankar, A.: Loneliness and Health. In: Nelson, T. (Hrsg.): The Handbook of Loneliness. Springer, Cham (2025), S. 217–223

[21] Achterbergh, L.; Pitman, A.; Birken, M.; Pearce, E.; Sno, H.; Johnson, S.: The experience of loneliness among young people with depression: a qualitative meta-synthesis of the literature. BMC Psychiatry 20 (2020) Nr. 1, S. 415

[22] Luhmann, M.: Einsamkeit – Erkennen, evaluieren und entschlossen entgegentreten. Schriftliche Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung am 19.04.2021. https://www.bundestag.de/resource/blob/833358/0924ddceb95ab55db40277813ac84d12/19-13-135b.pdf

[23] The EU Loneliness Survey. Hrsg.: European Commission, 2023. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/loneliness/eu-loneliness-survey_en

[24] State of the Global Workplace: 2024 Report. Hrsg.: Gallup. https://www.gallup.com/workplace/349484/state-of-the-global-workplace.aspx

[25] Cigna: Loneliness and the workplace. 2020 U.S. Report. https://legacy.cigna.com/static/www-cigna-com/docs/about-us/newsroom/studies-and-reports/combatting-loneliness/cigna-2020-loneliness-report.pdf

[26] Mohapatra, M.; Madan, P.; Srivastava, S.: Loneliness at work: Its consequences and role of moderators. Global Business Review 24 (2023) Nr. 3, S. 433–450

[27] Miyake, F.; Odgerel, C.-O.; Hino, A.; Ikegami, K.; Nagata, T.; Tateishi, S.; Tsuji, M.; Matsuda, S.; Ishimaru, T.: Job stress and loneliness among desk workers during the COVID-19 pandemic in Japan: focus on remote working. Environmental Health and Preventive Medicine, 27 (2022), S. 33

[28] Bücker, S.; Beckers, A.: Evaluation von Interventionen gegen Einsamkeit. KNE Expertise 12/2023. Hrsg.: Institut für Sozialarbeit und Sozialpädagogik e.V., Berlin (2023)

[29] Klein, M.: Eine kleine Einführung in die Betriebliche Soziale Arbeit. Beltz Juventa, Weinheim (2021)

[30] Entgelmeier, I.; Meyer, S. C.; Tisch, A.; Backhaus, N.: Das Büro als sozialer Ort: Zusammenarbeit in hybriden Arbeitswelten. Arbeit 32 (2023) Nr. 2, S. 111–132

[31] Masi, C. M.; Chen, H.-Y.; Hawkley, L. C.; Cacioppo, J. T.: A meta-analysis of interventions to reduce loneliness. Personality and Social Psychology Review 15 (2011) Nr. 3, S. 219–266

[32] Mann, F.; Bone, J. K.; Lloyd-Evans, B.; Frerichs, J.; Pinfold, V.; Ma, R.; Johnson, S.: A life less lonely: the state of the art in interventions to reduce loneliness in people with mental health problems. Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology 52 (2017) Nr. 6, S. 627–638

Themenblock 2

Aktuelle Entwicklungen zur Individualprävention bei arbeitsbezogenen Muskel-Skelett-Erkrankungen (IP MSE)

Rolf Ellegast, Dirk Ditchen, Elisabeth Ibenthal

Ambulante Individualprävention bei (drohender) BK 2108 – Ein Pilotprojekt der Unfallkasse NRW in Kooperation mit der BG Klinik Duisburg

Anika Steger

Die VBG-Software GeDoku – jetzt mit KI Unterstützung

Christian Richter



Aktuelle Entwicklungen zur Individualprävention bei arbeitsbezogenen Muskel-Skelett-Erkrankungen (IP MSE)

Rolf Ellegast, Dirk Ditchen, Elisabeth Ibenthal
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Mit der im Januar 2021 in Kraft getretenen Weiterentwicklung des Berufskrankheitenrechts wurde die Individualprävention (IP) stärker in den Fokus zur Verhütung von Berufskrankheiten gerückt. In diesem Zuge beauftragte die Arbeitsgruppe der Geschäftsführerinnen- und Geschäftsführerkonferenz (GFK) "Stärkung der Individualprävention (IP)" das IFA, bestehende IP-Programme der Unfallversicherungsträger (UV-Träger) im Bereich Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) zu sichten und ein Konzept zur Standardisierung und möglichen Erweiterung gemeinsam mit Experten der UV-Träger, dem Klinikverbund der gesetzlichen Unfallversicherung (BG Kliniken) und der Wissenschaft zu erarbeiten. Diese Handlungsempfehlung wurde als IFA-Report 5/2023 publiziert. Anschließend bat der GFK-Ausschuss Berufskrankheiten darum, eine Arbeitsgruppe IP MSE mit Vertreterinnen und Vertretern aus Prävention und Rehabilitation der UV-Träger und BG Kliniken einzurichten, um eine systematische Bedarfsanalyse im Hinblick auf die Auslastung und ggf. Ausweitung von IP-MSE-Programmen durchzuführen sowie die Weiterentwicklung der Programme zu planen.

In diesem Artikel werden Hintergründe und der aktuelle Stand der Arbeiten der Arbeitsgruppe IP MSE zur Ausweitung und Weiterentwicklung von IP-MSE-Programmen dargestellt.

1 Hintergrund

Individualpräventive Maßnahmen (IP-Maßnahmen) im Sinne des gesetzlichen Auftrags der Unfallversicherung sind jene Präventionsmaßnahmen, die darauf zielen, dass einem individuellen gesundheitlichen Risiko am Arbeitsplatz in geeigneter Weise begegnet werden soll. Damit ist die Individualprävention (IP) im Bereich der sekundären Präventionsmaßnahmen verortet. Maßnahmen der Individualprävention, die im Zusammenhang mit einer Berufskrankheit (BK) stehen, haben das Ziel, den versicherten Personen in geeigneter Weise eine Fortsetzung ihrer bisherigen Tätigkeiten am Arbeitsplatz zu ermöglichen, ohne dass diese zu einer weiteren Verschlimmerung des Gesundheitsschadens führt. Zum anderen gehören dazu arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren in Folge einer Erkrankung im Sinne von § 9 Abs. 2 SGB VII oder eines Arbeitsunfalls, für die aufgrund eines individuell erhöhten Gesundheitsrisikos ein sinnvoller Ansatz für individuelle Maßnahmen der Verhaltens- oder Verhältnisprävention gesehen wird.

Die Weiterentwicklung des Berufskrankheitenrechts, die zum 01.01.2021 in Kraft trat, beinhaltet den Wegfall des Unterlassungszwangs bei insgesamt neun Berufskrankheiten. Im Zuge dieses Wegfalls ist für gefährdete versicherte Personen in § 9 Abs. 4 SGB VII die Pflicht zur Teilnahme an individualpräventiven Maßnahmen sowie Maßnahmen zur Verhaltensprävention der UV-Träger eingeführt worden. Somit können betroffene versicherte Personen in der Berufstätigkeit verbleiben und die UV-Träger sind aufgefordert, vermehrt IP-Maßnahmen zur Prävention anzubieten.

Dies lässt eine erhöhte Nachfrage und einen steigenden Bedarf an IP-Programmen erwarten. Dieser erwartete Anstieg des Bedarfs an IP-Programmen im Bereich MSE wird durch weitere Faktoren verstärkt: So wurden inzwischen weitere neue Berufskrankheiten „Koxarthrose durch Lastenhandhabung“ als BK-Nr. 2116 und „Läsion der Rotatorenmanschette der Schulter (…)“ als BK-Nr. 2117 in die Berufskrankheitenliste aufgenommen. Darüber hinaus werden im Ärztlichen Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim BMAS (ÄSVB) weitere mögliche neue muskuloskelettale Berufskrankheiten diskutiert.

Seit einigen Jahren bieten einige UV-Träger in Deutschland IP-Programme im MSE-Bereich vorrangig für den unteren Rücken (Rückenkolleg, BG BAU, BGN und BGW) und die Kniegelenke (Kniekolleg, BG BAU), vereinzelt aber auch für die Hüftgelenke (Hüftkolleg, BG BAU) und die Schulter an und dies vorwiegend für Tätigkeiten in der Pflege, der Bauwirtschaft sowie im Nahrungsmittel- und Gastgewerbe.

Mit Publikation der Handlungsempfehlung IP MSE als IFA-Report 5/2023 wurden Inhalte bestehender IP-MSE-Programme beschrieben und übergreifend die inhaltlichen Anforderungen an die anzubietenden IP-Programme im Bereich MSE definiert [1].

Die übergreifenden Anforderungen an IP-MSE-Programme zeichnen sich durch einen modularen Aufbau mit fest vorgegebenen Qualitätsstandards („Grundbausteine“) für die vier Lokalisationen unterer Rücken, Knie, Hüfte und Schulter aus. Die Handlungsempfehlung umfasst insgesamt vier Kapitel:

In Kapitel 1 werden die aktuellen IP-MSE-Programme der UV-Träger inklusive der angestrebten Zielgruppen, Zugangsvoraussetzungen, Zugangswege, Qualitätskriterien und die Strukturen am Beispiel der bestehenden Rückenkollegs vorgestellt.

Kapitel 2 fasst die Methoden der medizinischen Befundung sowie der Voruntersuchungen durch Eigenanamnese, ärztliche Anamnese und ärztliche Untersuchung zusammen und gibt einen Überblick zu den derzeit eingesetzten Erhebungsbögen.

In Kapitel 3 wird eine einheitliche Struktur der IP-MSE-Programme mit zehn festgelegten Grundbausteinen vorgestellt. Die zehn Grundbausteine sind: Feststellung der Präventionsfähigkeit, Sporttherapie, Ergonomie, Physiotherapie, Physikalische Therapie, Psychologisches Gesundheitstraining, Ernährungsberatung, Assessment und Evaluation, Sicherung der Nachhaltigkeit sowie die UVT-Beratung. Wo notwendig, wurden lokalisationsspezifische Inhalte (Rücken, Knie, Hüfte, Schulter) beschrieben. In die lokalisationsspezifischen Grundbausteine (z. B. Sporttherapie, Ergonomie) sind zudem berufs- bzw. branchenspezifische Inhalte eingeflossen. Andere Grundbausteine enthalten branchen- und lokalisationsübergreifende Inhalte (z. B. Ernährungsberatung, Psychologisches Gesundheitstraining) und sind daher gelenkunspezifisch.

Alle Grundbausteine sind ausführlich beschrieben und jeweils Gründe für die Durchführung, Anforderungen an die Therapierenden/Dozierenden und die Infrastruktur, Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen Grundbausteinen, Ziele sowie ggf. spezifische Therapieinhalte je Lokalisation dargestellt.

Kapitel 4 umfasst Empfehlungen zur Umsetzung der IP-MSE-Programme in die Praxis mit den jeweils zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen zu möglichen Anknüpfungen an bestehende Angebote sowie zur Kommunikation der Angebote bei Betrieben und Versicherten. Dazu werden auch die unterschiedlichen Anforderungen aus Sicht der Versicherten und der Arbeitgebenden berücksichtigt.

Abschließend werden Empfehlungen zu möglichen Weiterentwicklungen und einer kontinuierlichen Optimierung ausgesprochen, z. B. durch Vereinheitlichung der Erhebungsinstrumente, Ausbau übergreifender Evaluationsmöglichkeiten, Angebotsergänzungen und Ansätze für mögliche Digitalisierungen.

2 Aktivitäten nach der Publikation der Handlungsempfehlung IP MSE

Nach Publikation der Handlungsempfehlung IP MSE [1] bat der GFK-Ausschuss Berufskrankheiten darum, eine Arbeitsgruppe „AG IP MSE“ mit Vertreterinnen und Vertretern aus Prävention und Rehabilitation der Unfallversicherungsträger und BG Kliniken unter Leitung der DGUV (Hauptabteilungen IFA und VL) einzurichten, um eine systematische Bedarfsanalyse im Hinblick auf die Auslastung und ggf. Ausweitung von IP-MSE-Programmen durchzuführen sowie die Weiterentwicklung der Programme zu planen. In der GFK der DGUV wurden Vertreterinnen und Vertreter für die AG IP MSE benannt. Die AG IP MSE entwickelte einen Fragebogen zur Ermittlung von Bedarfen der UVT. Zwei Bedarfsabfragen erfolgten in 2024 und 2025, um die Teilnehmerzahlen der bestehenden IP-Programme zu erheben, Prognosen für zukünftige Teilnehmerzahlen abzuschätzen und Ansätze für die inhaltliche Weiterentwicklung von IP-MSE-Programmen zu erhalten. Für 2024 wurden durch die AG IP MSE folgende Teilnehmerzahlen gemeldet: Rückenkollegs 1.221, Schulterkolleg 68, Hüftkolleg 41, Kniekolleg 267. Die Teilnehmenden sind hauptsächlich bei den UVT versichert, die die jeweiligen Kollegs anbieten. Dies wird vom Klinikverbund bestätigt. Demnach nahmen 2024 auch verhältnismäßig wenig Versicherte von UVT ohne eigenes Programm an den IP-MSE-Programmen teil. Die prognostizierten Teilnehmerzahlen für 2026 ff. zeigen für alle Lokalisationen ein Wachstumspotenzial. Fast alle UVT sehen die Möglichkeit, mehr Versicherte in die Programme einzubinden, vorrangig über BK-Verdachtsanzeigen. Voraussetzung hierfür ist eine Weiterentwicklung der IP-Programme auf Basis der Ergebnisse der ersten Bedarfsabfrage. Gewünscht werden u. a. alternative Formate zu langen stationären Phasen, eine Erweiterung der Module zum berufsspezifischen Üben auf weitere Berufsgruppen sowie eine stärkere Berücksichtigung von Belastungsarten wie Hand-Arm-/Ganzkörpervibration und repetitiven Tätigkeiten. Weiterer Handlungsbedarf besteht bei dem Einsatz digitaler Angebote. Die seit Erscheinen des IFA-Reports 5/2023 neu etablierten IP-Programme wurden ebenfalls erfasst.

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass die bestehenden IP-Programme noch nicht ausgelastet sind. Eine Erhöhung der Teilnehmerzahlen, besonders bei UVT ohne eigenes IP-Programm, wird als notwendig erachtet. Hierfür wird empfohlen, die Präventionsdienste besser einzubinden und die Teilnahme im Rahmen der Frühintervention zu stärken. Zur Beobachtung der Entwicklungen sollen Bedarfsabfragen künftig regelmäßig wiederholt werden.

3 Ausblick

Die bisherigen Befragungen zur Ermittlung des Bedarfs an IP-MSE-Programmen sollen weiter präzisiert werden. Damit soll den jeweiligen UV-Trägern über verschiedene praxisrelevante Indikatoren eine präzisere Abschätzung möglicher zukünftiger Teilnehmerzahlen an IP-MSE-Programmen ermöglicht werden. Die eng mit den UV-Trägern abgestimmten Befragungen berücksichtigt die Lokalisationen Rücken, Hüfte, Knie, Schulter und Hand/Handgelenk sowie die hierfür jeweils relevanten Belastungsarten. Für jede Lokalisation sollen beispielhaft hochbelastete Berufsgruppen ermittelt werden. Auf Basis dieser Angaben können die UV-Träger eine noch genauere Prognose von IP-MSE-Teilnehmerzahlen für die kommenden Jahre vornehmen.

Weiterhin hat sich die AG IP MSE für eine Aktualisierung des IFA-Reports auf Basis beider Bedarfsabfragen ausgesprochen. Unter anderem soll Kapitel 4 (Empfehlungen zur Umsetzung und zukünftigen Entwicklung der IP-MSE-Programme) überarbeitet und Kapitel 1.3 (Bestehende IP-Programme im Bereich MSE) um neue Angebote ergänzt werden. Ziel ist eine aktualisierte Übersicht zu bestehenden IP-Angeboten, um den Zugang zu IP-Programmen zu erleichtern. Die neuen Empfehlungen sollen direkt in die Weiterentwicklung der Programme einfließen und zur Steigerung der Teilnahmezahlen beitragen.

Ein weiteres sehr wichtiges Thema ist die Identifizierung von besonders hochbelasteten Berufs-/Tätigkeitsgruppen für alle UV-Träger. Dies erfolgt vor dem Hintergrund, im Rahmen einer Frühintervention rechtzeitig Hochrisikogruppen IP-MSE-Programmen zuzuführen, um so die Entstehung von Berufskrankheiten zu verhindern und eine längerfristige Arbeitsfähigkeit zu gewährleisten. Hierzu wird das IFA gemeinsam mit Vertretern der BG Kliniken ein operationalisiertes Verfahren für die jeweiligen Körperregionen entwickeln. Dieses wird auf bereits bestehenden Arbeiten, die das IFA mit einer Arbeitsgruppe des Ausschusses für Arbeitsmedizin zur Identifizierung von hoch belasteten Beschäftigten für die arbeitsmedizinische Vorsorge entwickelt hatte, aufbauen.

Literatur

[1] IFA-Report 5/2023 „Handlungsempfehlung zur Individualprävention von Muskel-Skelett-Erkrankungen (IP-MSE)“, Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Berlin (2023), ISBN 978-3-948657-63-5, Internet: https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2023/ifa-report-5-2023/index.jsp (Stand: 30.4.2026)

Ambulante Individualprävention bei (drohender) BK 2108

Ein Pilotprojekt der Unfallkasse NRW in Kooperation mit der BG Klinik Duisburg

Anika Steger
ehem. Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW)

Die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW) entwickelt gemeinsam mit der BG Klinik Duisburg ein teilambulantes Konzept zur Individualprävention bei Versicherten mit Verdacht auf bzw. mit anerkannter BK 2108. Das Pilotprojekt verbindet eine kurze stationäre Reha-Abklärung mit einer langfristigen ambulanten Begleitung, wohnortnahem Training, Verlaufskontrollen, berufsspezifischen Elementen, Arbeitsplatzbegleitung und Evaluation. Ziel ist es, ein alltagsnahes und individuell anpassbares Angebot zu erproben, das Versicherte bei dem Erhalt ihrer Arbeitsfähigkeit unterstützt und berufliche Teilhabe stärkt. Grundlage des Konzepts ist die Handlungsempfehlung zur Individualprävention bei Muskel-Skelett-Erkrankungen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) [1].

1 Ausgangslage

Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) gehören zu den häufigen Ursachen gesundheitlicher Einschränkungen im Arbeitsleben. Erkrankungen der Wirbelsäule können insbesondere bei körperlich belastenden Tätigkeiten erhebliche Auswirkungen auf Arbeitsfähigkeit, Leistungsvermögen und berufliche Teilhabe haben. Die Berufskrankheit 2108 umfasst bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule, die durch langjähriges Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung entstehen können.

Mit dem Wegfall des Unterlassungszwangs zum 1. Januar 2021 hat die Individualprävention weiter an Bedeutung gewonnen. Versicherte müssen eine gefährdende Tätigkeit nicht mehr zwingend aufgeben, damit eine Berufskrankheit (BK) anerkannt werden kann. Damit steht im Vordergrund, geeignete präventive und rehabilitative Maßnahmen zu fördern, um Beschwerden zu stabilisieren, einer Verschlimmerung entgegenzuwirken und den Verbleib im Erwerbsleben zu unterstützen.

Die Handlungsempfehlung zur Individualprävention bei Muskel-Skelett-Erkrankungen der DGUV beschreibt hierfür fachliche Anforderungen an entsprechende Programme. Im Mittelpunkt stehen Grundbausteine, an denen sich Individualpräventionsangebote orientieren sollen. Das Pilotprojekt der Unfallkasse NRW und der BG Klinik Duisburg greift diesen Rahmen auf und überträgt ihn auf ein pilotiertes ambulantes Versorgungskonzept für Versicherte mit (drohender) BK 2108 [2].

2 Zielgruppe und Einschlusskriterien

Das Angebot richtet sich an versicherte Personen, bei denen eine Verdachtsanzeige oder Anerkennung einer BK 2108 gemäß § 9 SGB VII vorliegt. Voraussetzung ist, dass die medizinischen Kriterien erfüllt sind oder im Einzelfall geprüft werden können. Die versicherte Person muss therapiefähig und gesundheitlich in der Lage sein, aktiv an der Maßnahme teilzunehmen.

Darüber hinaus sollte die versicherte Person arbeitsfähig sein oder voraussichtlich in absehbarer Zeit wieder arbeitsfähig werden. Das Konzept richtet sich damit insbesondere an Versicherte, bei denen eine Rückkehr an den Arbeitsplatz vorbereitet oder eine bestehende Arbeitsfähigkeit stabilisiert werden soll.

Neben den medizinischen Voraussetzungen werden arbeitstechnische Kriterien berücksichtigt. Dazu gehört, dass die Voraussetzungen für die BK 2108 erfüllt sind oder bei gleichbleibender Belastung künftig erfüllt werden könnten. Damit verbindet das Pilotprojekt die medizinische Einschätzung mit der konkreten beruflichen Belastungssituation der Versicherten.

3 Aufbau des ambulanten Konzepts

Das Konzept ist auf eine Gesamtdauer von zwölf Monaten angelegt. Es beginnt mit einer dreitägigen stationären Reha-Abklärung in der BG Klinik Duisburg. Diese kurze stationäre Phase dient der medizinischen und funktionellen Einschätzung sowie der Vorbereitung der weiteren ambulanten Versorgung.

Anschließend folgt eine dreimonatige ambulante Trainingsphase. Je nach individuellem Bedarf kann diese aus erweiterter ambulanter Physiotherapie, medizinischer Trainingstherapie oder einem individuellen Training bestehen. Nach dieser ersten Phase findet eine ambulante Verlaufskontrolle statt. Darauf folgt eine weitere, neunmonatige Phase individuellen Trainings. Den Abschluss

bildet eine erneute ambulante Verlaufskontrolle. Insgesamt sind drei Evaluations- und Testzeitpunkte vorgesehen: zu Beginn der Maßnahme, im Verlauf nach drei Monaten und am Ende der Maßnahme.

Das Konzept umfasst neben der medizinisch-therapeutischen Abklärung weitere Bausteine wie Assessments, berufsspezifisches Training, Arbeitsplatzbegleitung und Evaluation. Die BG Klinik Duisburg übernimmt insbesondere die medizinisch-therapeutische Einschätzung und die Assessments. Die UK NRW begleitet die Versicherten über die Maßnahme hinweg und verantwortet insbesondere die berufsbezogenen und evaluativen Bestandteile.

4 Merkmale und Vorteile des ambulanten Ansatzes

Ein zentrales Merkmal des Konzepts ist die Verbindung einer kurzen stationären Abklärung mit einer längeren ambulanten Begleitung. Dadurch können Versicherte fachlich fundiert eingeschätzt werden, ohne über einen längeren Zeitraum aus ihrem Alltag herausgelöst zu werden. Dies verbessert die Vereinbarkeit mit Beruf, Familie, Care-Arbeit und weiteren Verpflichtungen.

Der ambulante Ansatz ermöglicht zudem eine individuelle Anpassung. Trainingsinhalte und Begleitung können an die gesundheitliche Situation, die körperlichen Voraussetzungen und die beruflichen Anforderungen der jeweiligen Person angepasst werden. Gerade bei Muskel-Skelett-Erkrankungen ist dies bedeutsam, da Beschwerden, Belastbarkeit und Arbeitsplatzbedingungen sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Alltagstauglichkeit. Wohnortnahes Training erleichtert die Integration der Maßnahme in den persönlichen Alltag. Zugleich kann der Transfer in die berufliche Praxis gezielter unterstützt werden. Berufsspezifisches Training und Arbeitsplatzbegleitung sollen dazu beitragen, dass die Inhalte der Maßnahme nicht nur im therapeutischen Setting wirksam sind, sondern auch unter realen Arbeitsbedingungen angewendet werden können.

Auch wirtschaftliche Aspekte sprechen für ambulante Angebote. Durch die Vermeidung längerer stationärer Aufenthalte können Ressourcen geschont werden. Zugleich kann eine frühzeitige, passgenaue Unterstützung dazu beitragen, Arbeitsunfähigkeit zu vermeiden oder zu verkürzen. Die persönliche Begleitung durch Mitarbeitende der UK NRW kann zusätzlich Orientierung geben, die Motivation der Versicherten stärken und den erfolgreichen Abschluss der Maßnahme unterstützen.

5 Ausblick

Das ambulante Konzept der Unfallkasse NRW und der BG Klinik Duisburg stellt einen praxisnahen Ansatz zur Individualprävention bei Verdacht auf eine BK 2108 oder bei einer anerkannten BK 2108 dar. Es verbindet medizinische Abklärung, ambulantes Training, persönliche Begleitung, Arbeitsplatzbegleitung und Evaluation zu einem strukturierten Gesamtangebot.

Wenn sich das Konzept im Pilotprojekt als praktikabel und wirksam erweist, kann es einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Individualprävention bei

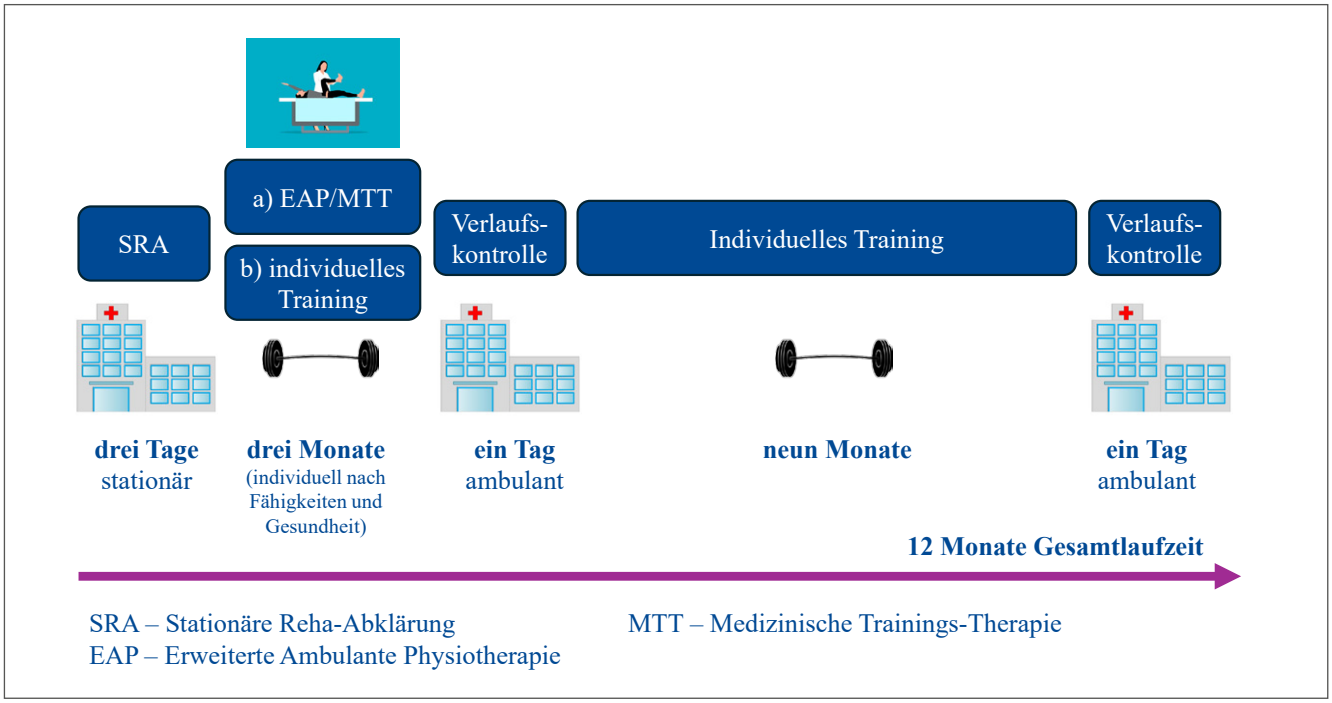


Abbildung 1: Konzept zur ambulanten Versorgung (Bildquelle: Pixabay, Mohamed_hassan, Tumisu, vonKowen)

Muskel-Skelett-Erkrankungen leisten. Besonders vielversprechend ist die Kombination aus kurzer stationärer Reha-Abklärung, langfristiger ambulanter Begleitung, wohnortnahem Training und berufsbezogenen Elementen. Damit kann das Angebot dazu beitragen, Versicherte frühzeitig zu unterstützen, Arbeitsfähigkeit zu stabilisieren und berufliche Teilhabe nachhaltig zu sichern.

Literatur

[1] IFA-Report 5/2023 „Handlungsempfehlung zur Individualprävention von Muskel-Skelett-Erkrankungen (IP-MSE)“, Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Berlin (2023), ISBN 978-3-948657-63-5, Internet: https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2023/ifa-report-5-2023/index.jsp (Stand: 30.4.2026)

[2] Unfallkasse Nordrhein-Westfalen/BG Klinik Duisburg: Ambulante Individualprävention bei Verdacht auf eine BK 2108 oder anerkannter BK 2108. Ein Pilotprojekt der Unfallkasse NRW in Kooperation mit der BG Klinik Duisburg. Präsentation zum Fachgespräch Ergonomie, 04.12.2025

Die VBG-Software GeDoku – jetzt mit KI Unterstützung

Christian Richter
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Kurzfassung

GeDoKu ist eine kostenfrei verfügbare Software der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) zur Erstellung und Dokumentation von Gefährdungsbeurteilungen. Sie nutzt kombinierbare Basis-, Themen- und Branchenkataloge, um eine anpassbare Vorlage für unternehmensspezifische Beurteilungen bereitzustellen und orientiert sich dabei an der Leitlinie der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) zur Gefährdungsbeurteilung. Seit Oktober 2025 unterstützt eine optionale KI-Funktionalität die Erstellung von Texten zu Gefährdungen und Maßnahmen, basierend auf GeDoKu-Katalogen, Teilen des DGUV-Regelwerks sowie Teilen des staatlichen Arbeitsschutzrechts. Die KI-Komponenten werden datenschutzkonform auf Servern in Deutschland betrieben.

Inhalt

GeDoKu ist eine von der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) bereitgestellte Software zur strukturierten Dokumentation von Gefährdungsbeurteilungen. Sie basiert auf sechs Basiskatalogen, die im weitesten Sinn für alle Unternehmen in Deutschland zutreffen, die durch themen- und branchenspezifische Kataloge ergänzt werden (Abbildung 1). Aus dieser Kombination erstellt die Software eine Vorlage, die als Grundlage für die unternehmensspezifische Gefährdungsbeurteilung dient und anschließend individuell im Betrieb angepasst und bearbeitet werden kann.

Dabei orientiert sich GeDoKu an den Vorgaben der Leitlinie der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) zur Gefährdungsbeurteilung. Abbildung 2 und 3 stellen Ablauf und Inhalt der Gefährdungsbeurteilung entsprechend dieser Leitlinie dar.

Die Software steht gemeinsam mit den zugehörigen Katalogen kostenfrei auf der Themenseite der VBG (GEDOKU | VBG) als Download bereit und kann sowohl auf einzelnen Rechnern als auch innerhalb eines unternehmensinternen Netzwerks installiert werden. Daten, Inhalte und Angaben der Gefährdungsbeurteilung liegen somit ausschließlich im Unternehmen.

Seit Oktober 2025 bietet GeDoKu eine KI-Unterstützung. Neben einer erweiterten Suchfunktionalität bietet diese die Möglichkeit, KI-gestützt Texte zu Gefährdungen sowie passende Maßnahmenvorschläge zu generieren. Diese Texte dienen als Unterstützung und müssen vor der Übernahme in die Gefährdungsbeurteilung durch fachkundige Personen geprüft werden (Abbildung 4).

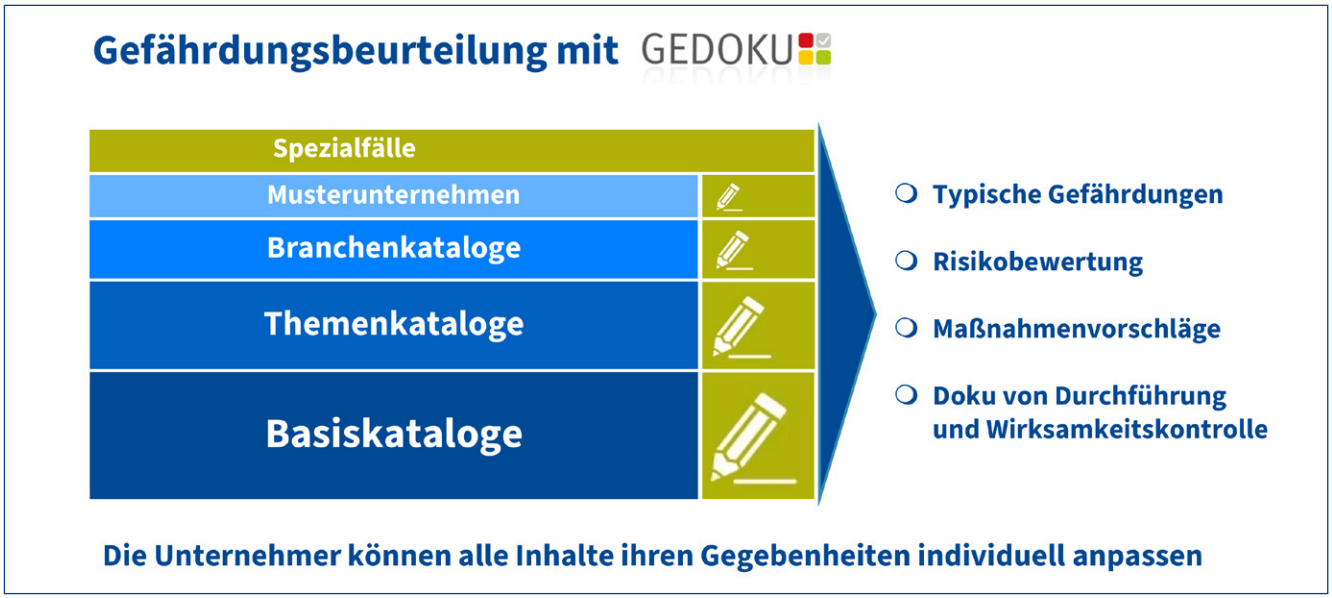


Abbildung 1: Katalogstruktur

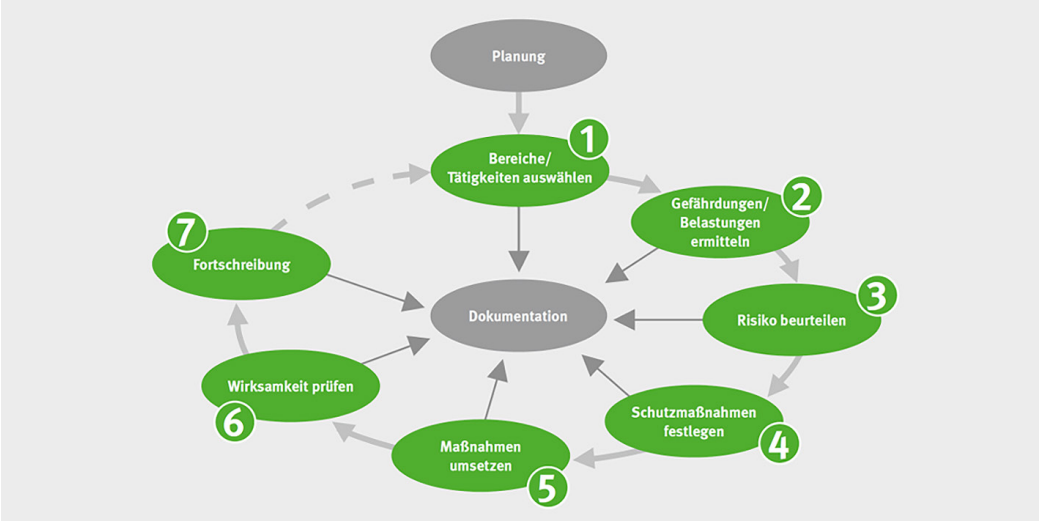


Abbildung 2:
Schema zur GDA-Leitlinie

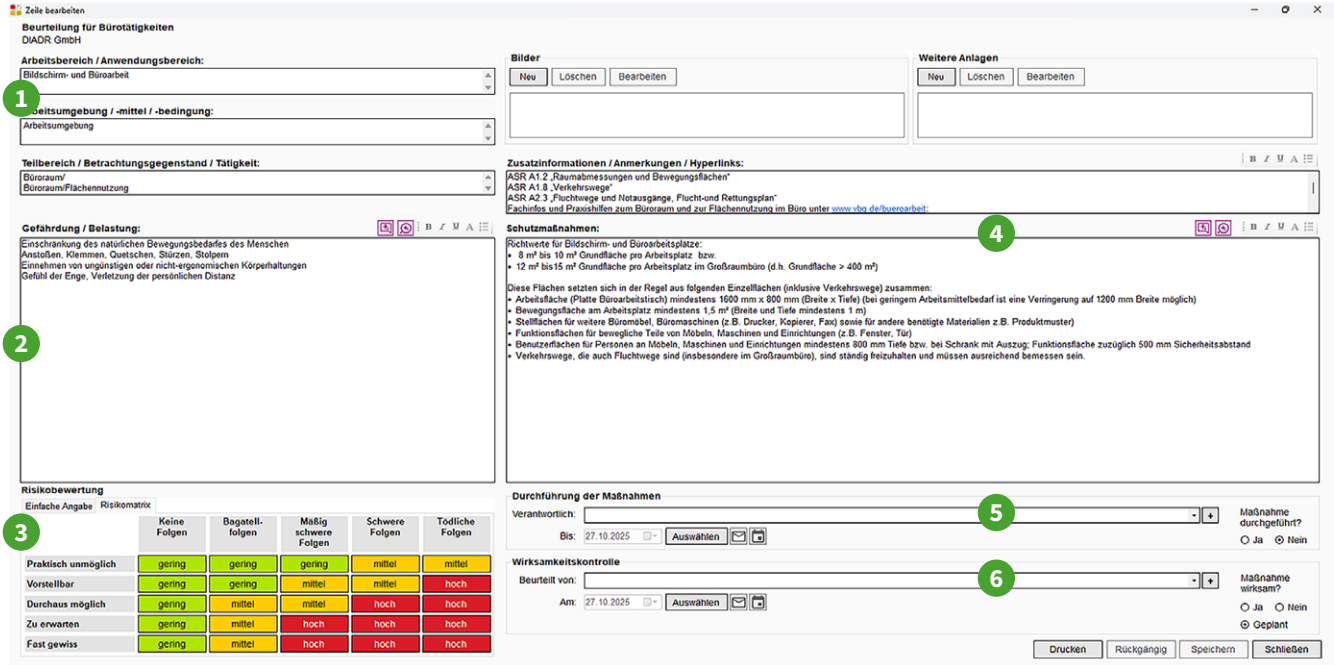


Abbildung 3:
Beispielbild aus GeDoKu

GEDOKU

- **KI-gestützte Suche innerhalb der Kataloge von GeDoku**
  - die vorhandene Schlagwortsuche wird um eine intelligente, semantische Suchoption erweitert. D.h. es auch werden art-/sinnverwandte Suchergebnisse geliefert.
- **KI-gestützte Textgenerierung für Gefährdungen und Maßnahmen über einen ChatBot**
  - Textgenerierung auf primärer Datenbasis
    - der GeDoku-Kataloge,
    - weiten Teilen des DGUV-Regelwerks und
    - zugehörigen Teilen des staatlichen Rechts.

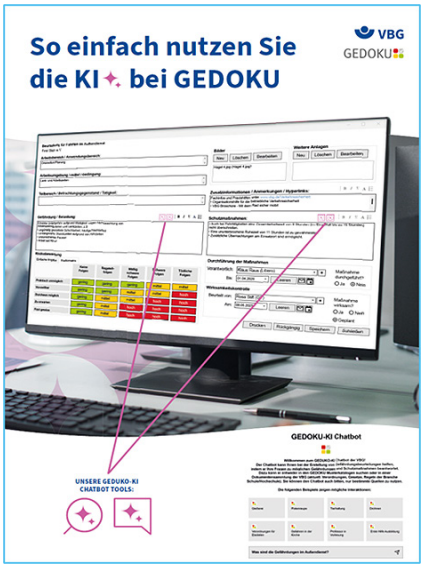


Abbildung 4: KI-gestützte Optionen

Aktuelle Dokumentensammlung der VBG
(grundsätzlich maschinenlesbar strukturiert, ohne Bilder, Diagramme, …)

- 18+1 Gefährdungskataloge der VBG in GeDoku

- 18 Gesetze
- 24 Verordnungen
- 21 DGUV Vorschriften (VBG)
- 58 DGUV Regeln (VBG)
- 110 DGUV Informationen (VBG)
- 4 DGUV Grundsätze (VBG)
- 11 AMR - Arbeitsmedizinische Regeln
- 23+1 ASR - Technische Regeln für Arbeitsstätten
- 5 RAB - Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen
- 7 TRBA - Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe
- 19 TRBS - Technische Regeln für Betriebssicherheit
- 28 TRGS - Technische Regeln für Gefahrstoffe
- 6 TRLV - Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
- 3 TROS IOS - Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung
- 3 TROS Laserstrahlung - Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung
- GDA-Leitlinie Psyche

… es ist naheliegend diesen Datensatz weiter auszubauen und synergetisch zu nutzen (z. B. Nachschlagewerk, …)

Abbildung 5: Übersicht der primären Datenbasis

Die Grundlage für die generierten Inhalte bilden die GeDoKu-eigenen Kataloge, ausgewählte Teile des DGUV-Regelwerks sowie Teile der staatlichen Arbeitsschutzvorschriften (Abbildung 5). Eine Einschränkung ergibt sich derzeit noch durch fehlende, von der KI nutzbare Bildbeschreibungen sowie unklare Nutzungsrechte der einzelnen Abbildungen.

Die optionalen KI-Komponenten, einschließlich des Sprachmodells und der zugrunde liegenden Datensätze, werden lokal auf Servern in Deutschland betrieben und im Auftrag der VBG administriert. Dadurch wird sichergestellt, dass sowohl Datenschutz als auch Datensicherheit den geltenden Anforderungen entsprechen.

Stellen Benutzer eine Anfrage, wird sie durch das Sprachmodell (aktuell Mistral) interpretiert / „verstanden“. Daraufhin werden in der primären Datenbasis passende Inhalte gesucht, in einer Vektordatenbank abgelegt und dem Sprachmodell zur Verfügung gestellt. Dann werden die besten Ergebnisse genutzt, um die Antwort zu generieren, und in Verbindung mit Quellenangaben dem Benutzer angeboten (Abbildung 6).

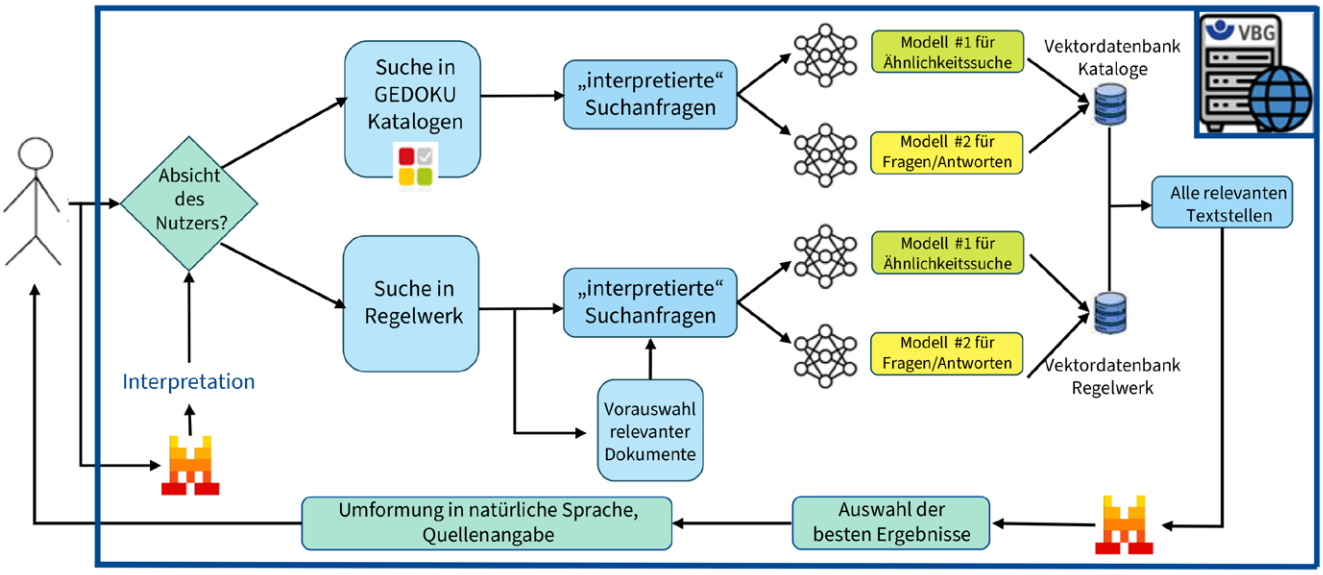


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Funktionsweise



Abbildung 7: Aufgabenstellungen in der Priorisierung und Auswahl der Quellen

Das „Verständnis“ der Anfrage (Prompt) und die Priorisierung der einzelnen Quellen zur Generierung der Texte ist zusammen mit dem Umfang der Datenbasis maßgebend für die Qualität der erzeugten Texte, wobei verschiedene Aufgabenstellungen zu lösen sind, beispielsweise nicht eindeutige Anfragen oder unterschiedliche Aussagen in verschiedenen Quellen (Abbildung 7).

Weitere Informationen, die Software und Demovideos sind mit dem QR-Code (Abbildung 8) zu finden.



Abbildung 8: QR-Code zur Themenseite von GeDoKu

Themenblock 3

Psychische Belastung bei Nutzung von Künstlicher Intelligenz bei der Arbeit

Marlen Cosmar, Christina Heitmann

Wie geht es weiter mit dem Thema MSB? – Verstetigung nach zwei GDA-Programmen

Dirk Römer

Exoskelette in der Arbeitswelt – wo stehen wir heute?

Ulrich Glitsch, Jasper Johns, Kai Heinrich



Psychische Belastung bei Nutzung von Künstlicher Intelligenz bei der Arbeit

Marlen Cosmar, Christina Heitmann
DGUV Akademie

Künstliche Intelligenz (KI) geht sowohl mit körperlichen als auch psychischen Anforderungen einher. Je nach Gestaltung der Arbeitsprozesse kann die daraus entstehende psychische Belastung motivierend wirken oder zu Stress, Monotonie sowie langfristig zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Deshalb ist es wichtig, KI-Systeme so zu gestalten, dass diese Aspekte angemessen berücksichtigt werden.

1 Automatisierung und KI – eine klare Abgrenzung

Der Begriff KI wird heute häufig verwendet, jedoch oft ohne eine genaue Begriffsdefinition. Dadurch stellt sich die Frage, wo Automatisierung endet und KI beginnt. Automatisierte Systeme führen Abläufe weitgehend selbstständig aus, wie beispielsweise Medikamentenspender. Sie arbeiten jedoch ausschließlich auf Basis klar definierter „Wenn-Dann“-Regeln.

KI-basierte Systeme hingegen können auf Basis gesammelter Daten aus einzelnen Arbeitsschritten eigenständig neue Entscheidungen ableiten. Häufig wird in diesem Zusammenhang davon gesprochen, dass diese Systeme „lernen“, wobei auch diesen Lernprozessen klar definierte bzw. programmierte Anweisungen zugrunde liegen.

Grundsätzlich lässt sich zwischen schwacher und starker KI unterscheiden. Schwache KI umfasst spezialisierte Systeme, die klar umrissene Aufgaben bewältigen und sich begrenzt an neue Situationen anpassen [1]. Ein Beispiel ist die Analyse von Vitaldaten, um Risiken wie eine mögliche Sepsis frühzeitig zu erkennen. Starke KI hingegen beschreibt hypothetische Systeme, die eigenständig komplexe Probleme in unterschiedlichen Kontexten lösen könnten, etwa ein autonom handelnder, empathischer Pflegeroboter. Solche Systeme existieren bislang nicht.

2 Steigende Verbreitung von KI

Der Einsatz von KI nimmt in vielen Branchen stetig zu. Laut einer Befragung nutzten 2024 rund 20 Prozent der deutschen Unternehmen entsprechende Technologien. Neben dem Gesundheitswesen profitieren unter anderem Logistik, Produktion, Finanzsektor und kreative Berufe von KI-gestützten Anwendungen.

3 Psychische Belastung im Umgang mit KI

KI beeinflusst Denkprozesse, Emotionen und Verhalten und stellt damit eine Form psychischer Belastung dar. Diese wird in der Arbeitspsychologie neutral betrachtet. Die daraus resultierenden Folgen, auch als Beanspruchungsfolgen bezeichnet, können sowohl positiv als auch negativ sein. Bei der Zuweisung von Aufträgen bei Lieferanten kann KI beispielsweise entlastend wirken, etwa durch die Anzeige des kürzesten oder verkehrsärmsten Weges. Gleichzeitig kann sie jedoch auch Stress und Einsamkeit begünstigen, wenn der direkte Kontakt zu Vorgesetzten oder Kolleginnen und Kollegen entfällt.

Die Empfehlungen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie zur Berücksichtigung psychischer Belastung in der Gefährdungsbeurteilung bieten einen strukturierten Überblick über relevante Belastungsfaktoren, die bei der Einführung von KI frühzeitig berücksichtigt werden sollten [2].

4 Chancen und Risiken psychischer Belastungsfaktoren

Ob Belastungsfaktoren positiv oder negativ wirken, hängt maßgeblich von der Gestaltung der Arbeit ab. KI kann dazu beitragen, Tätigkeiten sicherer, abwechslungsreicher und körperlich weniger belastend zu gestalten. Sie kann monotone Aufgaben übernehmen, Risiken frühzeitig erkennen und Arbeitsplätze für Menschen mit besonderen Bedürfnissen besser zugänglich machen.

Gleichzeitig birgt KI Risiken, wenn sie ungünstig implementiert wird. Beispiele sind:

- **Eingeschränkte Entscheidungsfreiheit:** Wenn KI Bewerbungen vorsortiert, kann das Personalwesen an Autonomie verlieren.

- **Entmenschlichung und Überwachung:** Sensoren, die Verhalten und physiologische Daten erfassen, können Sorgen um die Privatsphäre auslösen.
- **Diskriminierung durch fehlerhafte Daten:** Verzerrte oder nicht ausreichend repräsentative Trainingsdaten können zu unfairen oder benachteiligenden Entscheidungen führen, etwa bei Bewerbungsverfahren oder bei der Personenerkennung in sicherheitsrelevanten Systemen.
- **Erhöhte Arbeitsintensität:** KI-basierte Managementsysteme können Leistungsdruck erzeugen, wenn sie Arbeitsabläufe streng überwachen.
- **Beeinträchtigte soziale Interaktion:** Wenn KI-Systeme Kommunikation ersetzen, kann das soziale Miteinander leiden.
- **Unzureichend gestaltete Arbeitsmittel:** Chatbots, die unklare Antworten geben, können Frustration erzeugen [3].

Die folgende Darstellung (Abbildung 1) zeigt die Belastungsfaktoren mit der Zuordnung zu den sechs Gestaltungsbereichen, die in den Empfehlungen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie definiert werden.

5 Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit

Hohe Arbeitsintensität, fehlende Pausen oder soziale Isolation können die Gesundheit beeinträchtigen und das Unfallrisiko erhöhen. Beschwerden wie Rücken- und Nackenschmerzen, Müdigkeit oder emotionale Erschöpfung können zunehmen.

6 Gestaltungsmaßnahmen für einen sicheren KI-Einsatz

Um negative Folgen zu vermeiden, sollte die psychische Belastung bereits bei der Einführung von KI-Systemen systematisch bewertet werden. Ein menschenzentrierter Ansatz stellt sicher, dass KI den Menschen unterstützt, statt ihn zu ersetzen. Dies kann durch prospektive Arbeitsgestaltung erreicht werden. Bei der prospektiven Arbeitsgestaltung gestaltet man bereits bei der Planung bzw. Neugestaltung von Arbeitsstrukturen Aufgaben, Anforderungen und Arbeitsplätze so, dass sie sich positiv auf die Gesundheit und Persönlichkeitsförderlichkeit des Arbeitnehmenden auswirken. Dazu gehört zum einen das Schaffen von Tätigkeitsspielräumen für die Beschäftigten mit der Möglichkeit, das Aufgabenfeld selbst zu gestalten. Zum anderen schließt dieses Konzept auch die Gestaltung lernförderlicher Aufgaben mit ein [4].

Konkrete Maßnahmen lassen sich nach dem STOP-Schema (Abbildung 2) sortieren:

- **Substitution:** Der Einsatz von KI sollte für die im Prozess beteiligten Menschen nicht dazu führen, dass sie dauerhaft über- oder unterfordert sind. In solchen Fällen sollten alternative Lösungen geprüft werden.
- **Technische Gestaltung:** Eine hohe Nutzerfreundlichkeit (Usability) technischer Systeme ist eine grundlegende Anforderung, auch bei KI-basierten Systemen. Eine gut nachvollziehbare Systembeschreibung („Explainable AI“) schafft Transparenz und stärkt Vertrauen der Nutzenden [5].
- **Organisatorische Maßnahmen:** Die Einführung von KI sollte als Veränderungsprozess verstanden werden, der Beschäftigte frühzeitig einbindet. Ihre Beteiligung

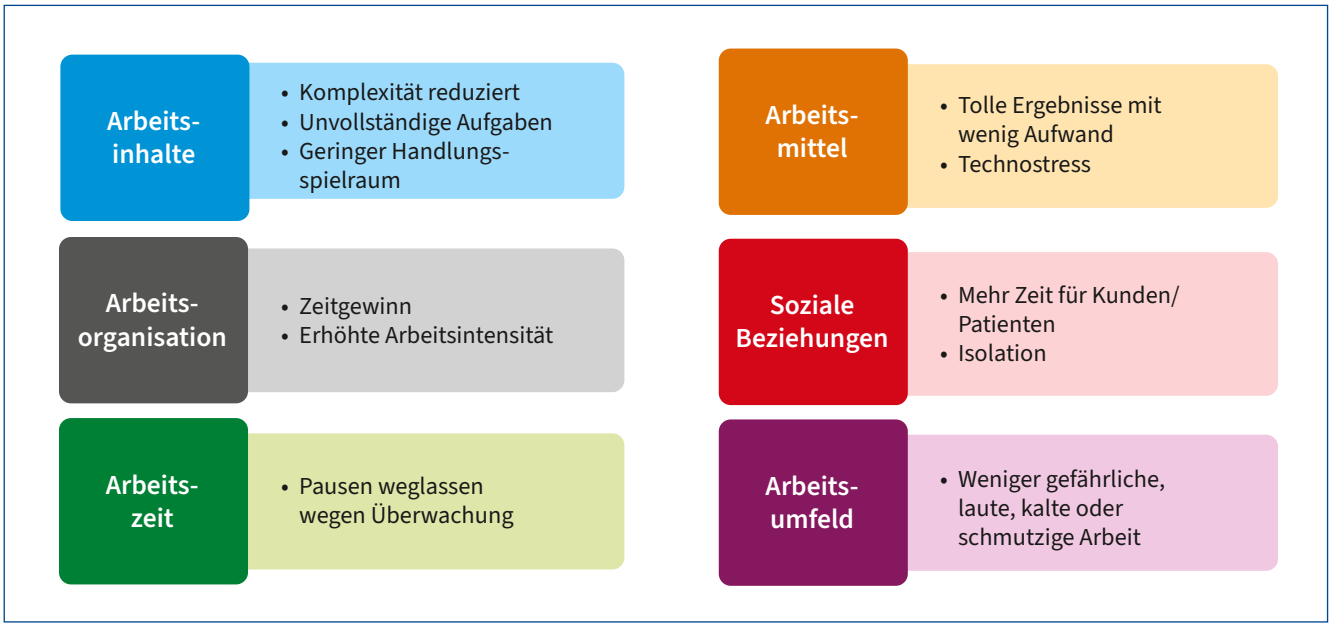


Abbildung 1: Psychische Belastung bei Nutzung von Künstlicher Intelligenz (selbst erstellte Grafik)

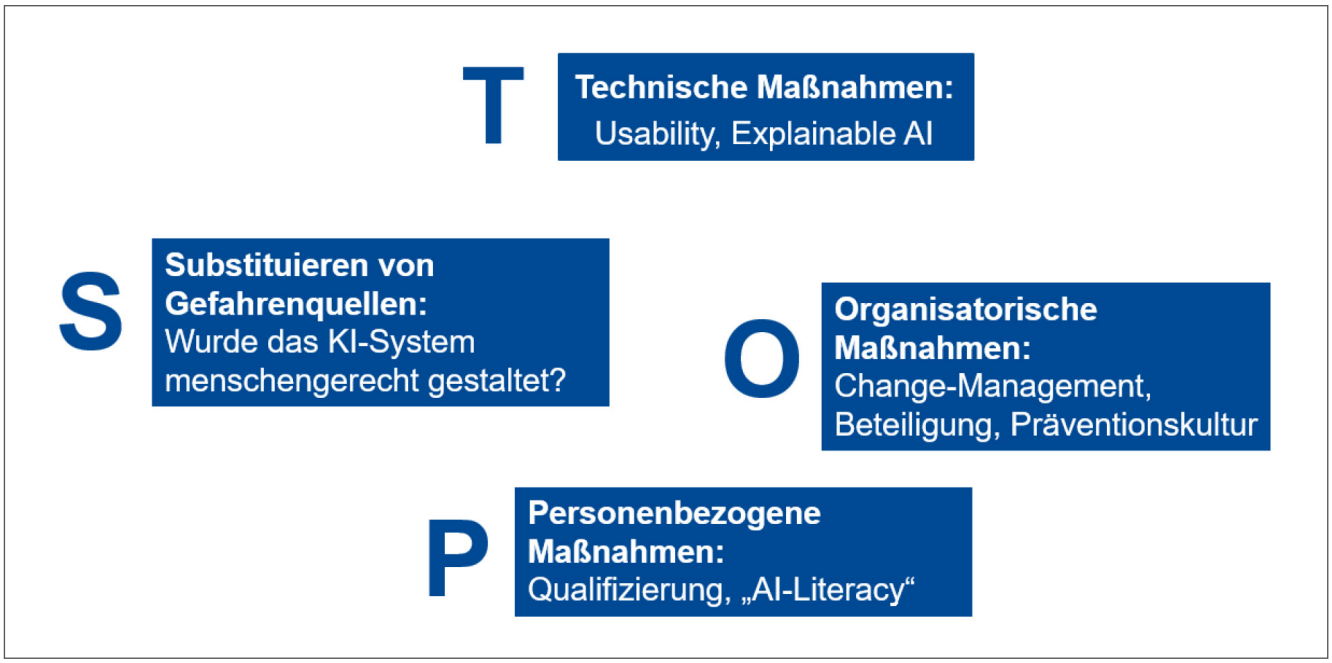


Abbildung 2: Maßnahmen zur Vermeidung von negativen psychischen Beanspruchungsfolgen nach dem STOP-Prinzip (selbst erstellte Grafik)

bereits in der Einführungsphase sowie eine Unternehmenskultur, die einen offenen und zugleich kritischen Umgang mit KI-Technologie fördert, sind entscheidend für eine erfolgreiche Implementierung.

- **Personenbezogene Maßnahmen:** KI-Kompetenz (AI-Literacy) ist eine zentrale Voraussetzung, damit Mitarbeitende Chancen und Risiken einschätzen und Systeme sachkundig nutzen können. Entsprechend sollten Qualifizierungsmaßnahmen zur effektiven Nutzung neu eingeführter KI-Technologien angeboten werden [6].

7 Fazit

Eine sorgfältige Gestaltung psychischer Belastung bzw. Anforderungen auf technischer, organisatorischer und personeller Ebene ermöglicht es, die Vorteile von KI zu nutzen und gleichzeitig Risiken für Sicherheit und Gesundheit zu minimieren.

Literatur

[1] Arntz, M.; Baum, M.; Brüll, E.; Dorau, R.; Hartwig, M.; Lehmer, F.; Matthes, B.; Meyer, S.-C.; Schlenker, O.; Tisch, A.; Wischniewski, S.: Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung (DiWaBe 2.0): Eine Datengrundlage für die Erforschung von Künstlicher Intelligenz und anderer Technologien in der Arbeitswelt. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, (2025)

[2] GDA-Arbeitsprogramm Psyche (Hrsg.): Berücksichtigung psychischer Belastung in der Gefährdungsbeurteilung – Empfehlungen zur Umsetzung in der betrieblichen Praxis, 4. Auflage, Berlin (2022)

[3] Reinhold, K.; Järvis, M.; Christenko, A.; Jankauskaitė, V.; Paliokaitė, A.; Riedmann, A.: Artificial intelligence for worker management: implications for occupational safety and health. Executive Summary. European Agency for Safety and Health at Work, (2022)

[4] Nerdinger, F. W.; Blickle, G.; Schaper, N.: Arbeits- und Organisationspsychologie (4. Aufl.). Springer (2019)

[5] Fisher, E.; Flynn, M. A.; Pratap, P.; Vietas, J. A.: Occupational Safety and Health Equity Impacts of Artificial Intelligence: A scoping Review. International Journal of Environmental Research and Public Health 2023, 20(13), 6221

[6] Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft im Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.): Arbeiten mit Künstlicher Intelligenz. Perspektiven für eine menschenzentrierte Gestaltung von KI. Working Paper. Berlin 12/2022

Wie geht es weiter mit dem Thema MSB? – Verstetigung nach zwei GDA-Programmen

Dirk Römer
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

Muskel-Skelett-Belastungen (MSB) gehören seit Beginn der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) zu den zentralen Themenfeldern des betrieblichen Gesundheitsschutzes. Nach zwei GDA-Arbeitsprogrammen (2008–2012 und 2013–2018) und dem nun endenden Arbeitsprogramm MSB 2019–2025 liegt nun ein breites Fundament vor, das sowohl fachliche Grundlagen als auch praktische Unterstützungsinstrumente für Betriebe, Aufsicht und betriebliche Akteure bereitstellt. Der vorliegende Beitrag fasst die wesentlichen Ergebnisse zusammen, zeigt Entwicklungen über drei GDA-Perioden hinweg auf und skizziert die Anforderungen an eine fachliche Verstetigung des Themas ab 2026.

1 Rückblick: Entwicklung der MSB-Prävention in der GDA

Bereits in der ersten GDA-Periode (2008–2012) standen MSB im Fokus, u. a. in den Branchen Pflege, Büro, feinmechanische Montage, Hotellerie, Personenbeförderung und Ernährungsindustrie. Die zweite Periode (2013–2018) setzte mit dem Programm „Prävention macht stark – auch Deinen Rücken“ einen breiten Schwerpunkt auf Rückengesundheit und körperliche Belastungen.

Der Ansatz des laufenden Programms beruhte auf mehreren Bausteinen. Dazu zählten das qualifizierte Aufsichtshandeln, Online-Angebote, die Qualifizierung betrieblicher Akteure sowie die Unterstützung kleiner und kleinster Unternehmen (KKU) bei der Gefährdungsbeurteilung. Das Programm setzte damit auf abgestimmte Konzepte und Inhalte, übergreifende Kooperationen und praktische Unterstützungshilfen für Betriebe. Für die operative Umsetzung wurden außerdem Handlungsanleitungen, Lernportal-Elemente und Plausibilitätsprüfungen vorbereitet und in den Besichtigungsprozess eingebunden.

2 Ergebnisse

Im Rahmen des Arbeitsprogramms wurden über 9.300 Betriebsbesichtigungen durchgeführt, deutlich mehr als die ursprünglich geplanten 6.588. Die Verteilung über die Branchen zeigt eine breite Abdeckung. Schwerpunkte bildeten mit insgesamt gut 50 % der Besichtigungen das verarbeitende Gewerbe, Handel und Kfz-Instandhaltung sowie das Baugewerbe.

Die Ergebnisse zeigen, dass 51 % der Betriebe eine angemessene Gefährdungsbeurteilung aufwiesen, während 38 % als nicht angemessen und 11 % als nicht durchgeführt bewertet wurden. Die Abbildung 1 zeigt den auffälligen Zusammenhang zwischen der Angemessenheit der Gefährdungsbeurteilung und der Art der sicherheitstechnischen Betreuung. Betriebe mit interner sicherheitstechnischer Betreuung erreichten im Mittel deutlich bessere Bewertungen als Betriebe mit externer oder alternativer Betreuung. Betriebe ohne Betreuung fielen deutlich ab. Auch die Betriebsgröße und das Vorhandensein betrieblicher Interessenvertretungen zeigten positive Zusammenhänge mit der Qualität der Gefährdungsbeurteilung.

In mehr als drei Viertel der Betriebe wurden mehrere Belastungsarten gleichzeitig festgestellt, was die hohe Relevanz von Mischbelastungen unterstreicht. Besonders häufig traten Heben, Halten und Tragen, Ziehen und Schieben sowie Körperzwangshaltungen auf. Die Bewertung solcher Mischbelastungen bleibt jedoch ein ungelöstes Problem und wird als eines der zentralen Entwicklungsfelder benannt.

Die Aufsicht identifizierte im Rahmen ihrer Besichtigungen einen hohen Bedarf an arbeitsmedizinischer, sicherheitstechnischer und weiterer Beratung durch die Aufsicht.

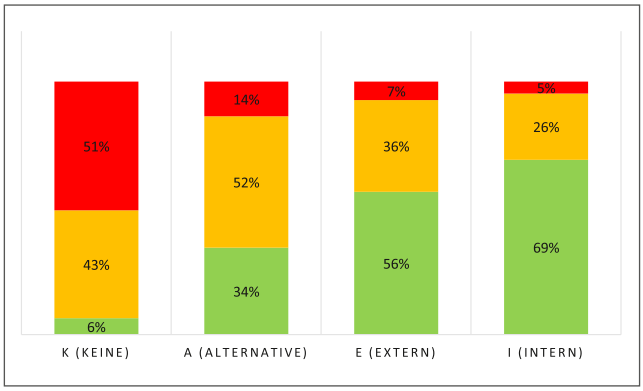


Abbildung 1: Gesamtbewertung Gefährdungsbeurteilung Betreuung [angemessen/grün; nicht angemessen/gelb; nicht vorhanden/rot] zu sicherheitstechnischer Betreuung

Auch Verbesserungspotenziale bei Qualifizierung, Handlungshilfen und Austausch wurden genannt, diese Nennungen fielen gegenüber den Beratungsbedarfen deutlich ab, vergleiche hierzu Abbildung 2.

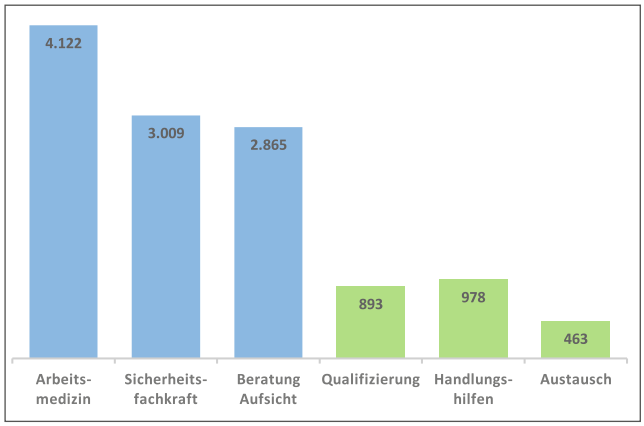


Abbildung 2: Anzahl gewählter Entwicklungsfelder (Summe nach zwei Auswahlen)

Um Betriebe – insbesondere kleine und mittlere Unternehmen – gezielt zu unterstützen, entwickelte das Arbeitsprogramm ein dreiteiliges Konzept praxisnaher Handlungshilfen. Dazu gehören ein Leitfaden für GDA-Träger, branchenspezifische Beurteilungshilfen und eine niedrigschwellige Arbeitshilfe für die Gefährdungsbeurteilung. Die branchenspezifischen Beurteilungshilfen wurden in Betrieben erprobt und als verständlich, praxistauglich und besonders hilfreich bewertet. Sie decken inzwischen eine wachsende Zahl von Tätigkeiten und Branchen ab, darunter Fliesenlegearbeiten, Heizungsbau, Baustoffhandel, Lebensmittelhandel oder Reifenmontage. Die Arbeitshilfe führt durch die sieben Schritte der Gefährdungsbeurteilung und ermöglicht auch Betrieben mit begrenzten Ressourcen eine systematische und nachvollziehbare Vorgehensweise.

3 Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass Muskel-Skelett-Belastungen weiterhin ein zentrales Präventionsthema bleiben. Die hohe Zahl umgesetzter Besichtigungen und die Vielzahl der entwickelten Instrumente zeigen zwar eine starke Aktivität, zugleich aber auch, dass die praktische Wirkung nicht überall ausreichend sichtbar ist. Die Aussage, dass eine signifikante Verbesserung zur Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung nicht erkennbar war, verweist auf den Bedarf an stärkerer betriebsspezifischer Unterstützung. Besonders wichtig sind dabei konkrete, arbeitsplatzbezogene Hilfen und nicht nur allgemeine Empfehlungen.

Für die Zukunft empfiehlt das Arbeitsprogramm MSB, die entwickelten fachlichen Grundlagen dauerhaft im Aufsichtshandeln zu verankern, KMU gezielt weiter zu unterstützen, innovative Modelle der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung zu fördern und die wissenschaftliche Analyse der erhobenen Daten auszubauen. Nachhaltige Prävention gelingt nur im Zusammenspiel betrieblicher und individueller Gesundheitskompetenz – von ergonomischer Gestaltung über wirksame Unterweisung bis zur arbeitsmedizinischen Vorsorge.

4 Verstetigung

Mit Blick auf die vierte GDA-Periode ab 2027 wird das Arbeitsprogramm MSB in seiner bisherigen Form nicht fortgeführt. Dennoch bleibt das Thema hoch relevant: Muskel-Skelett-Erkrankungen verursachen weiterhin die meisten Arbeitsunfähigkeitstage. Für MSB bedeutet dies eine stärkere Verlagerung der fachlichen Verantwortung in die Strukturen der Unfallversicherungsträger, der Sachgebiete und der Forschungseinrichtungen.

Dazu bedarf es einer klaren Rollenverteilung zwischen UV-Trägern, BAuA, Sachgebieten, Forschungseinrichtungen und der DGUV im Rahmen der GDA. Zum Zeitpunkt des Vortrages war die mögliche Einbindung von Themen und GDA-Trägern in eine projektbezogene Arbeit im Sachgebiet noch offen, aber angedacht.

Exoskelette in der Arbeitswelt – wo stehen wir heute?

Ulrich Glitsch, Jasper Johns, Kai Heinrich
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Exoskelette für den Einsatz in der Arbeitswelt zur Entlastung des Muskel-Skelett-Systems sind seit mehr als einem Jahrzehnt auf dem Markt verfügbar und wurden bereits in einer Vielzahl von Studien wissenschaftlich untersucht. Trotz der dabei gewonnenen Erkenntnisse bleiben jedoch weiterhin viele Fragen offen, und die Verbreitung von Exoskeletten in der Praxis ist – entgegen den anfänglichen Erwartungen der Hersteller – zumindest in Deutschland bislang deutlich hinter den Erwartungen zurückgeblieben. Dies mag an überzogenen Erwartungen und zahlreichen Missverständnissen zur Wirkung von Exoskeletten gelegen haben. Die situative Entlastungswirkung von Exoskeletten wurde in zahlreichen Laborstudien nachgewiesen. Sie bewegt sich meist in einem Korridor von 10–30 % relativer Entlastung der adressierten Körperregion. Besonders herausfordernd ist die Übertragung der Laborerkenntnisse auf die reale Situation an einem Arbeitsplatz. Das Zusammenspiel von unterschiedlichen Arbeitsaufgaben und Nebentätigkeiten erschwert den praktischen Einsatz von Exoskeletten und kann die Akzeptanz bei den Beschäftigten verringern. Der Beitrag gibt einen Überblick über die Erkenntnisse aus Labor- und Feldstudien zur Beurteilung der Wirksamkeit von Exoskeletten.

1 Einleitung und Hintergründe

Exoskelette für den gewerblichen Einsatz an Arbeitsplätzen sind seit gut einem Jahrzehnt auf dem europäischen Markt verfügbar. Ebenso lange beschäftigt sich das IFA mit dem Thema Exoskelette, um herauszufinden, inwieweit diese den Menschen bei der Arbeit unterstützen können und ob dadurch positive gesundheitliche Effekte für das Muskel-Skelett-System erzielt werden.

Dieser Beitrag stellt die Erfahrungswerte mit Exoskeletten aus Sicht des IFA dar und bezieht sich dabei auf die derzeitigen Arbeitsverhältnisse in Deutschland. Es ist nicht beabsichtigt, ein wissenschaftliches Review auf Grundlage der internationalen Literatur zu erstellen. Hierfür sei auf die zahlreich vorhandene Literatur verwiesen.

Ganz allgemein können Exoskelette hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien wie

- unterstützte Körperregion (Schulter-Arm, Rücken),
- Antriebsart (passiv, aktiv) oder
- Struktur (steif, soft)

unterschieden werden [1]. Derzeit sind mehr als 100 industrielle Exoskelette weltweit auf dem Markt, wobei nicht alle für den europäischen Binnenmarkt zertifiziert sind [2]. Die überwiegende Mehrzahl davon ist von steifer Struktur und passiv angetrieben. In der jüngeren Vergangenheit wurden mehr und mehr Soft-Exoskelette oder „Exosuits“ auf den Markt gebracht, die sich durch geringere Anschaffungskosten und eine weitgehend enganliegende Struktur am Körper auszeichnen.

Nach dem TOP-Prinzip im Arbeitsschutz zählen Exoskelette zu den personengebundenen Maßnahmen und sind daher nachrangig nach den technischen und organisatorischen Maßnahmen zu ergreifen (§ 4 Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG). Seitens der EU-Kommission gibt es bis heute keine einheitliche, verbindliche Klassifizierung oder Produktgruppe speziell für Exoskelette.

Bevor ein Exoskelett an einem Arbeitsplatz eingesetzt werden kann, ist eine spezifische Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich eventuell zusätzlicher Gefährdungen zu erstellen. Das IFA bietet hierfür eine beispielhafte Arbeitshilfe an, die an die jeweils vorherrschenden Bedingungen angepasst werden kann [3]. Weiterhin ist generell zu prüfen, ob im Notfall die Rettungskette uneingeschränkt gewährleistet ist. Dies betrifft einerseits die uneingeschränkte Nutzung der Fluchtwege und andererseits die gefahrlose Anwendung von Notfallmaßnahmen durch Ersthelfer bzw. Rettungskräfte. Gerade im letzten Punkt bestehen bei vielen Exoskeletten noch Defizite hinsichtlich einer einfachen und gut sichtbaren Deaktivierungsmöglichkeit bzw. einer einfachen und gefahrlosen Befreiung einer verunfallten Person von ihrem Exoskelett.

Obwohl in den letzten zehn Jahren mehr als 3.500 wissenschaftliche Artikel und wissenschaftliche Publikationen zu Exoskeletten erschienen sind (Quelle: sciencedirect.com), bestehen immer noch Unsicherheiten hinsichtlich der

Beurteilung der wirksamen Entlastung des Muskel-Skelett-Systems und deren präventiv gesundheitlichen Bewertung. Diese Wirkungen sind i. d. R. nicht unmittelbar messbar, sondern können nur indirekt z. B. mit Oberflächen-Elektromyografie (EMG) erfasst oder mittels biomechanischer Modellrechnung überschlägig berechnet werden. Viele Studien zu Exoskeletten weisen Defizite auf, indem sie sich fast ausschließlich auf die EMG-Messungen beschränken [4]. Außerdem fokussieren sie sich meistens auf nachgestellte Arbeitssituationen in Laborumgebungen, weshalb wesentliche Arbeitsinhalte wie auch erforderliche Nebentätigkeiten außer Acht bleiben. Demgegenüber stützen sich Feldstudien oft nur auf subjektive Einschätzungen von Beschäftigten (Befragungen), ohne die effektiven biomechanischen Entlastungseffekte zu kennen und zu erfassen.

Der vorliegende Beitrag versucht daher, durch die Kombination grundlegender Laborstudien mit Feldstudien eine Brücke zu schlagen, um ein umfassenderes Bild vom Einsatz von Exoskeletten an gewerblichen Arbeitsplätzen zu gewinnen. Dies reicht von den grundsätzlichen Funktionsweisen von Exoskeletten, über Labortests mit verschiedenen Arbeitsszenarien bis zu biomechanischen Feldmessungen und Befragungen zur Selbsteinschätzung und der Akzeptanz. Aus Platzgründen wird dies nur für rückenunterstützende Exoskelette beschrieben. Für Schulter-Arm-Exoskelette kann prinzipiell das gleiche Vorgehen genutzt werden.

2 Methodik

Praxisorientierte Studien mit Exoskeletten sind i. d. R. als Interventionsstudie angelegt, indem eine möglichst identische Arbeitssituation mit und ohne Exoskelett-Einsatz untersucht wird. Damit kann erreicht werden, dass sowohl Änderungen im Bewegungsverhalten als auch die Unterstützungsfunktion des Exoskeletts erfassbar sind.

Um zunächst in einer möglichst kontrollierten Umgebungsbedingung Exoskelette zu testen, bietet sich die Laborsituation an. Dort können die interessierenden Tätigkeitsabläufe möglichst stereotyp und ohne zusätzliche Einflussfaktoren von außen untersucht werden. Außerdem bietet die Laborumgebung eine größere Vielfalt an verfügbaren Messmethoden, die zudem eine höhere Genauigkeit liefern als die in Feldversuchen einsetzbaren Systeme.

Da die Hersteller i. d. R. die spezifische Unterstützungskennlinie ihrer Exoskelette nicht angeben, muss diese vorab in Eigenregie experimentell bestimmt werden. Die unterschiedlichen Konstruktionen von Exoskeletten erfordern hier oft spezifische Prüfaufbauten und individuelle Lösungen. Generell sind isolierte Testaufbauten von direkten personengebunden Experimenten zu unterscheiden [5; 6].

In der Laborsituation werden die zuvor spezifizierten Tätigkeiten, die eine Testperson jeweils mit und ohne Exoskelett ausführt, mit einem optischen 3D-Motion-Caputuring-System aufgezeichnet [7]. Parallel dazu werden die muskelphysiologischen Aktionspotentiale (EMG) der Rückenstrecker beidseits auf Höhe der Lendenwirbelsäule und der unteren Brustwirbelsäule mit einem Mehrkanal-EMG-System synchronisiert aufgezeichnet [8].

Mit einem speziell entwickelten biomechanischen Menschmodell werden aus den zuvor beschriebenen Messdaten die Gelenkmomente – insbesondere die um L5/S1 – berechnet. Dazu werden unter Einbeziehung der äußeren Lasten im Sinne eines Top-Down-Modells mithilfe inversdynamischer Methoden die inneren Muskel-Skelett-Belastungen bestimmt (Abbildung 1a). Das Exoskelett ist hierbei als eigenständiges Aktuator-System modelliert, das entsprechend der beugewinkelabhängigen Federkennlinie eine senkrecht zur Längsachse des Rumpfes wirkende Kraft in a-p-Richtung (anterior-posterior) in der Mitte des Brustpolsters appliziert.

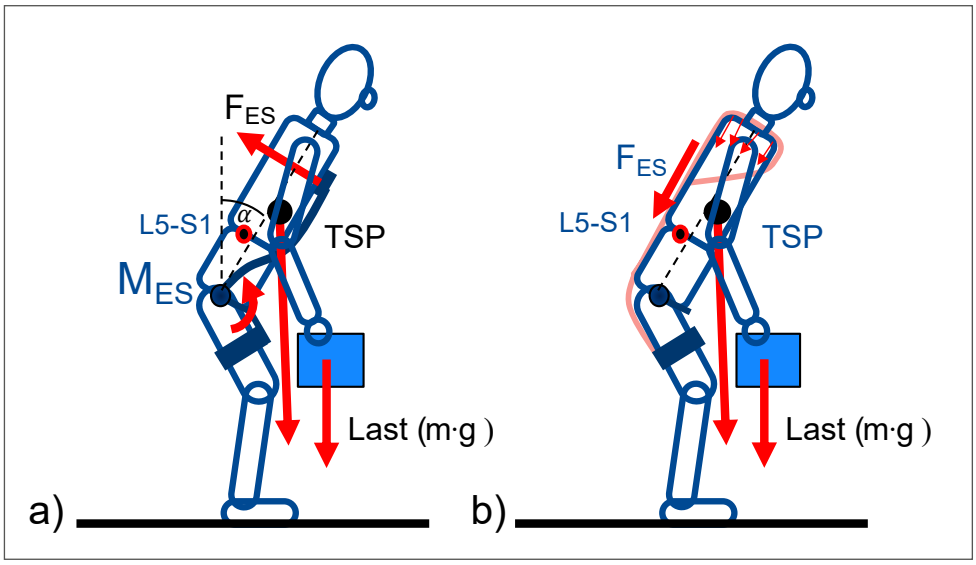


Abbildung 1: Biomechanisches Mehrkörpermodell zur Bestimmung des lumbalen Gelenkmoments um L5/S1 (Last = Gewichtskraft der Last, TSP = Gewichtskraft des Rumpfes einschließlich der des Kopfes, α = Beugewinkel des Exoskeletts, MES = Drehmoment des Exoskeletts, FES = Rückstellkraft des Exoskeletts) mit dem Wirkprinzip eines a) starrgliedrigen Exoskeletts und dem eines b) Soft-Exoskeletts. Die im Modell berücksichtigten Trägheitseffekte sind nicht in der Abbildung dargestellt.

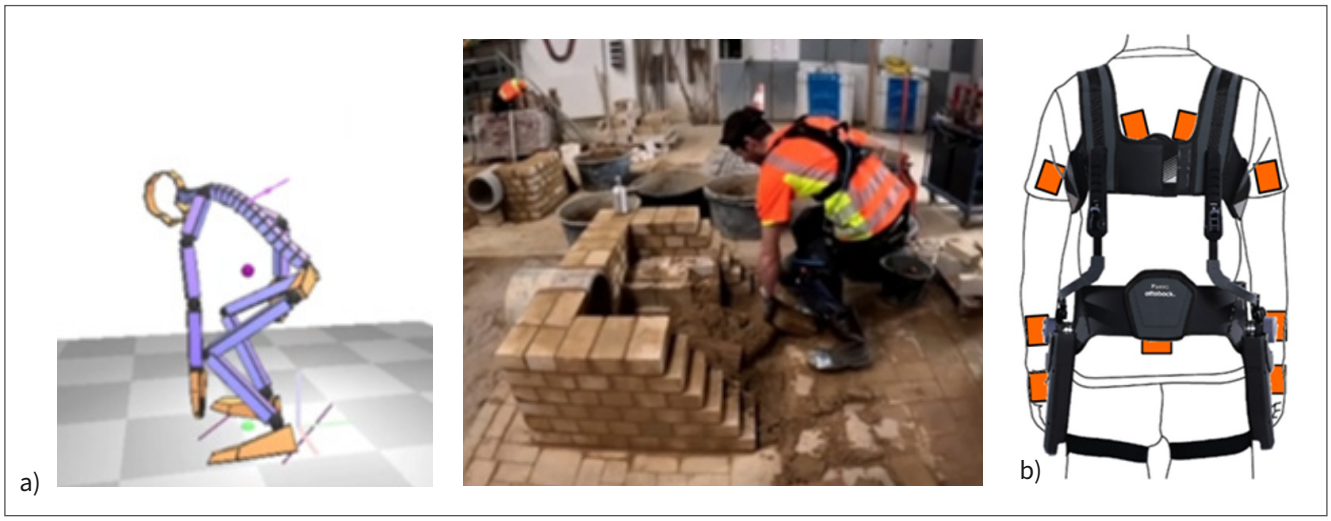


Abbildung 2: Messsituation im betrieblichen Setting mit der a) CUELA-Methode unter Einsatz eines b) Inertialsensor-Systems

Demgegenüber wirkt bei Soft-Exoskeletten die Rückstellkraft FES parallel zum Rücken (Abbildung 1b) und belastet daher weiterhin die Wirbelsäule, obwohl auch hier die Rückenstrecker eine gewisse Entlastung erfahren. Die Entlastungswirkung für die lumbale Wirbelsäule ist daher weit weniger effizient als bei einem starrgliedrigen Exoskelett. Zudem sind die erreichbaren Drehmomente von Soft-Exoskeletten um L5/S1 aufgrund des kleineren Hebelarms deutlich niedriger.

Bei den Feldmessungen wird das Kamera-Messsystem durch das mobile CUELA-Messsystem (Abbildung 2a) – basierend auf Interialsensoren (IMU, Abbildung 2b) – ersetzt. Das EMG-System kann in gleicher Weise wie zuvor verwendet werden und ist mit dem Bewegungsmesssystem synchronisiert. Wie in den Laborversuchen wird aus den Beugewinkeln des Exoskeletts die momentane Unterstützungswirkung bestimmt und in das biomechanische Modell übertragen.

In dieser Konfiguration können Beschäftigte an ihren angestammten Arbeitsplätzen über mehrere Stunden mit und ohne Einsatz eines Exoskeletts analysiert werden. Hierbei werden nicht nur die evtl. belastungskritischen Haupttätigkeiten, sondern auch alle erforderlichen Nebentätigkeiten erfasst. Zusätzlich tragen eine Videodokumentation und ein detailliertes Tätigkeitsprotokoll einschließlich der einzelnen gehandhabten Lastgewichte zur Vervollständigung der Analyse bei.

Unmittelbar im Nachgang werden die Beschäftigten zu ihrem subjektiven Belastungsempfinden durch das Exoskelett und zur Akzeptanz des Exoskeletts befragt. Der Fragebogen lehnt sich an das Beurteilungsverfahren von Corlett und Bishop [9] an.

In Kombination mit den zu setzenden Tätigkeitsintervallen werden sowohl die Unterstützungswirkung als auch mögliche störende Effekte – wie etwa beim Tragen von Lasten – tätigkeitsspezifisch und kumulativ bestimmt.

Somit ergibt sich hieraus ein kombiniertes Instrument aus objektiven und subjektiven Daten zur Beurteilung des möglichen Nutzeffekts an diesem Arbeitsplatz.

3 Erkenntnisse aus Labor- und Feldstudien

Die Kennlinien von passiven Exoskeletten unterscheiden sich je nach Modell (Abbildung 3a) deutlich. Der Verlauf ist nicht linear und differiert zwischen Flexion und Extension. In der Extensionsphase – der Hauptunterstützungsphase – erreichen die passiven Exoskelette niedrigere Werte als in der Flexionsphase (Hysterese). Bei einem Beugewinkel von 45° in der Extensionsphase variieren die Unterstützungsmomente in einem Bereich von ca. 15–30 Nm. Demgegenüber unterscheiden sich aktive Exoskelette dadurch, dass sie antriebsbedingt in der Extensionsphase auch höhere Werte als in der Flexionsphase erreichen können. Allerdings setzt die Unterstützung nach einer Bewegungsumkehr stets mit einer gewissen Verzögerung (Latenz) ein, die durch die Antriebsregelung bedingt ist. Dies wird mitunter als störend (Kick-back) empfunden und kann zu einer vergleichsweise geringeren Entlastungswirkung in den tiefsten Bewegungsphasen führen – gerade dann, wenn die Muskel-Skelett-Belastung erhöht ist.

Im Vergleich zur realen Muskel-Skelett-Belastung beim Anheben von Lasten wird deutlich, dass sowohl die beiden passiven als auch das aktive Exoskelett nur eine Teilunterstützung erreichen können (Abbildung 3b). Dies führt mitunter dazu, dass die erreichte Entlastung eines aktiven Exoskeletts während eines dynamischen Vorgangs nicht höher ausfällt als die eines passiven Exoskeletts. Demgegenüber können aktive Exoskelette bei statischen, gebeugten Haltungen und entsprechender Einstellung eine deutlich erhöhte Unterstützung liefern.

Generell haben geeignete ergonomische Gestaltungsmaßnahmen am Arbeitsplatz ein größeres

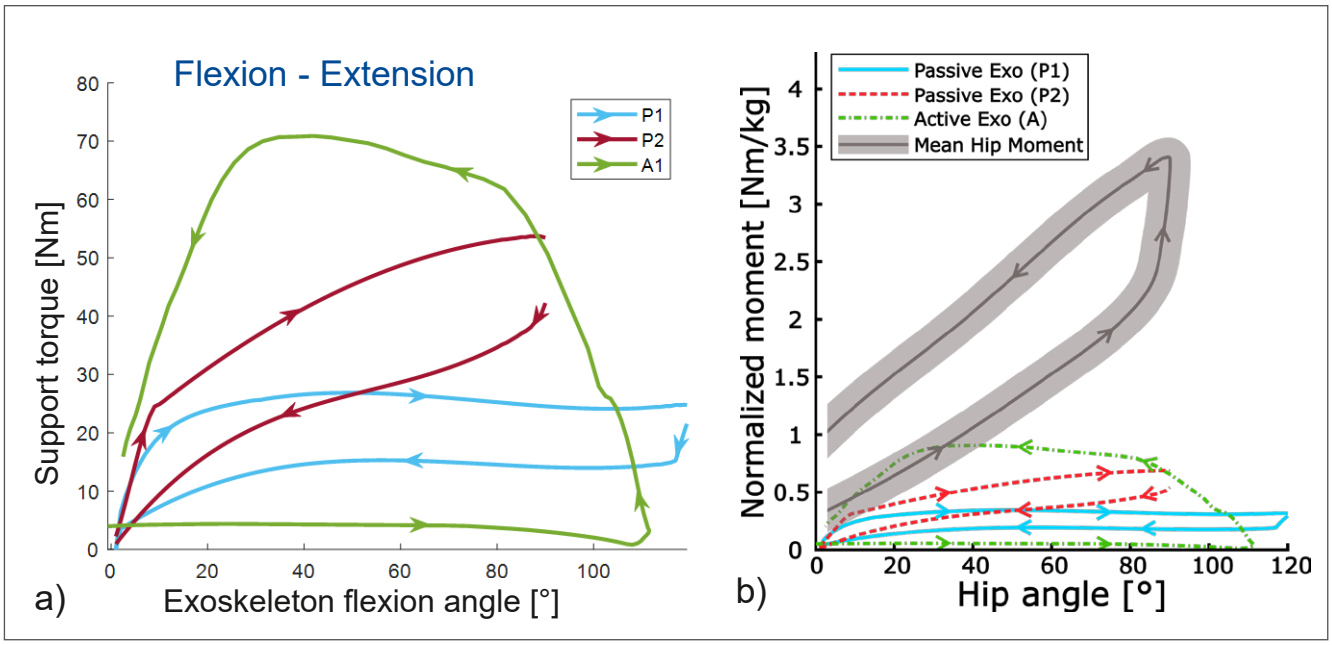


Abbildung 3: a): Kennlinien verschiedener Exoskelette (P1, P2: passiv; A: aktiv) (nach [5])
b): Hüftgelenkmoment beim Anheben einer Last (20 kg) im Vergleich zu den Exoskelett-Kennlinien

Entlastungspotenzial, als Exoskelette es i. d. R. erreichen können. Am Beispiel des Anhebens von Lastgewichten aus niedriger Ausgangshöhe konnte gezeigt werden, dass die Anhebung des Lastgewichts auf ein ergonomisches Ausgangsniveau einerseits die Unterstützungswirkung des Exoskeletts verringerte und andererseits die Lendenwirbelsäulenbelastung ohne Exoskelett zumindest tendenziell niedriger war als beim Heben aus der tiefen Anfangsposition mit Exoskelett [7].

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass rückenunterstützende Exoskelette auch bei asymmetrischen Hebevorgängen, wie sie regelmäßig in der Praxis erforderlich sind, wirksam sind [10; 11]. Dies bedeutet, dass einerseits die erforderliche asymmetrische Bewegung nicht wesentlich eingeschränkt wird und andererseits weiterhin eine signifikante Unterstützung der Lendenwirbelsäule erreicht wird. Aufgrund der ungleichen Beugewinkel zwischen rechter und linker Antriebseinheit fallen die erzielten Unterstützungsmomente jedoch etwas geringer aus als bei symmetrischer Beugestellung.

Bei Feldanalysen sind primär die Zeitanteile entscheidend, in denen das Exoskelett überhaupt unterstützend wirkt – d. h. bei rumpfunterstützenden Systemen dann, wenn die Oberkörpervorneigung hinreichend stark und lang ausgeprägt ist. Die bisher gewonnenen Daten im IFA aus dem Bereich der Logistik deuten darauf hin, dass selbst bei hohen Warenumsatzraten von 1 t/h der wirksame Zeitanteil unter 20 % der täglichen Arbeitszeit liegt – meist jedoch noch deutlich darunter. Demgegenüber können andere belastende Tätigkeiten, in denen das Exoskelett nicht unterstützt, wie etwa das reine Tragen von Lastgewichten, erheblich ins Gewicht fallen [7].

Die gezielte messtechnische Analyse von Arbeitsplätzen hilft dabei, potenziell geeignete Einsatzbereiche für Exoskelette zu identifizieren. Demgegenüber reicht die reine Beobachtung an einem Arbeitsplatz oft weder hinsichtlich der Beobachtungsdauer noch der Einschätzungsgüte aus, um den unterstützten Zeitanteil und die Höhe der Entlastungswirkung hinreichend zuverlässig abzuschätzen. In mehreren Felduntersuchungen des IFA an Arbeitsplätzen aus der Bauindustrie konnten unterstützte Zeitanteile von bis zu 85 % über einen Zeitraum von ca. 2 h Arbeitszeit gefunden werden (Abbildung 4). Die durchschnittliche relative Entlastung der Lumbalmomente durch das Exoskelett über den Messzeitraum variierte dabei zwischen 14 und 22 %.

Die parallel durchgeführte Befragung der Beschäftigten zur wahrgenommenen Entlastung und zur zukünftigen Nutzungsabsicht von Exoskeletten am Arbeitsplatz zeigte jedoch nur eine moderate Bereitschaft zur weiteren

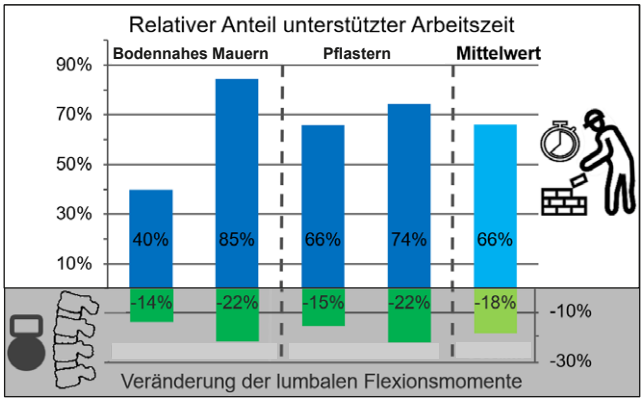


Abbildung 4: Zeitlicher Unterstützungsanteil und relative Entlastung durch Einsatz eines Exoskeletts bei bestimmten Tätigkeiten in der Baubranche

Nutzung. Trotz spürbarer Entlastung wogen die empfundenen Einschränkungen hinsichtlich Bewegungsfreiheit und Tragekomfort – etwa durch überdeckte Taschen der Arbeitskleidung, Behinderungen bei Nebentätigkeiten, unzureichende Verstaumöglichkeiten für Handwerkzeuge oder thermischen Diskomfort – schwer.

4 Diskussion und Ausblick

Die hier vorgestellte Methode ermöglicht die objektive Analyse der biomechanischen Wirksamkeit von Exoskeletten. Sie ist nicht nur unter Laborbedingungen einsetzbar, sondern zielt unmittelbar auf den Einsatz unter realen Praxisbedingungen ab. Anhand des Beugewinkels, der bei passiven Exoskeletten unmittelbar an deren Unterstützungswirkung gekoppelt ist, wird mit einem biomechanischen Modell des Muskel-Skelett-Systems aus den Bewegungsdaten die Entlastungswirkung – hier am Beispiel der Lendenwirbelsäule (L5/S1) – berechnet.

Der Unterstützungseffekt von Exoskeletten bei typischen Einsatzaufgaben – etwa beim Anheben und Absetzen von Lasten aus niedrigen Anfangs- bzw. auf niedrige Ablagehöhen – ist zweifellos gegeben. Allerdings wirken passive und aktive Exoskelette lediglich assistierend, das heißt, sie kompensieren überwiegend nur die Lastmomente der betreffenden Körpersegmente. Bei der Handhabung schwererer Lastgewichte müssen die zusätzlichen Belastungen hingegen vollständig vom Muskel-Skelett-System kompensiert werden. Dies führt in der Praxis beispielsweise dazu, dass beim Anheben eines 20-kg-Lastgewichts aus gebeugter Haltung die Maximalbelastung punktuell um etwa 20 % reduziert wird. Über die gesamte Anhebephase betrachtet verringert sich der Entlastungseffekt auf nur noch ca. 8 %. Ebenso können bei ergonomisch gestalteten Arbeitsbedingungen – insbesondere bei aufrechter Körperhaltung – konzeptbedingt nur noch marginale Unterstützungseffekte durch das Exoskelett erwartet werden [12].

In der betrieblichen Praxis ist die Verteilung der unterschiedlichen belastenden Tätigkeiten von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung des Nutzeffekts von Exoskeletten. Selbst bei sehr monotonen und einfach strukturierten Arbeitsaufgaben beschränkt sich der zeitliche Wirkanteil eines Exoskeletts oft auf unter 20 % der Arbeitszeit. Neben den exoskelettaffinen Haupttätigkeiten sind auch Nebentätigkeiten zu betrachten, bei denen das Exoskelett hinderlich wirkt oder sogar zu zusätzlichen Gefährdungen führt. Es soll in diesem Beitrag nicht ein Eindruck vermittelt werden, dass Exoskelette in der Arbeitswelt generell untauglich sind. Vielmehr soll aufgezeigt werden, dass einerseits noch zahlreiche Missverständnisse bzw. überzogene Erwartungen in der Praxis vorliegen und andererseits noch erhebliche Entwicklungsschritte bei den Exoskeletten notwendig sind. In sorgfältig ausgewählten Fällen kann der Einsatz eines Exoskeletts bereits heute angebracht sein und eine Erleichterung für die betreffende Person darstellen. Einen bislang unzureichend verfolgten Anwendungsfall stellt die Wiedereingliederung von leistungsgeminderten Beschäftigten dar, wo ein Exoskelett zumindest in geeigneten Fällen eine sinnvolle technische Hilfe darstellen könnte. Hierfür ist jedoch eine sorgfältige fachärztliche Beurteilung erforderlich, die im Einzelfall über eine entsprechende Verordnung entscheidet.

Nach dem bisherigen Stand der Forschung müssen noch viele weitere Arbeitsszenarien in der Praxis quantitativ untersucht werden, um mehr gute Beispiele für den Einsatz von Exoskeletten zu finden. Darüber hinaus müssen die konkreten Anforderungen an Exoskelette weiter präzisiert werden, damit die Entwickler dies bei der Entwicklung neuer Systeme berücksichtigen können. Schlussendlich kann die Frage nach den Langzeitauswirkungen von Exoskeletten auf den Menschen nur durch noch ausstehende, solide angelegte Langzeitstudien beantwortet werden. Insofern bleibt die Frage nach den gesundheitlichen Effekten von industriellen Exoskeletten weiterhin offen [13].

Danksagung

Die vorliegende Arbeit war Teil des Forschungsprojektes AWExo (IGF 22827 N/2), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Literatur

[1] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung: DGUV Information 208-062: Mensch und Arbeitsplatz – Auswahl und Einsatz von Exoskeletten, 2025 https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/5103

[2] Exoskeleton Report: Exoskeleton Catalog. Hrsg.: Exoskeleton Report LLC. https://exoskeletonreport.com/product-category/exoskeleton-catalog/ (abgerufen am 01.12.2025)

[3] IFA: Gefährdungsbeurteilung für Exoskelette – Version 1.1 Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der DGUV, (2019) https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-ergonomie/exoskelette/index.jsp (abgerufen am: 01.12.2025)

[4] Bock, S. D.; Ghillebert, J.; Govaerts, R.; Tassignon, B.; Rodriguez-Guerrero, C.; Crea, S.; Veneman, J.; Geeroms, J.; Meeusen, R.; Pauw, K. D.: Benchmarking occupational exoskeletons: An evidence mapping systematic review. Applied Ergonomics 98 (2022), S. 103582–103582

[5] Johns, J.; Schultes, I.; Heinrich, K.; Potthast, W.; Glitsch, U.: Biomechanical analysis of different back-supporting exoskeletons regarding musculoskeletal loading during lifting and holding. Journal of Biomechanics 168 (2024), S. 112125–112125

[6] Van Harmelen, V.; Schnieders, J.; Wagemaker, S. J.: Measuring the amount of support of lower back exoskeletons - White Paper, 2022 www.laevo.nl

[7] Glitsch, U.; Bäuerle, I.; Hertrich, L.; Heinrich, K.; Liedtke, M.: Methodik zur Analyse der biomechanischen Wirksamkeit von Exoskeletten. Hrsg.: 7. DGUV Fachgespräch Ergonomie 2019 (DGUV Report 2/2020), 2020. S. 81–86. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), (2020)

[8] DGAUM; GfA: Oberflächen-Elektromyographie in der Arbeitsmedizin, Arbeitsphysiologie und Arbeitswissenschaft Arbeitsmedizinische S2k-Leitlinie der Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM) und der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA), (2013) http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/002-016.html (abgerufen am: 12. Juni 2018)

[9] Corlett, E. N.; Bishop, R. P.: A technique for assessing postural discomfort. Ergonomics 19 (1976) Nr. 2, S. 175–182

[10] Johns, J.; Krämer, L.; Heinrich, K.; El-Edrissi, O.; Potthast, W.; Glitsch, U.: The effects of body asymmetry in load handling with a back supporting exoskeleton on lumbar loading. International Journal of Industrial Ergonomics 107 (2025), S. 103739–103739

[11] Abdoli-E, M.; Stevenson, J. M.: The effect of on-body lift assistive device on the lumbar 3D dynamic moments and EMG during asymmetric freestyle lifting. Clinical Biomechanics 23 (2008) Nr. 3, S. 372–380

[12] Glitsch, U.; Bäuerle, I.; Hertrich, L.; Heinrich, K.; Liedtke, M.: Biomechanische Beurteilung der Wirksamkeit von rumpfunterstützenden Exoskeletten für den industriellen Einsatz. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, https://doi.org/10.1007/s41449-019-00184-9 (2019)

[13] Steinhilber, B.; Luger, T.; Schwenkreis, P.; Middeldorf, S.; Mann, B.; Bork, H.; Von Glinski, A.; Schildhauer, T. A.; Weiler, S.; Schmauder, M.; Heinrich, K.; Winter, G.; Schnalke, G.; Frener, P.; Wischniewski, S.; Schick, R.; Jäger, M.: Einsatz von Exoskeletten im beruflichen Kontext zur Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention von arbeitsassoziierten muskuloskelettalen Beschwerden. 1. Auflage, Version 1 vom 31.05.2020, Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V., (2020) HTTPS://WWW.AWMF.ORG/LEITLINIEN/DETAIL/LL/002-046.HTML

Session 1

Berufsbedingte Coxarthrose: Bewegungsanalyse als individualpräventiver Ansatz

Ursula Trinler

Schulter- und GonKatast – Beiträge zur Datenlage bei BK 2112 und BK 2117

Markus Kelter

Kniebelastung bei Reisemobil- und Campingfahrzeugbau – Erkenntnisse aus Messungen im Rahmen des IFA GonKatast (BK 2112)

Daniel Kern

SchulterKatast – Projektstatus der BGHW

Julia Block, Ines Schalk



Berufsbedingte Coxarthrose: Bewegungsanalyse als individualpräventiver Ansatz

Ursula Trinler
BG Klinik Ludwigshafen, Zentrum für Bewegungsanalytik

Kurzfassung

Coxarthrose kann seit 2020 als Berufskrankheit anerkannt werden. Trotz gut ausgearbeiteten Richtlinien gibt es bis dato jedoch wenige experimentelle Studien, anhand derer klinische Entscheidungen gefällt werden können. Objektivierbare Daten zu Hebe- und Trageaufgaben im Berufsalltag sind rar, auch fehlen geschlechterspezifische Informationen sowie individuelle Ansätze zur präventiven Diagnostik und Analyse. An der BG Klinik Ludwigshafen wurde somit eine Testbatterie aufgestellt und in einem ersten Schritt durch eine Pilotstudie an 20 gesunden Probanden getestet. Ziel des Projekts ist es zum einen, genaue Belastungsmuster bei verschiedenen Hebe- und Trageaufgaben zu verstehen, sowie eine klinische Routine zu erarbeiten, durch welche individuelle Bewegungsmuster zur Prävention quantifiziert werden können. Mehrere unterschiedliche berufsspezifische Hebe- und Trageaufgaben wurden somit durch instrumentelle 3D Bewegungsanalyse quantifiziert und Gelenkmomente und -kontaktkräfte berechnet. Es konnte gezeigt werden, dass ipsi- wie auch kontralaterale Mehrbelastung der Hüftgelenke abhängig von der Bewegung ist. Auch waren vor allem für das Tragen auf der Schulter sehr individuelle Bewegungsmuster zu erkennen. Für die gemessene Gruppe konnten zwar geschlechterspezifische Tendenzen, jedoch keine signifikanten Unterschiede erkannt werden. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die instrumentierte Bewegungsanalyse ein gutes Tool zur Quantifizierung von berufsbedingten Hebe- und Trageaufgaben darstellt – auch für eine mögliche Einschätzung von individuellen Tragemechanismen, die zu möglichen Schädigungen führen können.

1 Hintergrund

Weltweit haben 8,6 % der Menschen eine Arthrose im Hüftgelenk, europaweit sind es sogar 12,6 % [1]. Ein Faktor, der das Risiko für eine Hüftgelenksarthrose erhöht, ist das regelmäßige Handhaben von schweren Lasten im Arbeitsleben. Solche Personen haben im Alter von 70 Jahren ein doppelt so hohes Risiko, an einer Arthrose des Hüftgelenks zu erkranken, wie Personen, die im Arbeitsalltag nicht mit schweren Lasten hantieren mussten [2]. Hierbei sind unter anderem Arbeiter im Baugewerbe, Bergleute, Landwirte, Gärtner, aber auch Kranken- und Altenpflegeberufe betroffen. Allein in Deutschland sind knapp 1 Million Personen im Baugewerbe tätig, knapp 1 Million Personen sind Landwirte und mehr als 1,7 Millionen Pflegekräfte.

Seit 2020 kann Coxarthrose „durch Lastenhandhabung“ als Berufskrankheit eingestuft werden. Genaue Voraussetzungen wurden vom Ärztlichen Sachverständigenbeirat definiert [3] und beruhen vor allem auf epidemiologischen Daten. Dabei sollen mindestens 20 kg mindestens 10-mal am Tag gehoben oder/und getragen werden, um eine kumulative Dosis von mindestens 9.500 Tonnen zu erreichen, welche als gefährlich eingestuft wird, um eine Coxarthrose zu entwickeln. Gefährdete werden zum Beispiel in Kranken- und Altenpflegeberufen, bei Landwirten und Gärtnern, Bergleuten, Steinbrechern, Maurern und anderen Bauberufen gefunden [4].

Es existieren mehrere systematische Reviews, die zeigen, dass es einen Zusammenhang zwischen langjährigem Heben schwerer Gewichte und dem Risiko, an einer Hüftgelenksarthrose zu erkranken, gibt [5 bis 7], wobei vor allem epidemiologische Studien berücksichtigt wurden. Leider gibt es in der Literatur zwar viele epidemiologische, aber wenige experimentelle Daten, die die Definition der Berufskrankheit untermauern können. Eine Möglichkeit, die Auswirkung von Lasten auf das Hüftgelenk zu objektivieren, ist die dreidimensionale (3D) Bewegungsanalyse (Abbildung 1). Hier können unterschiedliche instrumentelle Methoden zum Einsatz kommen, wie zum Beispiel das sogenannte Marker basierte Tracking durch Infrarotkameras sowie Kraftmessplatten, die im Boden eingelassen sind und es ermöglichen, Gelenkkräfte und -momente zu bestimmen und individuelle Trage- und Hebemuster zu erkennen [8]. Zusätzlich können muskuloskelettale Modelle zum Einsatz kommen, um weitere lastenabhängige Parameter zu berechnen (Gelenkkontaktkräfte, Muskelkräfte …).

Experimentelle Studien, die eine solche Messmethodik verwenden, sind bis dato rar. Zudem wurden zusätzlich unterschiedliche Gewichte sowie Hebe- und Trageübungen in ihrer Methodik verwendet, was den Vergleich zwischen den Studien erschwert [7]. Zwei der wenigen



Abbildung 1:
Motoriklabor der BG Klinik Ludwigshafen, ausgestattet mit u. a. Infrarotkameras und Kraftmessplatten zur Quantifizierung von Bewegung und Belastung.

experimentellen Studien stammen aus dem Jahr 1984 bzw. 1985 [9; 10], die durch Bewegungsanalyse (Elektromyographie) und Computermodelle zeigen konnten, dass die Belastung am Hüftgelenk beim Heben mit gestreckten Knien verglichen mit gebeugten Knien erhöht ist. 1997 konnten in einer weiteren Studie [11] an einem Probanden mit instrumentierter Totalendoprothese am Hüftgelenk direkte Gelenkkräfte gemessen werden. Gerade beim einseitigen Tragen von Lasten konnte gezeigt werden, dass die Gelenkkraft im kontralateralen Hüftgelenk, verglichen mit Gehen ohne Lasten, deutlich anstieg. Je höher die Last, desto mehr stieg die erzeugte Gelenkkraft an. Zusätzlich wurde beobachtet, dass die Hüftgelenkkraft auf der ipsilateralen Seite, also der Seite, auf welcher die Last getragen wurde, leicht gesenkt wurde. Auch beim bilateralen Tragen konnte gezeigt werden, dass die Gelenkkraft mit schwererer Last proportional auf beiden Seiten anstieg. In einer weiteren experimentellen Studie [12] konnte bei elf männlichen gesunden Probanden für das beidhändige Tragen bei sehr hohen Gewichten (> 40 kg) ein Belastungsunterschied zum Gehen ohne Gewicht gezeigt werden, jedoch nicht bei niedrigeren Gewichten (25 kg), was gegen die momentane Definition zur Einstufung einer Berufskrankheit spricht.

Das Potenzial, eine instrumentierte Bewegungsanalyse als diagnostisches Tool in die Entscheidungsfindung mit einzubauen, ist somit groß, auch um individuelle Belastungsmuster zu erkennen und vor allem frühzeitig auch mit präventiven Maßnahmen gegen die Entwicklung einer berufsbedingten Coxarthrose vorzugehen. Viele dieser Daten wurden jedoch vor allem an gesunden Männern erhoben – Daten hinsichtlich Frauen oder schon betroffenen Menschen (Patienten) sind noch nicht systematisch aufgearbeitet worden. Zweites ist vor allem wichtig, zu verstehen, ob und wann Patienten, ohne sekundäre Schäden davonzutragen, wieder an ihre gewohnte Arbeitsstelle zurückkehren dürfen. Auch stellt sich die Frage, ob es Unterschiede bei verschiedenen Hebe- und Trageaufgaben gibt (z. B. einhändiges vs. beidhändiges Tragen), was in den Richtlinien nicht konkretisiert wurde.

2 Pilotstudie

Um die in der Literatur bestehende Wissenslücke hinsichtlich genauen Belastungsmustern bei typischen Hebe- und Trageaufgaben im Berufsalltag zu schließen, war es Ziel der Studie, ein Messprotokoll zu erstellen, um durch objektive, experimentelle Messmethoden Belastungen an den Hüftgelenken bewegungsanalytisch zu untersuchen und zu quantifizieren. Hierfür wurde an der BG Klinik Ludwigshafen als erster Schritt eine Pilotstudie durchgeführt. Es handelte sich dabei genauer um eine monozentrische, prospektive, nicht-randomisierte, kontrollierte Querschnittsstudie. Unter anderem wurden zudem folgende Fragestellungen aufgestellt:

1. Ist die Machbarkeit des aufgestellten Protokolls gegeben?
2. Zeigen sich Seitenunterschiede in der Belastung an der Hüfte zwischen Trage- und kontralateraler Seite für einhändige Hebe- und Trageaufgaben?
3. Gibt es Unterschiede zwischen Frauen und Männern?

Dafür wurden 20 gesunde Probanden über Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der BG Klinik Ludwigshafen rekrutiert und eingeschlossen (♀ = 9 / ♂ = 11, 37 ± 12 Jahre, BMI 25 ± 4 kg/m2). Einschlusskriterien waren Belastungsfähigkeit und einen BMI unter 30.

Bei einer 3D-Bewegungsanalyse handelt es sich um eine nicht-invasive Messung, um Bewegung und Belastung an den Gelenken zu messen und zu berechnen. Kleine reflektierende Kügelchen (ca. 1 cm im Durchmesser)

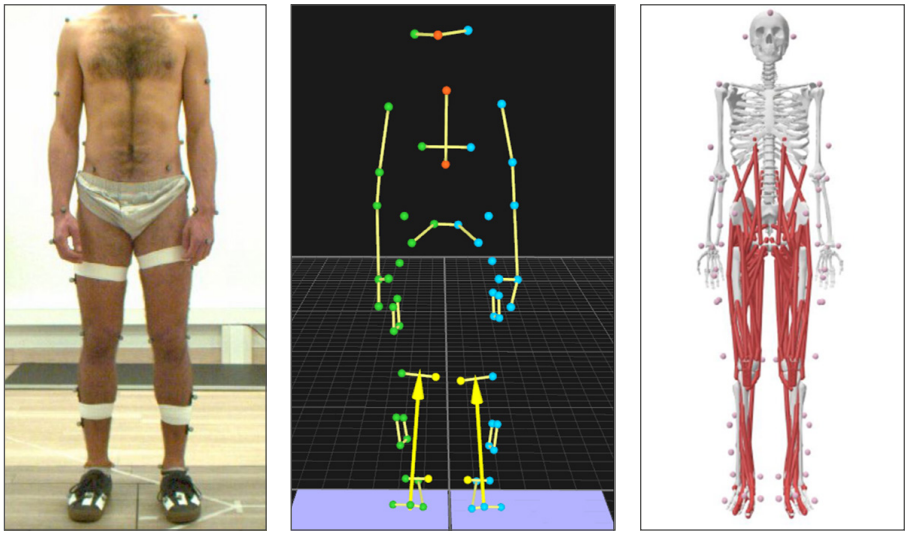


Abbildung 2: Markerpositionen an Ober- und Unterkörper (links) sowie 3D Rekonstruktion im Computer (Mitte) und das verwendete muskuloskelettale Modell (rechts)

werden direkt auf die Haut auf bestimmte anatomische Punkte an den Beinen und am Oberkörper angebracht (Abbildung 2 links). Diese werden dann während der Messung durch Kameras aufgenommen (Qualisys) und können im Computer dreidimensional rekonstruiert und dargestellt werden (Abbildung 2 Mitte). So kann die Bewegung des Probanden im Computer auf den Millimeter genau berechnet und analysiert werden. In einem nächsten Schritt können damit Gelenkwinkel in allen drei Körperebenen (an der Hüfte z. B. Flexion/Extension, Abduktion/Adduktion, Innen-/Außenrotation) sowie zusätzlich mit der Information der Kraftmessplatten (Bertec) Gelenkkräfte und -momente berechnet werden. Mit dem Hinzuziehen eines muskuloskelettalen Modells (OpenSim) können schlussendlich Gelenkkontaktkräfte berechnet werden (Abbildung 2 rechts).

Die Probanden wurden gebeten, unterschiedliche Hebe- und Trageaufgaben zu bewältigen (Abbildung 3). Nach einer statischen Messung (paralleler Stand auf den Kraftmessplatten) wurden zuerst Daten für das ebene Gehen ohne Gewicht und für die Hebebewegung ohne Gewicht erhoben (die sogenannte Vergleichs-Baseline). Danach wurde der Proband gebeten, eine 20 kg schwere Kiste zum einen vor dem Körper mit beiden Händen, zum anderen einseitig mit der präferierten Seite neben dem Körper zu tragen. Zusätzlich wurde der Proband gebeten, eine 20 kg schwere Stange auf der Schulter (präferierte Seite) zu tragen. Es wurden pro Bewegungsaufgabe fünf gültige Versuche (vollständiger Fußabdruck auf einer Kraftmessplatte) erhoben, wobei der Proband das Gewicht am Ende der Gangstrecke (ca. 12 m) absetzen und eine Pause einlegen konnte.

Anschließend sollte die 20 kg schwere Kiste vom Boden bis in einen aufrechten Stand vor dem Körper mit beiden Händen und einhändig mit der präferierten Seite neben dem Körper aufgehoben werden und drei Sekunden gehalten werden, bevor das Gewicht wieder abgesetzt wurde. Auch hier wurden jeweils fünf Bewegungsdurchführungen erhoben. Für den Messablauf wird an einem genauen Messprotokoll festgehalten. Der Patient konnte jederzeit eine Pause einlegen oder die Messung ohne Grund abbrechen.

Eine ausführliche Beschreibung der Methodik und weitere Ergebnisse können den beiden Abschlussarbeiten von Laila Sikeler [13] und Jannik Hoch [14] entnommen werden.

Beispielhaft sollen im Folgenden die einhändigen Bewegungsmuster genauer betrachtet werden. Beim einhändigen Aufheben eines 20 kg schweren Gewichtes wird

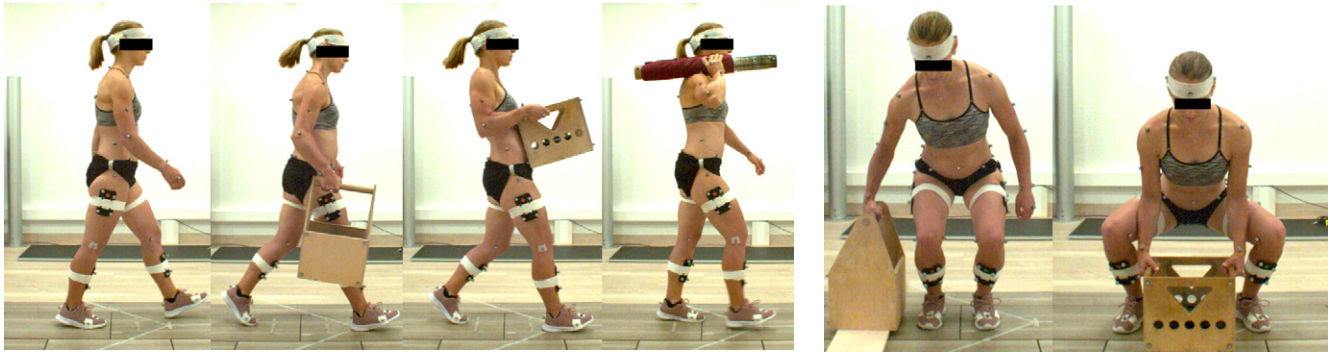


Abbildung 3: Hebe- und Tragebewegungen

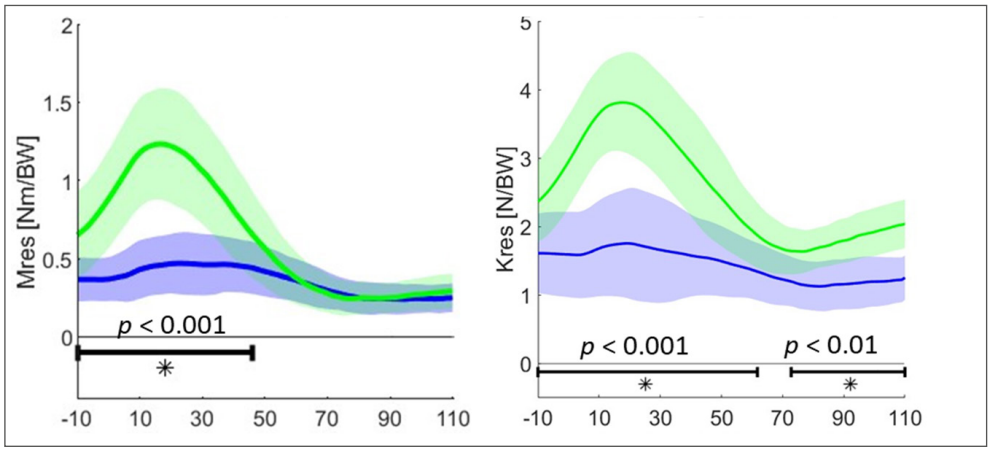


Abbildung 4: Resultierendes Hüftgelenkmoment (links) und Hüftgelenkkontaktkraft (rechts) für die ipsilaterale (grün) und kontralaterale Seite

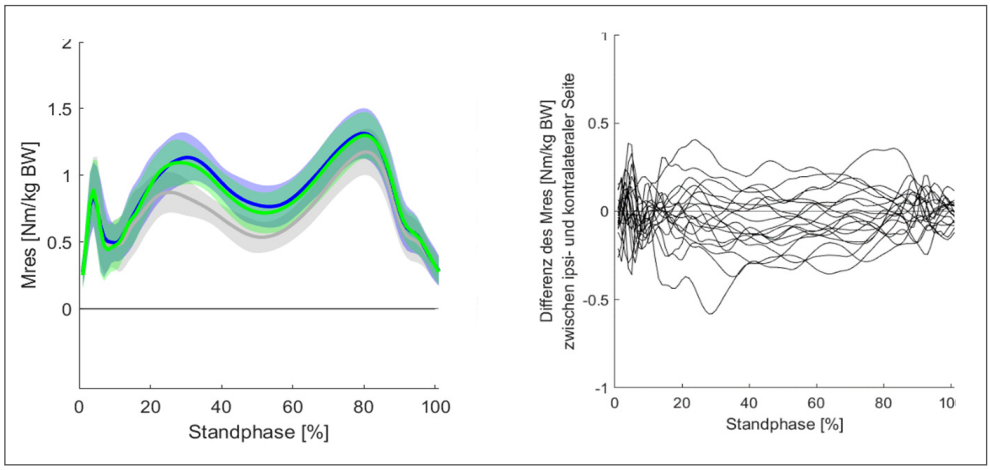


Abbildung 5: Resultierendes mittleres Hüftgelenkmoment beim einseitigen Tragen einer Metallstange auf der Schulter (links) sowie individuelle Verläufe und die Differenz zwischen ipsi- und kontralateraler Seite (rechts)

deutlich, dass die Trageseite mehr belastet wird als die nicht belastete, kontralaterale Seite (Abbildung 4). Auch wenn im aufrechten Stand ab ca. 50 % der Bewegung kein Unterschied im Hüftgelenkmoment gezeigt werden kann, kann über das muskuloskelettale Modell deutlich gemacht werden, dass der Unterschied in der Hüftkontaktkraft nahezu durchgehend besteht. Interessanterweise ist beim Tragen des Gewichts im Gehen die Nicht-Trageseite mehr belastet als die Trageseite.

Des Weiteren konnte im Mittel kein Seitenunterschied beim Tragen auf einer Schulter gezeigt werden. Schaut man sich jedoch die individuellen Verläufe an, ist zu erkennen, dass sich tatsächlich unterschiedliche, individuelle Verläufe von Hüftgelenkmoment und -kontaktkraft zeigen (Abbildung 5), bei einigen Probanden ist die ipsilaterale bei anderen die kontralaterale Seite mehr belastet, während wiederum bei anderen fast kein Seitenunterschied besteht.

Für einige Bewegungen konnten zwar unterschiedliche Tendenzen zwischen Frauen und Männer erkannt werden, diese waren aber nicht statistisch signifikant. Dies kann an der geringen Anzahl an Teilnehmenden für die hier präsentierte Pilotstudie liegen. Weitere Datenerhebungen und Auswertungen sind vonnöten, um den Zusammenhang zwischen Geschlecht und individueller Ausführung zu verstehen.

3 Fazit und Ausblick

Durch die an der BG Klinik Ludwigshafen durchgeführte Pilotstudie konnte schon in Ansätzen gezeigt werden, dass Belastungsmuster für bestimmte Bewegungen sehr individuell ausfallen können. Gerade bei einseitigen Hebe- und Tragebewegungen scheinen individuelle Strategien zur Lastenhandhabe zu bestehen. Es braucht jedoch höhere Fallzahlen, um Subgruppenanalysen durchzuführen, die ein besseres Bild hinsichtlich möglicher geschlechterspezifischer Belastungsstrategien erkennen lassen.

Es konnte zudem aufgezeigt werden, dass die Machbarkeit des hier aufgestellten Protokolls gegeben ist und die instrumentierte Bewegungsanalyse ein gutes Tool zur Quantifizierung von berufsbedingten Hebe- und Trageaufgaben darstellt – auch für eine mögliche Einschätzung von individuellen Tragemechanismen, die zu möglichen Schädigungen führen könnten. Dies kann eine individualpräventive Maßnahme darstellen mit dem Ziel, Personen in geeigneter Weise vor individuellem gesundheitlichem Risiko am Arbeitsplatz zu schützen und vor allem erste Anzeichen einer beruflichen Erkrankung zu erkennen eine Verschlimmerung zu vermeiden. Eine mögliche Einbindung in den klinischen Alltag ist in Abbildung 6 dargestellt.

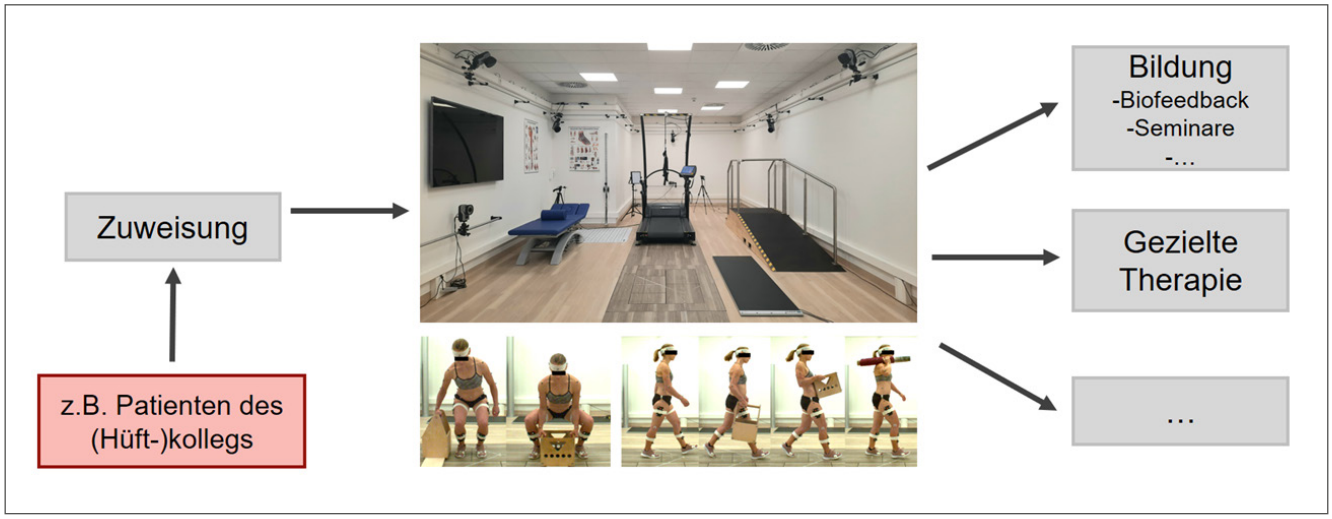


Abbildung 6: Beispiel eines individualpräventiven Ansatzes mithilfe instrumentierter Bewegungsanalyse

Für das hier vorgestellte Projekt sind weitere Schritte geplant. Zum einen sollen weitere Normdaten von gesunden Menschen erhoben werden, damit unter anderem gruppenspezifische Vergleiche durchgeführt werden können (z. B. Männer vs. Frauen) und gegebenenfalls typische, individuelle Belastungsmuster geclustert werden können. Auch sollen Patienten gemessen werden, die erste Anzeichen einer beruflichen bedingten Coxarthrose zeigen, um den Ist-Zustand zu erheben und den Verlauf einer gezielten, individuellen Therapie zu begleiten.

Danksagung

Besonderer Dank gilt zum einen Dr. med. Henry Kohler, der die Idee der Studie ins Leben gerufen hat und weiterhin ein großer Unterstützer der Studie ist. Zum anderen geht ein großer Dank an Laila Sikeler, die führend durch ihre Masterarbeit das Pilotprojekt durchgeführt und einen großen Teil zum Erfolg der Studie beigetragen hat. Die Pilotstudie wurde dann von Jannik Hoch erfolgreich durch eine weitere Masterarbeit weitergeführt.

Disclaimer: Einige Teile und Ergebnisse dieses Berichts sind den Masterarbeiten von Laila Sikeler und Jannik Hoch entnommen.

Literatur

[1] Fan, Z.; Yan, L.; Liu, H.; Li, X.; Fan, K.; Liu, Q.; Li, J. J.; Wang, B.: The prevalence of hip osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Arthritis research & therapy (2023) 25(1), 51

[2] Kaila-Kangas, L.; Arokoski, J.; Impivaara, O.; Viikari-Juntura, E.; Leino-Arjas, P.; Luukkonen, R.; Heliövaara, M.: Associations of hip osteoarthritis with history of recurrent exposure to manual handling of loads over 20 kg and work participation: a population-based study of men and women. Occupational and environmental medicine (2011) 68(10), S. 734–738

[3] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Wissenschaftliche Begründung für die Berufskrankheit „Koxarthrose durch Lastenhandhabung mit einer kumulativen Dosis von mindestens 9 500 Tonnen während des Arbeitslebens gehandhabter Lasten mit einem Lastgewicht von mindestens 20 kg, die mindestens zehnmal pro Tag gehandhabt wurden“, Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI) vom 25.03.2020, S. 218–227

[4] Andersen, S.; Thygesen, L. C.; Davidsen, M.; Helweg-Larsen, K.: Cumulative years in occupation and the risk of hip or knee osteoarthritis in men and women: a register-based follow-up study. Occupational and environmental medicine (2012) 69(5), S. 325–330

[5] Jensen L. K.: Hip osteoarthritis: influence of work with heavy lifting, climbing stairs or ladders, or combining kneeling/squatting with heavy lifting. Occupational and environmental medicine (2008) 65(1), S. 6–19

[6] Bergmann, A.; Bolm-Audorff, U.; Krone, D.; Seidler, A.; Liebers, F.; Haerting, J.; Freiberg, A.; Unverzagt, S.: Occupational Strain as a Risk for Hip Osteoarthritis. Deutsches Ärzteblatt international (2017) 114(35–36), S. 581–588

[7] Seidler, A.; Lüben, L.; Hegewald, J.; Bolm-Audorff, U.; Bergmann, A.; Liebers, F.; Ramdohr, C.; Romero Starke, K.; Freiberg, A.; Unverzagt, S.: Dose-response relationship between cumulative physical workload and osteoarthritis of the hip - a meta-analysis applying an external reference population for exposure assignment. BMC musculoskeletal disorders (2018) 19(1), S. 182

[8] Oppelt, K.; Hogan, A.; Stief, F.; Grützner, P. A.; Trinler, U.: Movement Analysis in Orthopedics and Trauma Surgery - Measurement Systems and Clinical Applications. Z Orthop Unfall (2020) 158(3), S. 304–317

[9] Németh, G.; Ekholm, J.; Arborelius, U. P.: Hip load moments and muscular activity during lifting. Scandinavian journal of rehabilitation medicine (1984) 16(3), S. 103–111

[10] Németh, G.; Ekholm, J.: A biomechanical analysis of hip compression loading during lifting. Ergonomics (1985) 28(2), S. 429–440

[11] Bergmann, G.; Graichen, F.; Rohlmann, A.; Linke, H.: Hip joint forces during load carrying. Clinical orthopaedics and related research (1997) (335), S. 190–201

[12] Varady, P. A.; Glitsch, U.; Augat, P.: Loads in the hip joint during physically demanding occupational tasks: A motion analysis study. Journal of biomechanics (2015) 48(12), S. 3227–3233

[13] Sikeler, L.: Asymmetrien in den Hüftgelenkmomenten während Hebe- und Tragevorgängen bei gesunden Erwachsenen – eine biomechanische Laborstudie. Masterarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (2024)

[14] Hoch, J.: Asymmetrie der Hüftkontaktkräfte bei Hebe- und Trageaufgaben: Eine muskuloskelettale Simulationsanalyse. Masterarbeit, FH Technikum Wien (2024)

Schulter- und GonKatast – Beiträge zur Datenlage bei BK 2112 und BK 2117

Markus Kelter
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

Kurzfassung

Die Berufskrankheiten (BK) 2112 (Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung) und 2117 (Läsion der Rotatorenmanschette) haben für die Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) unterschiedliche, jedoch wachsende Relevanz. Während die BK 2112 bereits seit Jahren mit relevanten Fallzahlen und monetären Aufwendungen verbunden ist, wurde die BK 2117 erst im April 2025 offiziell in die Berufskrankheitenliste aufgenommen. Der Beitrag stellt die Bedeutung beider Erkrankungen für die BG ETEM dar und beschreibt aktuelle Aktivitäten zur Verbesserung der Expositionsdatenlage im Rahmen der beiden Projekte GonKatast und SchulterKatast des Instituts für Arbeitsschutz (IFA). Ergebnisse aus bisherigen Katastermessungen zeigen deutliche Abweichungen zwischen subjektiven Eigenschätzungen und objektiv gemessenen Belastungsdauern. Vor diesem Hintergrund wird der Fahrplan der BG ETEM zur systematischen Erhebung belastbarer Expositionsdaten erläutert sowie auf methodische und organisatorische Herausforderungen eingegangen.

1 Einleitung und institutioneller Kontext

Die BG ETEM betreut rund 230.000 Mitgliedsbetriebe mit etwa vier Millionen Versicherten. Die Branchen reichen von Energieversorgungsunternehmen über Elektroinstallationsbetriebe bis hin zur Textil- und Medienindustrie. Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) stellen in diesen Branchen ein relevantes Präventionsthema dar. Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an Prävention, Begutachtung und Anerkennung arbeitsbedingter MSE gewinnen belastbare Expositionsdaten zunehmend an Bedeutung.

2 Relevanz der BK 2112

Die BK 2112 nimmt innerhalb der BK-Statistik der BG ETEM eine mittlere, jedoch wirtschaftlich relevante Position ein. Gemäß dem Jahresbericht 2024 der BG ETEM [1] lag sie bei den monetären Aufwendungen mit rund 2,5 Mio. Euro auf Rang 12 von insgesamt 85 Berufskrankheiten. Auch bei der Anzahl der Verdachtsanzeigen (Rang 11) sowie der laufenden BK-Renten (Rang 12) befindet sie sich im oberen Mittelfeld.

Typische kniebelastende Tätigkeiten finden sich insbesondere im Elektrohandwerk, etwa bei Installationsarbeiten in Bodennähe, Montagetätigkeiten oder im Rohbau.

3 Relevanz der BK 2117

Seit April 2025 ist die Läsion der Rotatorenmanschette als BK 2117 offiziell in die Berufskrankheitenliste aufgenommen worden. Zuvor wurde sie als sogenannte Wie-BK unter BK 9900 geführt.

Aktuell liegen noch wenige belastbare Fallzahlen vor. Sowohl die Anzahl an anerkannten Fällen als auch die monetären Aufwendungen sind derzeit noch niedrig. Allerdings ist eine steigende Tendenz erkennbar – nicht zuletzt durch die erhöhte Sensibilisierung, die formale Listung als BK sowie eine zunehmende Antragstellung.

Für die BG ETEM ergibt sich daraus ein frühzeitiger Handlungsbedarf: Eine fundierte Datengrundlage ist notwendig, um Expositionen sachgerecht beurteilen, Präventionsmaßnahmen gezielt entwickeln und Begutachtungsprozesse unterstützen zu können.

4 Expositionsdauer in knie- und schulterbelastenden Tätigkeiten

Eine zentrale Frage lautet, wie lange sich Beschäftigte tatsächlich in knie- oder schulterbelastenden Körperhaltungen befinden. Die Antwort hängt stark von Tätigkeitsprofil, Arbeitsumgebung, Teamgröße und organisatorischen Rahmenbedingungen ab. Eigenschätzungen werden in Begutachtungsverfahren häufig herangezogen, zeigen jedoch erhebliche Abweichungen zu objektiven Messungen.

Ergebnisse aus vergangenen Katastermessungen zeigen deutliche Differenzen zwischen subjektiver Einschätzung und objektiv gemessener Belastungsdauer. Etwa 75 % der Probandinnen und Probanden überschätzten ihre Kniebelastung, rund 20 % unterschätzten sie, und nur etwa 5 % lagen annähernd richtig [2].

Diese Befunde können weitreichende Konsequenzen haben:

- Für Begutachtungsverfahren bedeutet dies, dass retrospektive Eigenangaben mit Vorsicht zu interpretieren sind.
- Für Präventionsansätze kann eine subjektiv als „extrem hoch“ empfundene Belastung objektiv deutlich geringer ausfallen oder umgekehrt.
- Für die Entwicklung von Expositionskatastern sind objektive, valide Messverfahren essenziell.

Diese Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit objektiver Messverfahren.

5 Fahrplan der BG ETEM zur Verbesserung der Datenlage

Die BG ETEM verfolgt einen strukturierten Ansatz zur Verbesserung der Expositionsdatenlage. Dieser umfasst die Identifikation relevanter Tätigkeiten, die Durchführung objektiver Messungen mittels des CUELA-Messsystems (Computer-unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems [3]), die Übergabe der ausgewerteten Daten an das IFA zum Ausbau der Expositionskataster sowie die Ableitung präventiver Maßnahmen. Im Rahmen der beiden Kataster-Projekte GonKatast und SchulterKatast des IFA führt die BG ETEM Messungen bei freiwilligen Angestellten von Mitgliedsbetrieben aus relevanten Branchen und Berufsfeldern durch und erhebt bei allen Messungen stets Daten für Gon- und SchulterKatast.

Hierfür hat die BG ETEM im Jahr 2024 zwei weitere Ergonomen eingestellt, im Jahr 2025 in zwei CUELA-Systeme der neuesten Generation (LINK und AWINDA von Xsens by Movella Holding Inc.) investiert und Ende des Jahres bereits erste Messungen mit Elektrikerinnen und Elektrikern im Netzbereich durchgeführt. Weitere Messungen im Bereich der Energieversorgung (Netzbereich und Freileitungsbau) sind im Jahr 2026 geplant.

6 Methodische und praktische Herausforderungen bei Messungen

Die Durchführung von Katastermessungen ist mit technischen und organisatorischen Herausforderungen verbunden. Ein Teil der Versicherten arbeitet in Spezialgebieten wie z. B. dem Freileitungsbau, der Montage von Photovoltaik- oder Blitzschutzanlagen. Diese Tätigkeiten sind häufig mit Arbeiten in großer Höhe, auf Dächern oder an Masten verbunden, wodurch sich folgende Fragestellungen und Punkte ergeben:

- Welches Messsystem ist geeignet?
- Wie stabil ist die Funkverbindung (z. B. WLAN) des Messsystems zum Notebook in großer Höhe oder auf weitläufigen Anlagen?
- Ist das System kompatibel mit Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) – bspw. PSA gegen Absturz (PSAgA)?
- Beeinflussen elektromagnetische Felder oder Strahlung die Messsysteme?
- Erforderliche Videodokumentationen, als Ergänzung zur Bewegungsmessung, sind bei Arbeiten in Höhe schwer umsetzbar. Drohnenaufnahmen könnten eine Lösung darstellen, wobei rechtliche und organisatorische Punkte zu beachten sind.

Diese Aspekte müssen vor jeder Messung sorgfältig geprüft werden.

Darüber hinaus arbeiten Angestellte der Mitgliedsbetriebe häufig in Zweierteams (u. a. bei Elektrikerinnen und Elektrikern im Netzbereich) oder mit mehr als sechs Personen (u. a. im Freileitungsbau) zusammen. Für die BG ETEM stellt sich im Hinblick auf deren personelle Kapazitäten und Wirtschaftlichkeit die Frage, ob eine Person stellvertretend gemessen wird oder alle Teammitglieder erfasst werden müssen, was aktuell die Unterstützung durch externes Fachpersonal (bspw. vom IFA) erforderlich machen würde.

7 Bedeutung für Prävention und Begutachtung

Die systematische Erhebung objektiver Expositionsdaten unterstützt sowohl die präventive Gestaltung von Arbeitsplätzen als auch die Transparenz in Anerkennungsverfahren. Insbesondere bei neu gelisteten Berufskrankheiten ist eine belastbare Datengrundlage von zentraler Bedeutung.

Die systematische Erhebung objektiver Expositionsdaten leistet einen wichtigen Beitrag in mehreren Handlungsfeldern:

1. Prävention:
   - Identifikation besonders belastender Tätigkeitsanteile
   - Entwicklung technischer und organisatorischer Maßnahmen
   - Sensibilisierung von Betrieben und Versicherten
2. Begutachtung und Anerkennung:
   - Verbesserung der Transparenz bei der Bewertung von Belastungsdauern
   - Reduktion der Unsicherheit bei stark divergierenden Eigenschätzungen
   - Beitrag zur Versachlichung von Verfahren
3. Strategische Steuerung:
   - Frühzeitiges Erkennen steigender Trends (z. B. bei BK 2117)
   - Priorisierung von Präventionsressourcen

Gerade bei neu gelisteten Berufskrankheiten wie BK 2117 ist eine frühzeitige, strukturierte Datenerhebung von zentraler Bedeutung.

8 Fazit und Ausblick

Die BK 2112 ist bereits heute von wirtschaftlicher und versorgungsrechtlicher Bedeutung für die BG ETEM. Mit der Einführung der BK 2117 ist davon auszugehen, dass auch Schultererkrankungen zukünftig stärker in den Fokus rücken werden.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen die Grenzen subjektiver Einschätzungen und unterstreichen die Bedeutung objektiver Messverfahren. Systematisch aufgebaute Expositionskataster können langfristig zur evidenzbasierten Weiterentwicklung ergonomischer Präventionsstrategien beitragen, BK-Verfahren beschleunigen und deren Transparenz als auch Objektivität verbessern.

Literatur

[1] Jahresbericht 2024 der BG ETEM. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln (2024)

[2] Seidler, A.; Bolm-Audorff, U.; Jäger, M.; Michaelis, M.; Ellegast, R.: Erfassung arbeitsbedingter Kniebelastungen in ausgewählten Berufen. IFA Report 2/2012. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin (2012). www.dguv.de/ifa, Webcode: p010855

[3] CUELA-Messsystem und Rückenmonitor. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin. https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/ergonomie/cuela-messsystem-und-rueckenmonitor/index.jsp

Kniebelastung bei Reisemobil und Campingfahrzeugbau – Erkenntnisse aus Messungen im Rahmen des IFA GonKatast (BK 2112)

Daniel Kern
Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)

Kurzfassung

Seit 2009 (im Gesetzlichen Merkblatt der Bundesregierung 2010 veröffentlicht) gibt es die Berufskrankheit „Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbare Kniebelastung…“ (BK 2112). Diese Berufskrankheit umfasst die Gonarthrose, also eine Arthrose des Kniegelenks, die durch langjährige, beruflich bedingte Überlastung entsteht. Besonders gefährdet sind Menschen, die bedingt durch ihre berufliche Tätigkeit über viele Jahre hinweg häufig knien, hocken, kriechen und/oder schwere Lasten tragen. Typische Beschwerden sind Belastungsschmerzen, Steifheit, Schwellungen und eine zunehmende Einschränkung der Beweglichkeit.

Um belastbare, nachvollziehbare und standardisierte Daten zu arbeitsbedingten Einwirkungen zu erhalten, wurde 2010 mit dem Aufbau eines Messwertkatasters zur BK 2112 (GonKatast) beim Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) begonnen [1]. Die messtechnische Erfassung erfolgte direkt an Arbeitsplätzen mit dem CUELA Messystem. Ohne solche systematisch erhobenen Messdaten lässt sich der ursächliche Zusammenhang zwischen Tätigkeit und Erkrankung objektiv nur schwer oder gar nicht nachweisen.

1 Einleitung

Um das Kataster kontinuierlich mit Messdaten zu Berufen und Tätigkeiten aus unterschiedlichen Branchen zu erweitern, wurden seit dem ersten GonKatast-Projekt immer wieder neue Projekte zur Erhebung von entsprechenden Messdaten durchgeführt. So startete 2019 beim IFA das 3. Projekt zur Erweiterung von Gonkatast, zu dem auch die BGHM mit CUELA Messungen bei Reisemobilherstellern, schwerpunktmäßig im Bereich des Fahrzeuginnenausbaus, unterstützte.

2 Messungen für GonKatast

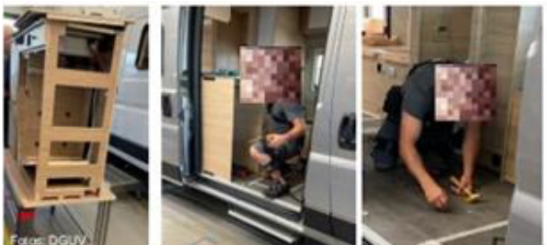
Für das Kataster wurden Messungen bei drei Herstellern von Reisemobilen und Campingfahrzeugen durchgeführt. Im Fokus standen typische Tätigkeiten im Innenausbau sowie bei der Seitenwandmontage (Abbildung 2). Erfasst wurden dabei Arbeitsabläufe in Kastenwagen (Abbildung 1) und in teilintegrierten Fahrzeugen (Abbildung 1). Die gemessenen Tätigkeiten wurden ausschließlich von erfahrenen, männlichen Probanden durchgeführt. Dadurch lassen sich die realen Belastungen in diesen Montagebereichen gut abbilden.



Abbildung 1: Fahrzeugvarianten Kastenwagen und Teilintegriertes Fahrzeug (Quelle: BGHM)

Beispiele: Tätigkeiten Innenausbau/Möbelmontage

Kücheneinbau



Einbau Seitbett und Wassertank



Beispiele: Tätigkeiten Seitenwandmontage



Abbildung 2: Tätigkeiten Innenausbau und Seitenwandmontage (Quelle: BGHM)

3 Ergebnisse und Erkenntnisse

Für die Anerkennung einer BK 2112 wird eine kumulative Kniebelastung über das gesamte Arbeitsleben vorausgesetzt. Konkret bedeutet das: Es muss im Verlauf des Arbeitslebens mindestens 13.000 Stunden in einer knienden Körperhaltung im Sinne des Merkblatts zur Berufskrankheit Nummer 2112 gearbeitet werden und pro Schicht muss die Belastung durch Knien summiert mindestens eine Stunde betragen [2]. Diese Anforderungen zeigen, dass nicht nur einzelne belastende Tätigkeiten entscheidend sind, sondern vor allem deren regelmäßige und langfristige Ausführung.

Die Messungen im Reisemobil- und Campingfahrzeugbau zeigen sehr unterschiedliche Anteile kniebelastender Haltungen pro Tag: Die Tagesdosen liegen aktuell zwischen 2,01 % und 41,07 % (n=6). Im Durchschnitt ergibt sich daraus eine Belastung von 17,36 %, wobei die hohe Streuung (SD 14,67 %) deutlich macht, wie stark die tatsächliche Kniebelastung je nach Tätigkeit und Arbeitsplatz variieren kann (Auswertungsdaten in den Abbildungen 3 und 4, Quelle IFA).

1) Seitenwandmontage

Intervall	Dauer [hh:mm:ss]	HA:Hocken [%]	HA:Fersensitz [%]	HA:Kriechen [%]	HA:Knien mit Abst. [%]	HA\2:Knien ohne Abst. [%]	HA\3:Kniebelastend [%]
#Schicht	08:00:00		0,36611		0,93333	11,00833	12,30778

2) offen/fehlt noch

3) Kücheneinbau

Intervall	Dauer [hh:mm:ss]	Dauer [min]	HA:Hocken [%]	HA:Fersensitz [%]	HA:Kriechen [%]	HA:Knien mit Abst. [%]	HA\2:Knien ohne Abst. [%]	HA\3:Kniebelastend [%]
#Schicht	08:00:00	480		1,18		0,67	39,85	41,70

4) Seitbett/Wassertank

Intervall	Dauer [hh:mm:ss]	Dauer [min]	HA:Hocken [%]	HA:Fersensitz [%]	HA:Kriechen [%]	HA:Knien mit Abst. [%]	HA\2:Knien ohne Abst. [%]	HA\3:Kniebelastend [%]
#Schicht	08:00:00	480		0,66		0,05	19,74	20,45

5) Seitenwand/Möbel/Alkoven

Intervall	Dauer [hh:mm:ss]	Dauer [min]	HA:Hocken [%]	HA:Fersensitz [%]	HA:Kriechen [%]	HA:Knien mit Abst. [%]	HA\2:Knien ohne Abst. [%]	HA\3:Kniebelastend [%]
#Schicht	08:00:00	480	0,05	0,19			1,78	2,01

6) Sitzgruppenmontage

Intervall	Dauer [hh:mm:ss]	Dauer [min]	HA:Hocken [%]	HA:Fersensitz [%]	HA:Kriechen [%]	HA:Knien mit Abst. [%]	HA\2:Knien ohne Abst. [%]	HA\3:Kniebelastend [%]
#Schicht	08:00:00	480	1,03	4,49		0,07	25,24	30,83

7) 1 Fahrzeug, 1,5 Std. Messzeit

Intervall	Dauer [hh:mm:ss]	Dauer [min]	HA:Hocken [%]	HA:Fersensitz [%]	HA:Kriechen [%]	HA:Knien mit Abst. [%]	HA\2:Knien ohne Abst. [%]	HA\3:Kniebelastend [%]
#Schicht	08:00:00	480,00003				0,05	12,19	12,24

Abbildung 3: Aus Messdaten errechnete Tagesdosen (Quelle: IFA)

Tätigkeiten mit vergleichbaren Tagesdosen (GonKatast I):

MW	Pflasterer / Pflasterin (Verbundpflaster verlegen)	17,8 %
	Flugzeugabfertiger / Flugzeugabfertigerin (Standardrumpf)	17,4 %
	Zementestrich anmischen (2-Personen)	17,7 %
	Schweißbahnen verlegen (Flachdach)	18,1 %
MW + SD	Bodenleger / Bodenlegerin im Fahrzeugbau	37,7 %
	Fliesenleger / Fliesenlegerin (Wandfliesen Dünnbett)	28,9 %
	Natur- und Kunststeinleger / -legerin (Bodenplatten verlegen)	32,8 %
	Parkettleger / Parkettlegerin (Dielenboden verlegen)	33,7 %

Abbildung 4: Tätigkeiten mit vergleichbaren Tagesdosen (Quelle: IFA)

4 Fazit und Präventionsempfehlungen

Die aktuelle Einschätzung basiert auf einer Worst-Case-Betrachtung, weil bisher nur die auffälligen Stationen gemessen wurden. Es gibt in den Montagelinien viele weitere Tätigkeiten, an denen wenige oder gar keine kniebelastenden Haltungen vorkommen. Da eine Montagelinie meist aus vielen Montagestationen besteht, lässt sich laut IFA der tatsächliche Ablauf einer Schicht im Kataster nur schwer vollständig abbilden. Für eine verlässliche Bewertung müssen die BK-Ermittelnden deshalb direkt mit der versicherten Person klären, an welchen Stationen sie gearbeitet hat und wie lange die jeweiligen Tätigkeiten ausgeführt wurden, um diese dann mit der IFA Anamnese Software zur BK 2112 bewerten zu können.

In vielen Fällen lassen sich kniebelastende Haltungen deutlich reduzieren, wenn einfache Hilfsmittel oder alternative Arbeitsweisen genutzt werden. So kann ein Rollhocker das Arbeiten im Stehen, Knien oder Hocken unterstützen und die Belastung spürbar verringern. Auch das Sitzen auf dem Boden ist oft weniger belastend als längeres Knien oder Hocken. Bei Montagetätigkeiten kann zudem eine Verlängerung des Schrauberaufsatzes für den Akkuschrauber helfen, sodass Arbeiten im Stehen möglich sind und nicht mehr in kniender Haltung durchgeführt werden müssen. Auch das Rotieren der Beschäftigten in Tätigkeiten mit unterschiedlichen Belastungsmustern als dauerhaftes Knien (belastungsorientierte Jobrotation) sollte in Erwägung gezogen werden.

Liegt die Belastung durch die Körperzwangshaltungen Knien, Hocken, Fersensitz oder Kriechen im Risikobereich „wesentlich erhöhte Belastung“ – dies kann z. B. mit der BAuA Leitmerkmalmethode Körperzwangshaltung (LMM-KH) ermittelt werden – [3], so ist vom Unternehmen gemäß der Arbeitsmedizinischen Regel (AMR) 13.2 eine arbeitsmedizinische Untersuchung anzubieten [4].

Literatur

[1] IFA Report 1/2010 GonKatast – Ein Messwertkataster zur beruflichen Kniebelastung – Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA), Sankt Augustin

[2] Merkblatt zur Berufskrankheit Nummer 2112, Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) vom 30.12.2009

[3] Bericht MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Band 1. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2019. Projektnummer: F 2333, URL: DOI: 10.21934/baua:bericht20190821, zuletzt abgerufen am 31.3.2026

[4] Bekanntmachung in GMBl Nr. 7AMR 13.2 „Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System“ – Bek. d. BMAS v. 3.11.2021 – IIIb1-36628-15/9. URL: https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/AMR/AMR-13-2, zuletzt abgerufen am 31.3.2026

SchulterKatast – Projektstatus der BGHW

Julia Block, Ines Schalk
Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)

Kurzfassung

Das Projekt „SchulterKatast“ reagiert auf die Aufnahme der neuen Berufskrankheit BK 2117 („Läsion der Rotatorenmanschette“) in die Anlage 1 der Berufskrankheitenverordnung. Ziel des unter Leitung des IFA durchgeführten Verbundprojekts ist der Aufbau eines messwertbasierten Katasters, um die arbeitsbedingte Belastung der Schulter zu quantifizieren. Hierzu erfolgt die Messung von Körperhaltungen und Bewegungsabläufen einschließlich Videodokumentation und begleitenden Schichtinformationen.

In der Auswertung werden BK-relevante Gelenkstellungen und Bewegungen in Ausprägung und Dauer sowie Lastgewichte berücksichtigt. Die BGHW fokussiert sich hierbei auf spezifische Berufsgruppen wie Lageristen und Kommissionierer im Baustoff- und Lebensmittelgroßhandel.

Erste Messergebnisse aus der Kommissionierung im Baustoffhandel zeigen eine hochgradige Repetition im Oberarm sowohl für das Fahren von Flurförderzeugen als auch bei der manuellen Lastenhandhabung. Beide Probanden bewegten über die Dauer von 75 Minuten mehr als 1.600 kg und hatten 17 beziehungsweise 10 Lastenhandhabungen mit Gewichten über 20 kg.

Das Projekt liefert Referenzdaten, welche in BK-Feststellungsverfahren unterstützen können. Zukünftige Messungen in weiteren Branchen sollen die Datenbasis verbreitern. Das Projekt kann außerdem dazu beitragen, die Beurteilung der arbeitstechnischen Voraussetzungen zu vereinheitlichen.

1 Einleitung

Das Projektziel von „SchulterKatast“ ist der Aufbau eines messwertbasierten Katasters zu beruflichen Schulterbelastungen. Die Motivation hierzu kommt aus der Aufnahme der BK 2117 „Läsion der Rotatorenmanschette durch langjährige intensive Belastung“ in das Verzeichnis der Berufskrankheiten im April 2025.

Das Projekt wird unter der Leitung des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) mit Beteiligung weiterer Unfallversicherungsträger durchgeführt.

Hintergrund für die Auswahl der Mess-Szenarien ist die wissenschaftliche Empfehlung für eine neue Berufskrankheit „Sehnenschädigung im Schulterbereich durch langjährige und intensive Belastung der Schulter“ durch den ärztlichen Sachverständigenbeirat Berufskrankheiten beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2021 [1].

Als arbeitsbedingte Risikofaktoren werden folgende Kriterien genannt:

- Arbeiten mit den Händen auf Schulterniveau oder darüber (länger als 4 Sekunden)
  - Flexion im Oberarm ≥ 60°
  - Abduktion im Oberarm ≥ 60°
- Arbeiten mit einer repetitiven Bewegung des Oberarms im Schultergelenk;
  - Flexion im Schultergelenk ab etwa 45°
  - Abduktion im Schultergelenk ab etwa 30°
  - moderate Repetition 4–14 Schultergelenkbewegungen pro Minute
  - hochgradige Repetition ≥ 15 Schultergelenkbewegungen pro Minute
- ein- oder beidhändiges Heben von Lasten ab 20 kg
- Arbeiten mit handgehaltenen oder handgeführten, vibrierenden Werkzeugen und Maschinen Hand-Arm-Schwingungen

Innerhalb der Arbeitsgruppe BK Schulter erfolgte ab 2022 eine Literaturrecherche sowie Prüfung vorhandener Expositionsdaten. Für die Einwirkungsarten „Heben von Lasten“ und „Hand-Arm-Vibration“ stehen bereits Katasterdaten zur Verfügung. Für die „Über-Schulter-Arbeit“ und „Repetition im Oberarm“ gibt es diese noch nicht. Eine Quantifizierung zu Ausprägung und Häufigkeit im beruflichen Umfeld ist deshalb nur begrenzt möglich.

2023 erfolgten die ersten Pilotmessungen, um das Methodeninventar zu testen und für die folgenden Katastermessungen festzulegen. Die BGHW führte in diesem Rahmen exemplarische Messungen für das Kassieren und Waren Einräumen im Lebensmitteleinzelhandel durch.

2 Material und Methoden

Relevante Berufsgruppen und Tätigkeitsmodule für die Erhebung von Katasterdaten wurden durch die Unfallversicherungsträger anhand von Anzeigen zur „WieBK“ beziehungsweise BK 2117 und Erfahrungswissen aus dem BK-Feststellungsverfahren identifiziert und priorisiert.

Die Erhebung im Rahmen des Katasters setzt sich aus unterschiedlichen Bestandteilen zusammen. Die Bewegung von Probanden und Probandinnen wird mittels eines Inertial-Sensor-Systems erfasst. Dieses besteht aus 16 am Körper getragenen und vernetzen Sensoren. Diese ermitteln Lage und Bewegung von Körpersegmenten, woraus sich Körperhaltungen und Bewegungen berechnen lassen (CUELA Xsense Awinda, Xsens Technologies, Niederlande).

Parallel hierzu erfolgt eine Videoaufnahme mittels Digitalkamera, welche je nach Tätigkeit auf einem Stativ oder handgehalten mitgeführt wird. Die Videodatei dient dazu, gehandhabte Waren, Hilfsmittel und weitere Umgebungsfaktoren zu dokumentieren. In der Nachbearbeitung der Bewegungsdaten hilft das Video, Zeitintervalle zu definieren und die Plausibilität der Daten zu prüfen.

In einem Messprotokoll werden probandenspezifische Körpermaße, Alter, Geschlecht, Händigkeit sowie Angaben zur Berufserfahrung dokumentiert. Ebenso werden hier Teil- und Nebentätigkeiten, Schichtzusammensetzung und gegebenenfalls Angaben zu Lastgewichten notiert. Wenn verfügbar, kann das Messprotokoll auch im Nachhinein durch Kommissionierungslisten ergänzt werden.

Angaben zum Ablauf der Messung, wie beispielsweise eine erneute Kalibrierung oder Neuplatzierung von Sensoren, werden ebenfalls im Messprotokoll festgehalten. Besonders zeitliche Angaben lassen sich auch im Nachhinein gut durch die Videoaufzeichnung ergänzen.

Alle Daten werden in der Nachbearbeitung durch die Software WIDAAN (Version 2511, IFA, St. Augustin) zusammengeführt.

Für die Auswertung werden in den Videos zunächst alle Gesichter mittels einer in WIDAAN implementierten Funktion unkenntlich gemacht und die Bewegungsdaten zur weiteren Bearbeitung konvertiert. Video- und Bewegungsdaten lassen sich dann synchronisieren. Je nach Tätigkeit erfolgt die Festlegung von Intervallen für Tätigkeiten oder Teiltätigkeiten. Bewegungen, die nur für die Messung durchgeführt werden, wie beispielsweise Kalibrations- und Synchronisationsbewegungen, werden als Systemintervalle definiert. Zeitstempel für Intervalle können aus dem Messprotokoll importiert werden. Von Hand können weitere Intervalle gesetzt werden. Auch Lastgewichte zu den jeweiligen Tätigkeiten lassen sich hier hinzufügen. Für eine erste allgemeine Auswertung wurde die „Standard Auswertung Schulterkataster“ innerhalb der Software angewendet. Mit dieser Funktion werden BK-relevante Bewegungen und Gelenkstellungen erkannt und über die Messdauer mittels deskriptiver Statistik beschrieben.

Für die Rekrutierung von Probanden und Probandinnen wurden zunächst geeignete Betriebe in Zusammenarbeit mit Aufsichtspersonen ausgewählt und von diesen kontaktiert. Die Probandenansprache erfolgt direkt im Unternehmen durch Vorgesetzte und Teamleiter. Die Aufklärung der Probanden/Probandinnen wird dann vor Ort durch das Mess-Team durchgeführt.

Für die Kommunikation mit den unterschiedlichen beteiligten Personen stand Informationsmaterial zur Messung und dem Projekt zur Verfügung.

Bei der Planung der Messung wurde darauf geachtet, die betrieblichen Abläufe so wenig wie möglich zu stören und beispielsweise Pausenzeiten zu berücksichtigen.

3 Ergebnisse

In der BGHW-internen Statistik zu Anzeigen der „WieBK“ und BK 2117 zeigt sich die Relevanz für das Projekt „SchulterKatast“. Besonders im Hinblick auf die steigenden Fallzahlen der noch „jungen“ BK 2117 wird die Notwendigkeit von Referenzdaten zur Einschätzung der arbeitstechnischen Voraussetzungen deutlich (Tabelle 1).

BGHW Anzeigen BK2117 und „WieBK“ 2117	
Beobachtungzeitraum	**Anzahl**
01.01.–31.07 2024	117
01.01.–31.07 2025	162

Tabelle 1: BGHW Anzeigen BK2117 und „WieBK“ 2117

Aus den Meldungen können die häufig betroffenen Berufsgruppen aus dem Kreis der BGHW-Versicherten abgeleitet werden. In absteigender Reihenfolge sind das:

- Lagerist, Kommissionierer
- Verkäufer
- Kfz-Mechaniker
- Metzger
- Anlagenbediener, Monteur, Servicetechniker
- Raumausstatter, Stuckateur, Schreiner, Bauarbeiter
- Schlosser

Es wird deutlich, dass in dieser Aufzählung einige Berufsgruppen vorkommen, welche innerhalb des Kooperationsprojektes „SchulterKatast“ auch im Fokus anderer Unfallversicherungsträger stehen. So werden beispielsweise Kfz-Mechaniker/ Bauarbeiter bereits durch die BG Verkehr/ BG BAU eingeschlossen. Daraus ergibt sich für die Messungen der BGHW der Schwerpunkt für folgende Berufsgruppen:

- Lagerist, Kommissionierer im Baustoffhandel
- Lagerist, Kommissionierer im Lebensmittelgroßhandel
- Verkauf im Lebensmitteleinzelhandel inklusive Regale bestücken und kassieren
- Raumausstatter (in Kooperation mit der BG RCI)

Zum Berichtszeitpunkt erfolgte der erste Messtermin zur Kommissionierung im Baustoffgroßhandel im Bereich Bau-Chemie. Innerhalb einer Schicht wird Ware, die hauptsächlich in Form von Säcken und Eimern vorliegt, aus Regalen auf Paletten auf einem Flurförderzeug kommissioniert. Fertige Paletten werden in einem überdachten Außenbereich vor der Lagerhalle für den Weitertransport abgestellt. Die Messung erfolgt nacheinander für zwei Probanden.

Eine Übersicht der Probanden sowie der Tätigkeiten und gehandhabten Lasten ist in Tabelle 2 aufgeführt. Beide Probanden arbeiten in Vollzeit mit 38,5 Stunden pro Woche als Kommissionierer im Baustoffhandel. Für das aktuelle Unternehmen sind sie zum Messzeitpunkt vier Jahre (KOMBAU_P01M01) beziehungsweise 11 Jahre (KOMBAU_P02M02) tätig und haben eine langjährige Berufserfahrung (10 Jahre / 16 Jahre). Über die Dauer von jeweils circa eineinhalb Stunden wurde eine unterschiedliche Anzahl von Aufträgen, Positionen und Artikeln abgearbeitet. Beide Probanden bewegten über die Dauer der Videoaufzeichnung mehr als 1.600 kg und hatten 17 beziehungsweise 10 Lastenhandhabungen mit Gewichten über 20 kg. Insgesamt gab es jeweils über 40 Intervalle mit der Nutzung von Flurförderzeugen (siehe Tabelle 2).

Für die Auswertung werden vom gesamten Messzeitraum technisch notwendige System-Intervalle abgezogen. Die Nettomessung enthält nur noch Daten zu Bewegungen und Tätigkeiten, welche im normalen Arbeitsalltag auftreten. Diese wird zur weiteren Analyse in tätigkeitsbezogene Intervalle eingeteilt.

Für die folgende Auswertung wird die Nutzung des Flurförderzeugs getrennt von der Lastenhandhabung betrachtet, wobei das Intervall „Flurförderzeug“ sowohl das Fahren, Lenktätigkeiten, Aufsteigen und Absteigen als auch zwei bis drei Schritte Hin- und Weggehen beinhaltet.

Das Intervall „Lastenhandhabung“ beinhaltet das manuelle Handhaben von Lasten aus dem Regal auf eine Palette sowie die Vorbereitung von Paletten mit Aufsatzrahmen.

Als ersten Einblick in die Auswertung der Bewegungsdaten werden im Folgenden die Ergebnisse der Messung für Proband KOMBAU_P01M01 dargestellt.

Der ausgewertete Parameter ist die „BK-relevante Oberarmbewegung pro Minute“. Hier zeigt sich für die Nettomessung für die rechte Seite ein Wert von 19,1 im Median, für die linke Seite ein Median von 17,7 (siehe Abbildung 1, erste Spalte).

Übersicht		KOMBAU_P01M01	KOMBAU_P02M01
Anthropometrie		männlich; rechtshändig Alter: 43 Jahre Größe: 1,87 m Gewicht: 107 kg	männlich; linkshändig Alter: 52 Jahre Größe: 1,83 m Gewicht: 120 kg
Wochenarbeitszeit	(Stunden)	38,5	38,5
Berufserfahrung aktuelles Unternehmen/ insgesamt	(Jahren)	4/10	11/16
Netto-Messung	(Minuten)	35	68
Videoaufzeichnung	(Minuten)	83	76
Aufträge/Positionen/Artikel	(Anzahl)	11/33/167	6/41/291
Aufsatzrahmen	(Anzahl)	11	9
Lastgewicht	(kg)	1617	1706
Lastenhandhabungen ≥ 20 kg	(Anzahl)	17	10
Flurförderzeug	(Anzahl)	44	47
weitere Tätigkeiten:		Umverpackung entfernen, Aufkleber anbringen/ entfernen, Altpapier entsorgen	

Tabelle 2: Übersicht Probanden, Tätigkeiten

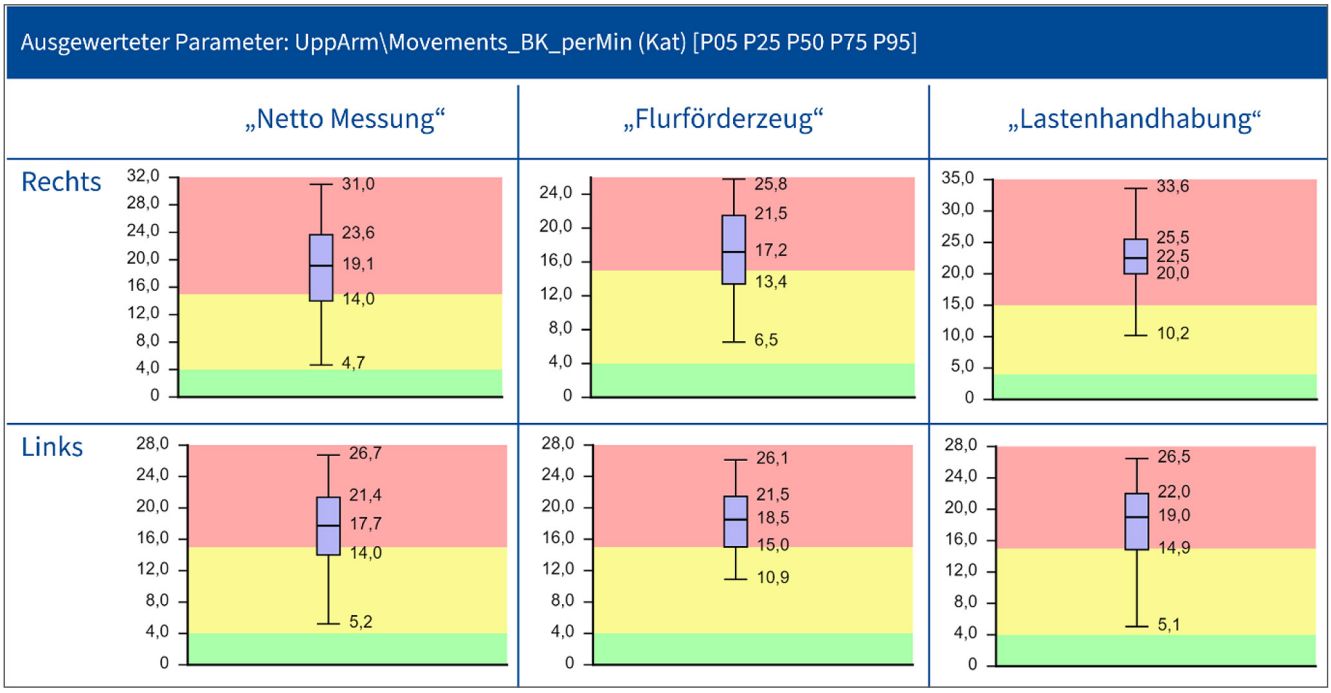


Abbildung 1: vorläufige Ergebnisse KOMBAU_P01M01

Bei der Unterteilung der Intervalle in „Flurförderzeug“ und „Lastenhandhabung“ zeigt sich, dass der Seitenunterschied Rechts/Links im Intervall „Flurförderzeug“ im Median sehr gering ausfällt. Im Gegensatz dazu gibt es einen Seitenunterschied mit höherem Wert für die rechte und gleichzeitig dominante Seite im Intervall „Lastenhandhabung“. Für alle Intervalle liegt der ausgewertete Parameter im Median im „roten Bereich“, also oberhalb von 15 Bewegungen pro Minute.

4 Diskussion und Ausblick

Verglichen mit den genannten arbeitsbedingten Risikofaktoren zur BK 2117 kommt bei der vorliegenden Messung besonders das Arbeiten mit einer repetitiven Bewegung des Oberarms im Schultergelenk vor. Für das Intervall „Lastenhandhabung“ fällt außerdem das ein- oder beidhändige Heben von Lasten ab 20 kg auf. Arbeiten mit Händen auf Schulterniveau oder darüber kommen bei der analysierten Messung nicht vor.

Für das Intervall „Flurförderzeug“ ergibt sich die hochgradige Repetition durch die Lenktätigkeit. Hierzu wird diskutiert, dass es sich um eine abgestützte Tätigkeit handelt, welche nicht das gleiche Maß an Belastung erreicht wie vergleichbare nicht abgestützte Tätigkeiten.

Der gemessene Seitenunterschied zwischen dominanter und nicht dominanter Hand ist schlüssig und sollte auch bei der Auswertung der Daten des zweiten Probanden (links-dominant) überprüft werden.

Die Auswertung der ersten Messung innerhalb des Projekts „SchulterKatast“ zeigt, dass jede Berufsgruppe ihre eigenen Herausforderungen und Besonderheiten mit sich bringt. So konnte am Beispiel der Kommissionierung im Baustoffhandel die Berücksichtigung von Lastgewichten innerhalb der Auswertesoftware realisiert werden. Hier müssen zeitlicher Aufwand und Erkenntnisgewinn abgewogen werden.

Ein enger Austausch und die Vernetzung innerhalb der Arbeitsgruppe sind wertvoll, um Standards für die Auswertung ähnlicher Tätigkeiten festzulegen.

Weitere Messungen im Baustoffhandel sowie in den anderen gelisteten Berufsgruppen durch die BGHW sind geplant. Die erhobenen Daten werden nach einer Qualitätskontrolle durch das IFA in das Kataster eingepflegt. Bis zur Veröffentlichung im Kataster sollen die Auswertungen auch intern für die BK-Bearbeitung zur Verfügung stehen.

Es zeichnet sich ab, dass die Anzeigen zur BK 2117 weiter steigen. Der Austausch zu Fragestellungen aus der BK-Bearbeitung liefert wertvolle Anregungen aus der Praxis, welche im Rahmen von „SchulterKatast“ bearbeitet werden können mit dem Ziel, die Interpretation zu vereinheitlichen.

Literatur

[1] Wissenschaftliche Empfehlung für eine neue Berufskrankheit „Sehnenschädigung im Schulterbereich durch langjährige und intensive Belastung der Schulter“ durch den ärztlichen Sachverständigenbeirat Berufskrankheiten beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Dezember 2021 im Gemeinsamen Ministerialblatt (Ausgabe 64–65/2021, S. 1411 ff.)

Session 2

Studie zur Analyse des Bewegungsverhaltens beim hybriden Arbeiten – Kombination von Sensor- und Befragungsdaten

Konstantin Wechsler, Rolf Ellegast, Britta Weber

Online-Befragung zu Muskel-Skelett- und Augenbeschwerden bei der Bildschirmarbeit im Homeoffice

Britta Weber, Stephanie Griemsmann, Swaantje Casjens, Jörg Rissler, Ingolf Hosbach, Konstantin Wechsler, Thomas Behrens, Rolf Ellegast

Gesund und zufrieden: Erfolgsfaktoren für die Gestaltung von Desk-Sharing

Franziska Grellert

4-Tage-Woche: Potenziale und Herausforderungen

Christina Heitmann, Charlotte Metschke



Studie zur Analyse des Bewegungsverhaltens beim hybriden Arbeiten – Kombination von Sensor- und Befragungsdaten

Konstantin Wechsler, Rolf Ellegast, Britta Weber
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Die Digitalisierung und der anhaltende Trend zu flexiblen Arbeitsformen haben das hybride Arbeiten, also die Kombination aus Arbeit im Büro und ortsflexibler Arbeit – meist im Homeoffice – stark verbreitet. Damit gewinnt ein wichtiger Gesundheitsfaktor an Bedeutung: das sedentäre Verhalten. Langes und ununterbrochenes Sitzen ist mit erhöhten Risiken für Mortalität, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und metabolische Beeinträchtigungen verbunden. Büroangestellte sind hiervon besonders betroffen, da sie große Teile ihrer Arbeitszeit sitzend verbringen. Studien zeigen zudem, dass im Homeoffice tendenziell mehr gesessen wird als im Büro.

Die vorliegende Feldstudie untersuchte das Bewegungsverhalten hybrid arbeitender Personen eine Woche lang mithilfe eines am Oberschenkel getragenen Sensors. Neben Bewegungsmustern wurden auch Pausen, Pendelverhalten sowie muskuloskelettale Beschwerden und Schlafqualität erfasst. Die Analyse konzentrierte sich auf die Arbeits- und Pendelzeit.

Die Ergebnisse zeigen ein insgesamt sehr hohes Maß an sedentärem Verhalten, das an beiden Arbeitsorten über 64 % lag. Besonders im Homeoffice traten verlängerte Sitzintervalle von ≥ 30 Minuten häufiger auf. Gleichzeitig zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen Bewegungsverhalten und Parametern wie Alter, Pendelstrecke oder Betreuungspflichten. Auch Schlafqualität und muskuloskelettale Beschwerden standen in keiner Beziehung zu Aktivitätsmustern. Auffällige Unterschiede zeigten sich jedoch in einzelnen Tagesabschnitten: In der Mittagspause traten im Homeoffice deutlich mehr Haltungswechsel auf als im Büro.

Die Diskussion verdeutlicht, dass punktuelle Unterschiede zwischen Homeoffice und Büro bestehen – insbesondere bei langen Sitzintervallen – während die Gesamtaktivitätsprofile vergleichbar bleiben. Damit rücken individuelle Verhaltensmuster stärker in den Vordergrund als der Arbeitsort selbst. Zentrale Ansatzpunkte für die Prävention können z. B. die gezielte Reduktion langer Sitzintervalle oder arbeitsortbezogene Mikrointerventionen sein.

1 Einleitung

Die Arbeitswelt befindet sich seit einigen Jahren in einem tiefgreifenden Wandel, der durch Digitalisierung und die zunehmende Verbreitung flexibler Arbeitsformen geprägt ist. Während vor der Pandemie nur ein geringer Anteil der Beschäftigten im Homeoffice (HO) arbeitete, hat sich dieser Trend seitdem deutlich verstärkt und setzt sich weiter fort. In diesem Kontext gewinnt ein zentraler Gesundheitsfaktor an Bedeutung: das sedentäre Verhalten (SV). Langes und ununterbrochenes Sitzen ist mit erheblichen gesundheitlichen Risiken verbunden. So steigt das Sterberisiko pro zusätzlicher Sitzstunde laut einer großen Metastudie mit knapp 600.000 Erwachsenen und einem Follow-Up-Zeitraum von 2,8–8 Jahren um etwa 2 % [1] und Personen, die täglich mehr als acht Stunden sitzen, weisen ein deutlich erhöhtes Mortalitätsrisiko auf [2]. Besonders problematisch sind lange, ununterbrochene Sitzphasen, die das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöhen [3]. Kurze Sitzunterbrechungen können hingegen kardiometabolische Werte verbessern [4] und muskuläre Beschwerden reduzieren [5; 6].

Büroangestellte sind hiervon besonders betroffen, da sie einen Großteil ihrer Arbeitszeit sitzend verbringen [7; 8]. Im HO zeigt sich dieser Effekt noch verstärkt: Dort werden bis zu 74 % der Wachzeit sitzend verbracht, im Büro dagegen rund 50 % [9]. Auch nach der Pandemie blieb dieser Trend bestehen [10; 11] und aktuelle Studien berichten weiterhin über höhere Sitzzeiten und geringeren Energieverbrauch im HO [12].

Gegebenenfalls können Sitzunterbrechungen wie Mittagspausen einen Einfluss auf den Anteil des SV über den Tag nehmen. Hierbei sind mögliche Unterschiede bezüglich der Arbeitsorte besonders interessant für Präventionsansätze. Auch der Weg zur Arbeitsstätte und die Art der Fortbewegung kann sowohl Aktivität fördern (Fahrrad, Laufen etc.) oder aber zusätzliches SV bedingen (Autofahren).

Die vorliegende Studie untersucht daher das kontinuierlich gemessene Aktivitätsverhalten im HO und im Büro, berücksichtigt persönliche Gegebenheiten und

Präferenzen sowie die Gesundheitsfaktoren Schmerz und Schlaf und analysiert verschiedene Tagesabschnitte, um ein umfassendes Bild bewegungsbezogener Verhaltensmuster zu ermöglichen.

2 Methoden

2.1 Studiendesign, Stichprobe und Datenerfassung

In der vorliegenden Feldstudie wurde das Bewegungsverhalten hybrid arbeitender Personen über eine volle Arbeitswoche erfasst. Die Teilnehmenden trugen an fünf aufeinanderfolgenden Arbeitstagen einen am Oberschenkel befestigten Bewegungssensor (ActivPal4+), der Körperhaltungen, Fortbewegungsaktivitäten, Schrittzahlen, Haltungswechsel sowie das metabolische Äquivalent (MET) kontinuierlich aufzeichnete. Die Methode gilt als etablierter Standard zur Erfassung sedentärer und aktiver Verhaltensweisen [1]. Die Sensorrohdaten wurden anschließend mittels der ActivPal-Software (24-Stunden-Protokoll) verarbeitet und mit der CUELA-Methode ausgewertet [13].

Begleitend zur Sensorerfassung beantworteten die Teilnehmenden einen Online-Fragebogen mit soziodemografischen Angaben, Angaben zu Arbeitsort, Pausen und Pendelverhalten sowie standardisierten Instrumenten zu muskuloskelettalen Beschwerden [14] und Schlafqualität [15]. Einbezogen wurden volljährige Beschäftigte, die mindestens 30 Stunden pro Woche arbeiten, überwiegend am Bildschirm tätig sind und innerhalb der Erhebungswoche mindestens zwei Tage im HO sowie zwei Tage im Büro arbeiteten.

2.2 Datenverarbeitung und statistische Verfahren

Die Zeitintervalle pro Tag wurden manuell anhand der Angaben zu Schlaf, Arbeitszeit, Pausen und Pendeln markiert (siehe Abbildung 1). Dadurch konnten sehr genaue Abgrenzungen der verschiedenen Tagesabschnitte vorgenommen werden. Die in diesem Artikel vorgestellte Analyse beschränkt sich auf die Arbeits- und Pendelzeit.

Es wurden die Verhaltensanteile für Sitzen, Stehen, Bewegung sowie besonders lange sedentäre Intervalle berücksichtigt, da diese mit relevanten Gesundheitsrisiken assoziiert sind [2; 3]. Da die Zeitanteile unterschiedlicher Verhaltensweisen voneinander abhängen, wurden die Bewegungsprofile kompositionell ausgewertet [16; 17].

Der Fokus dieser Auswertung lag auf dem Vergleich der Bewegungsmuster zwischen HO und Büro, um zu untersuchen, wie sich unterschiedliche Arbeitsumgebungen auf Aktivität, sedentäres Verhalten und gesundheitsrelevante Belastungen auswirken.

3 Ergebnisse

Die Auswertung der Daten zeigt einen insgesamt sehr hohen Anteil an SV; unabhängig vom Arbeitsort lag der Anteil des SV stets bei über 64 %. Besonders ausgeprägt war das SV im HO, wo während der Arbeitszeit bis zu 46,2 % der Zeit in langen, mindestens 30-minütigen Sitzphasen verbracht wurden. Im Büro betrug dieser Anteil hingegen 38,9 %.

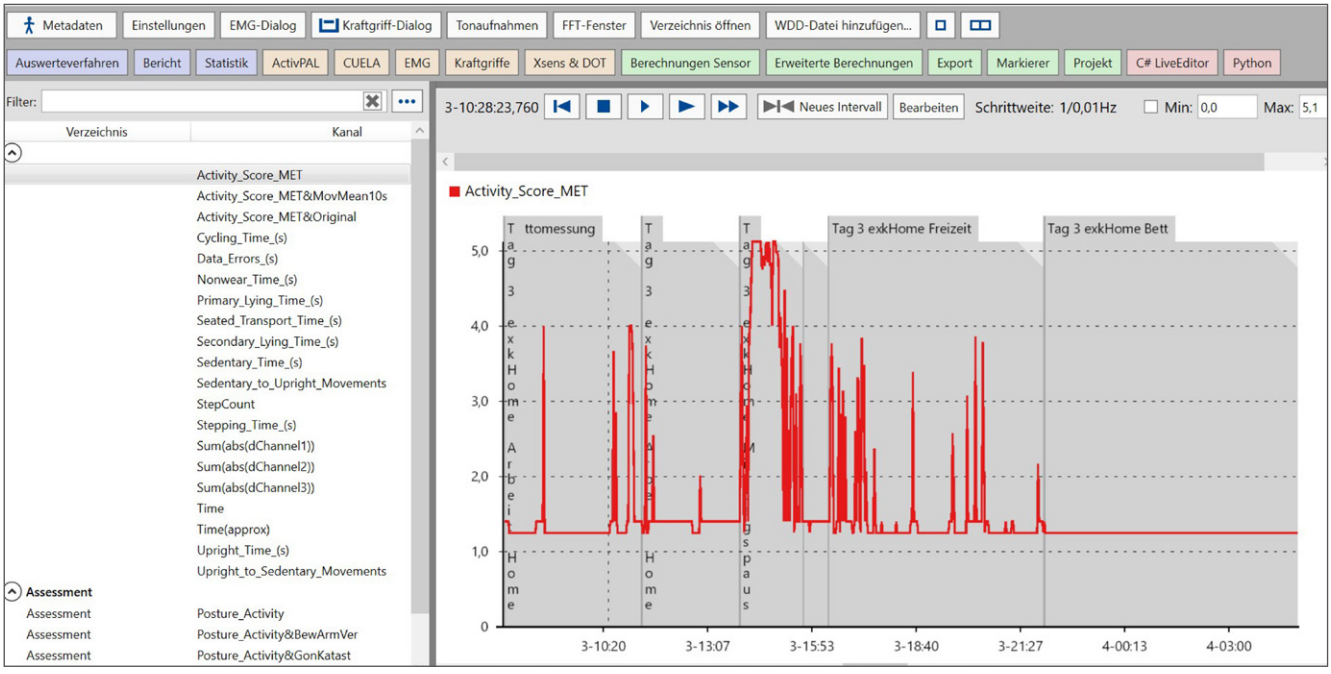


Abbildung 1: Markierung der Intervalle einer Messung mit der CUELA-Software

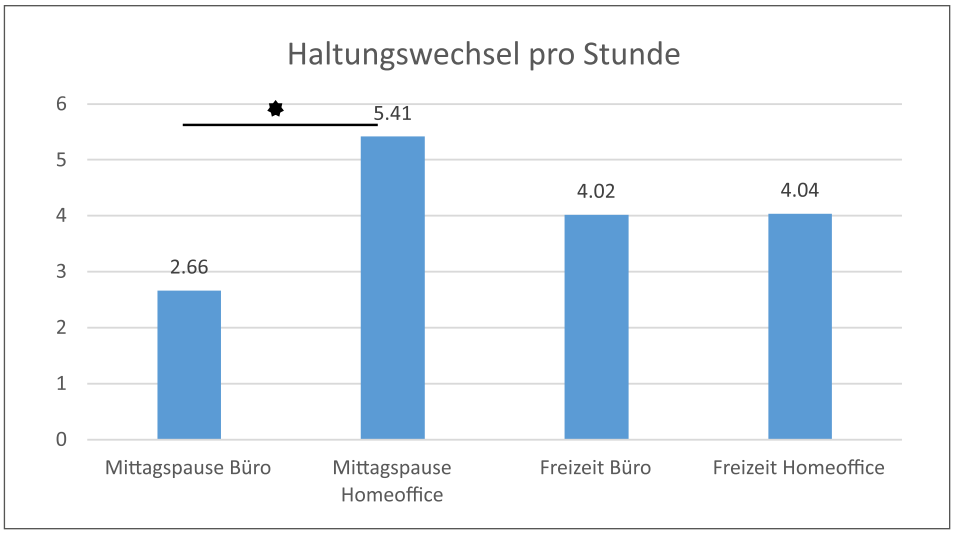


Abbildung 2: Durchschnittliche Haltungswechsel im Homeoffice und Büro, Vergleich Mittagspause und Freizeit

Es ergaben sich keine Auffälligkeiten bezüglich des Bewegungsverhaltens abhängig von Parametern wie Alter, Betreuungsverpflichtung oder Pendelstrecke. Hierbei ist zu betonen, dass der überwiegende Teil der Stichprobe (ca. >70 %) mit dem PKW pendelte und keine zusätzliche Aktivität stattfand.

Auch hinsichtlich der muskuloskelettalen Beschwerden und der Schlafqualität zeigten sich keine Zusammenhänge mit den Anteilen an SV, Stehen oder Bewegung. Statistisch hatten Personen mit höherer Aktivität keine geringeren Beschwerden oder bessere Schlafqualität, Personen mit niedriger Aktivität aber auch nicht mehr Beschwerden oder schlechtere Qualität.

Bei der Betrachtung einzelner Tagesabschnitte traten jedoch deutliche Unterschiede hervor. In der Mittagspause fanden im HO doppelt so viele Haltungswechsel statt (5,4 Wechsel/h) wie im Büro (2,7 Wechsel/h), siehe Abbildung 2. Als Vergleich ist die Freizeit entsprechender Tage gegenübergestellt, hier wurden keine Unterschiede bezüglich der Arbeitsorte gefunden.

4 Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Feldstudie zeigen deutlich, dass das SV sowohl im Homeoffice (HO) als auch im Büro insgesamt sehr ausgeprägt ist. Mit mehr als 64 % sedentärem Verhalten über beide Arbeitsorte hinweg bestätigt sich der in zahlreichen Studien dokumentierte Trend, dass Büroangestellte einen Großteil ihrer Wach- und Arbeitszeit im Sitzen verbringen [7; 8]. Besonders auffällig waren die im HO verlängerten Sitzintervalle von ≥ 30 Minuten, die stärker ausgeprägt waren als im Büro. Längere ununterbrochene Sitzphasen gelten als besonders gesundheitsschädlich und sind mit erhöhtem Risiko für kardiovaskuläre und metabolische Erkrankungen verbunden [1; 3]. Große interindividuelle Variation und die Unterschiede z. B. bei den Haltungswechseln in der Mittagspause deuten darauf hin, dass individuelle Verhaltensmuster möglicherweise stärker variieren als arbeitsortbezogene Einflüsse. Dieser Befund unterstreicht das Potenzial, durch nicht-arbeitsbezogene Zeitfenster gesundheitsrelevantes Verhalten positiv zu beeinflussen.

Bemerkenswert ist, dass keine Zusammenhänge zwischen Aktivitätsmustern und muskuloskelettalen Beschwerden oder Schlafqualität beobachtet wurden. Da frühere Studien sowohl Zusammenhänge als auch fehlende Effekte berichten [18; 19], bleibt offen, ob in individuellen Fällen dennoch relevante Wechselwirkungen bestehen.

5 Ableitungen für die Präventionspraxis

Die Befunde weisen auf mehrere praxisrelevante Ansatzpunkte hin:

1. **Reduktion langer Sitzintervalle**
   Da gerade im Homeoffice Sitzphasen von ≥ 30 Minuten verstärkt auftreten, sollten Interventionen gezielt auf den Abbau dieser langen Intervalle ausgerichtet werden. Kurze Unterbrechungen verbessern nachweislich kardiometabolische Parameter und reduzieren muskuläre Beschwerden.

2. **Arbeitsortabhängige Mikrointerventionen**
   - Im Büro: Förderung von Haltungswechseln, da hier während z. B. der Mittagspause weniger Wechsel stattfanden.
   - Im Homeoffice: Erleichterung aktiver Pausen und bewusster Bewegungsunterbrechungen, evtl. abhängig von durchgeführter Tätigkeit bestimmte Rituale etablieren.

3. **Gezielte Ansprache eher inaktiver Personen**
   Der methodische Ansatz erlaubt es, individuelle Bewegungsmuster präzise zu erkennen und Prävention personalisiert auszurichten. So könnten

besonders sedentäre Personen oder Personen mit auffälligen individuellen Mustern (z. B. vormittags besonders aktiv, an Freitagen sehr sedentär) gezielt und wirksamer adressiert werden.

6 Ausblick auf zukünftige Forschung

Die Studie verdeutlicht, dass punktuelle Unterschiede im Bewegungsverhalten zwischen HO und Büro bestehen, obwohl die Gesamtaktivitätsprofile ähnlich ausfallen. Weitere Forschung sollte sich daher verstärkt folgenden Fragen widmen:

- Welche Interventionen eignen sich am besten, um lange Sitzintervalle gezielt zu unterbrechen – insbesondere im Homeoffice?
- Wie lassen sich Tageszeitmuster nutzen, um personalisierte, evidenzbasierte Aktivitätsempfehlungen abzuleiten?
- In welchem Umfang beeinflussen Bewegungsverhalten und Kontextfaktoren mittel- oder langfristig Schmerzen und Schlafqualität, wenn größere und heterogenere Stichproben untersucht werden?

Der gewählte Untersuchungsansatz bietet hierfür ausgezeichnete Voraussetzungen, da er eine detaillierte, zeitlich präzise Analyse des Bewegungs- und Gesundheitsverhaltens ermöglicht. Mit erweiterten Stichproben und längeren Erhebungszeiträumen kann künftig ein noch differenzierteres Verständnis der Zusammenhänge zwischen Arbeitsort, Aktivität und Gesundheit gewonnen werden.

Literatur

[1] Holtermann, A.; Schellewald, V.; Mathiassen, S. E.; Gupta, N.; Pinder, A.; Punakallio, A.; Veiersted, K. B.; Weber, B.; Takala, E.-P.; Draicchio, F.: A practical guidance for assessments of sedentary behavior at work: A PEROSH initiative. Applied ergonomics 63 (2017), S. 41–52

[2] Stamatakis, E.; Gale, J.; Bauman, A.; Ekelund, U.; Hamer, M.; Ding, D.: Sitting time, physical activity, and risk of mortality in adults. Journal of the American College of Cardiology 73 (2019) Nr. 16, S. 2062–2072

[3] Peereboom, K.; Langen, N.; Copsey, S.: Prolonged static sitting at work: health effects and good practice advice. European Agency for Safety and Health at Work: Bilbao, Spain (2021)

[4] Chastin, S. F.; Egerton, T.; Leask, C.; Stamatakis, E.: Meta-analysis of the relationship between breaks in sedentary behavior and cardiometabolic health. Obesity 23 (2015) Nr. 9, S. 1800–1810

[5] Baker, R.; Coenen, P.; Howie, E.; Williamson, A.; Straker, L.: The short term musculoskeletal and cognitive effects of prolonged sitting during office computer work. International journal of environmental research and public health 15 (2018) Nr. 8, S. 1678

[6] Coenen, P.; Healy, G. N.; Winkler, E. A.; Dunstan, D. W.; Owen, N.; Moodie, M.; Lamontagne, A. D.; Eakin, E. A.; Straker, L. M.: Pre-existing low-back symptoms impact adversely on sitting time reduction in office workers. International archives of occupational and environmental health 90 (2017) Nr. 7, S. 609–618

[7] Danquah, I. H.; Kloster, S.; Holtermann, A.; Aadahl, M.; Bauman, A.; Ersbøll, A. K.; Tolstrup, J. S.: Take a Stand!–a multi-component intervention aimed at reducing sitting time among office workers–a cluster randomized trial. International journal of epidemiology 46 (2017) Nr. 1, S. 128–140

[8] Hallman, D. M.; Mathiassen, S. E.; Jahncke, H.: Sitting patterns after relocation to activity-based offices: A controlled study of a natural intervention. Preventive Medicine 111 (2018), S. 384–390

[9] Fukushima, N.; Machida, M.; Kikuchi, H.; Amagasa, S.; Hayashi, T.; Odagiri, Y.; Takamiya, T.; Inoue, S.: Associations of working from home with occupational physical activity and sedentary behavior under the COVID-19 pandemic. Journal of occupational health 63 (2021) Nr. 1, S. e12212

[10] Wallmann-Sperlich, B.; Bucksch, J.; Lendt, C.; Biallas, B.; Bipp, T.; Froboese, I.: Home office shift and sedentary behaviour in Germany during the COVID-19 pandemic: descriptives and related socioecological correlates. Ergonomics 67 (2024) Nr. 1, S. 1–12

[11] Sauter, M.; Backé, E.; Pfab, C.; Prigge, M.; Brendler, C.; Liebers, F.; Von Löwis, P.; Pfeiffer, A.; Papenfuss, F.; Hegewald, J.: Comparison of sedentary time, number of steps and sit-to-stand-transitions of desk-based workers in different office environments including working from home: analysis of quantitative accelerometer data from the cross-sectional part of the SITFLEX Study. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health (2025)

[12] Tomonaga, R.; Watanabe, Y.; Jiang, Y.; Nakagawa, T.; Yamato, H.: Comparison of physical activity and sedentary behavior between work in office and work from home: a self-controlled study. Journal of Occupational and Environmental Medicine 66 (2024) Nr. 4, S. 344–348

[13] DGUV: Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2020)

[14] Hedge, A.; Morimoto, S.; Mccrobie, D.: Cornell musculoskeletal discomfort questionnaire. Ergonomics (1999)

[15] Buysse, D. J.; Reynolds Iii, C. F.; Monk, T. H.; Berman, S. R.; Kupfer, D. J.: The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. Psychiatry research 28 (1989) Nr. 2, S. 193–213

[16] Van Den Boogaart, K. G.; Tolosana-Delgado, R.: Analyzing compositional data with R, Vol. 122. Springer (2013)

[17] Gupta, N.; Rasmussen, C. L.; Holtermann, A.; Mathiassen, S. E.: Time-Based Data in Occupational Studies: The Whys, the Hows, and Some Remaining Challenges in Compositional Data Analysis (CoDA). Annals of Work Exposures and Health 64 (2020) Nr. 8, S. 778–785

[18] Mahdavi, S. B.; Riahi, R.; Vahdatpour, B.; Kelishadi, R.: Association between sedentary behavior and low back pain; A systematic review and meta-analysis. Health promotion perspectives 11 (2021) Nr. 4, S. 393

[19] Staller, N.; Quante, M.; Deutsch, H.; Randler, C.: Onsite versus home-office: differences in sleep patterns according to workplace. Somnologie 27 (2023) Nr. 4, S. 272–279

Online-Befragung zu Muskel-Skelett- und Augenbeschwerden bei der Bildschirmarbeit im Homeoffice

Britta Weber[1], Stephanie Griemsmann[1], Swaantje Casjens[2], Jörg Rissler[1], Ingolf Hosbach[2], Konstantin Wechsler[1], Thomas Behrens[2], Rolf Ellegast[1]

[1] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
[2] Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Das Projekt wurde von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) und der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) initiiert und von folgenden Vertreterinnen und Vertretern der Unfallversicherungsträger begleitet (alphabethische Reihenfolge): Catrin Braun (BGHM), Claudia Clarenbach (BGHM), Olaf Krause (VBG), Birger Neubauer (VBG), Jens Petersen (VBG)

Kurzfassung

Mit der zunehmenden Verbreitung von Homeoffice hat sich die Arbeitswelt nachhaltig verändert. Gleichzeitig bestehen im häuslichen Arbeitsumfeld häufig weniger standardisierte ergonomische Bedingungen, was bei längerer Nutzung zu gesundheitlichen Problemen führen kann. Die vorliegende Studie untersucht daher die Arbeitsplatzgestaltung im Homeoffice sowie das Auftreten von Muskel-Skelett- und Augenbeschwerden.

Grundlage ist eine bundesweite Online-Befragung mit über 1.000 Teilnehmenden. Beschwerden wurden mithilfe validierter Instrumente erfasst. Zur Bewertung der Arbeitsplatzgestaltung wurden Ergonomie-Scores entwickelt. Zusammenhänge zwischen Beschwerden und ergonomischen Bedingungen wurden mittels logistischer Regressionsanalysen untersucht.

Trotz überwiegend günstiger ergonomischer Bedingungen berichteten viele Teilnehmende über Beschwerden. Innerhalb der letzten vier Wochen vor der Befragung traten insbesondere Schmerzen im unteren Rücken (44 %), Nacken (42 %) und in den Schultern (30 %) auf. Zudem zeigten 32 % Symptome eines Computer Vision Syndroms, häufig in Form von brennenden Augen, Sehproblemen und Kopfschmerzen.

Ungünstigere ergonomische Bedingungen und längere Arbeitszeiten im Homeoffice waren mit häufigeren Beschwerden assoziiert. Auch individuelle visuelle Voraussetzungen standen in Zusammenhang mit dem Auftreten von Augenbeschwerden.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Beschwerden im Homeoffice trotz oft guter Ausstattung verbreitet sind. Neben der Ergonomie spielen auch Arbeitsverhalten und -organisation eine wichtige Rolle für die Gesundheit.

1 Einleitung

Mit zunehmender Digitalisierung und der pandemiebedingten Ausweitung von Homeoffice hat sich die Arbeitswelt in den letzten Jahren nachhaltig verändert. Bereits 2021 arbeiteten rund 50 % der Beschäftigten zumindest gelegentlich von zu Hause aus [1]. Gleichzeitig berichteten viele von unzureichend ausgestatteten Arbeitsplätzen, die mit gesundheitlichen Beschwerden in Verbindung gebracht wurden [2].

Während ergonomische Standards im klassischen Büro vergleichsweise gut etabliert sind, zeigt sich im Homeoffice eine deutlich größere Bandbreite an Arbeitsbedingungen. Die Gestaltung der häuslichen Arbeitsumgebung ist häufig weniger standardisiert und stärker von individuellen Gegebenheiten geprägt. Dies kann sich insbesondere auf das Auftreten von Muskel-Skelett-Beschwerden sowie augen- und sehbezogenen Symptomen im Zusammenhang mit intensiver Bildschirmarbeit auswirken.

Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie die ergonomischen Rahmenbedingungen im Homeoffice sowie das Auftreten muskuloskelettaler und visueller Beschwerden in einer großen Stichprobe von Beschäftigten in Deutschland. Ziel ist es, Prävalenzen zu beschreiben und Zusammenhänge zwischen Arbeitsbedingungen und gesundheitlichen Beschwerden zu analysieren.

2 Methodik

Die bundesweite Online-Befragung wurde zwischen September 2023 und April 2024 durchgeführt. Die Rekrutierung der Teilnehmenden erfolgte über mehrere Unfallversicherungsträger (BGHM, VBG, UKH, BGHW, UVB) und die DGUV.

Zur Erfassung der Beschwerden wurden validierte Instrumente eingesetzt: Die Intensität muskuloskelettaler Beschwerden wurde mit dem Brief Pain Inventory (BPI, [3]) ermittelt, ein standardisiertes Instrument, das selbstberichtete Schmerzen auf einer numerischen Ratingskala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz) abbildet. Mithilfe des BPI wurden die muskuloskelettalen Beschwerden in den Bereichen Schulter, Nacken, obere Extremitäten und Rücken quantifiziert. Zur Erhebung von augen- und sehbezogenen Beschwerden wurde der Computer Vision Syndrome Questionnaire (CVS-Q, [4]) eingesetzt, ein selbstadministriertes Instrument zur Erfassung von Häufigkeit und Intensität typischer Bildschirmarbeitssymptome wie trockenen, brennenden oder gereizten Augen, verschwommenem Sehen, Kopfschmerzen, Augenermüdung, Fokusstörungen und weiteren sehanforderungsbezogenen Beschwerden. Der CVS-Q umfasst 16 visuell-okuläre Symptome und ermöglicht eine standardisierte Quantifizierung des mit Bildschirmnutzung assoziierten Beschwerdebildes.

Zur Beurteilung von Angst- und Depressionssymptomen wurde der Patient Health Questionnaire-4 (PHQ-4, [5]) verwendet. Er besteht aus vier Fragen, die auf einer 4-Punkte-Likert-Skala beantwortet wurden.

Anhand von Angaben zur Arbeitsplatzgestaltung wurden ergonomische Scores gebildet (vgl. Abschnitt 2.1 und 2.2), die Aussagen zur gesundheitsbezogenen Qualität des Homeoffice-Setups ermöglichen.

Zur Identifikation von Risikofaktoren wurden univariate und multivariate logistische Regressionsanalysen durchgeführt. Dabei wurden potenzielle Confounder wie Alter, Geschlecht, BMI und psychische Belastung berücksichtigt.

Muskel-Skelett- und Augenbeschwerden wurden zum Zeitpunkt der Befragung (t1) sowie retrospektiv vor der Pandemie (t0) erfragt. Die vorliegende Auswertung betrachtet den Zusammenhang zwischen der Situation im Homeoffice und den Beschwerden in den letzten vier Wochen.

2.1 Muskuloskelettaler Ergonomie Score (MES)

In dieser Studie wurde ein Score zur Bewertung muskuloskelettaler Belastung bei der Bildschirmarbeit entwickelt (Muskuloskelettaler Ergonomie Score, MES). Der Score berücksichtigt die ergonomische Ausstattung (Möbel und Geräte der Informations- und Kommunikationstechnik), Aspekte der Arbeitsplatzgestaltung und bei der Arbeit eingenommene Körperhaltungen. Der MES erfragt bspw. die Verstellbarkeit von Tischen und Sitzmöbeln und deren Nutzung, die Verwendung externer Monitore und deren Positionierung sowie den Einsatz externer Eingabegeräte (Maus und Tatstatur). Die Bewertung der Angaben erfolgt in Anlehnung an die für Büroarbeit empfohlene Ausstattung und Gestaltung [6; 7] sowie Literaturerkenntnisse zur gesunden Gestaltung mobiler Bildschirmarbeit [8]. Der MES kann einen Maximalwert von 16 erreichen und wird in drei Kategorien eingeteilt: ungünstig (0 bis <6), mittel (6 bis <11) und günstig (11 bis 16).

2.2 Visueller Ergonomie Score (VES)

Zur Bewertung der Augenbelastung wurde ebenfalls ein Score entwickelt (Visueller Ergonomie Score, VES). Dieser Score konzentriert sich auf den Bildschirm und die damit

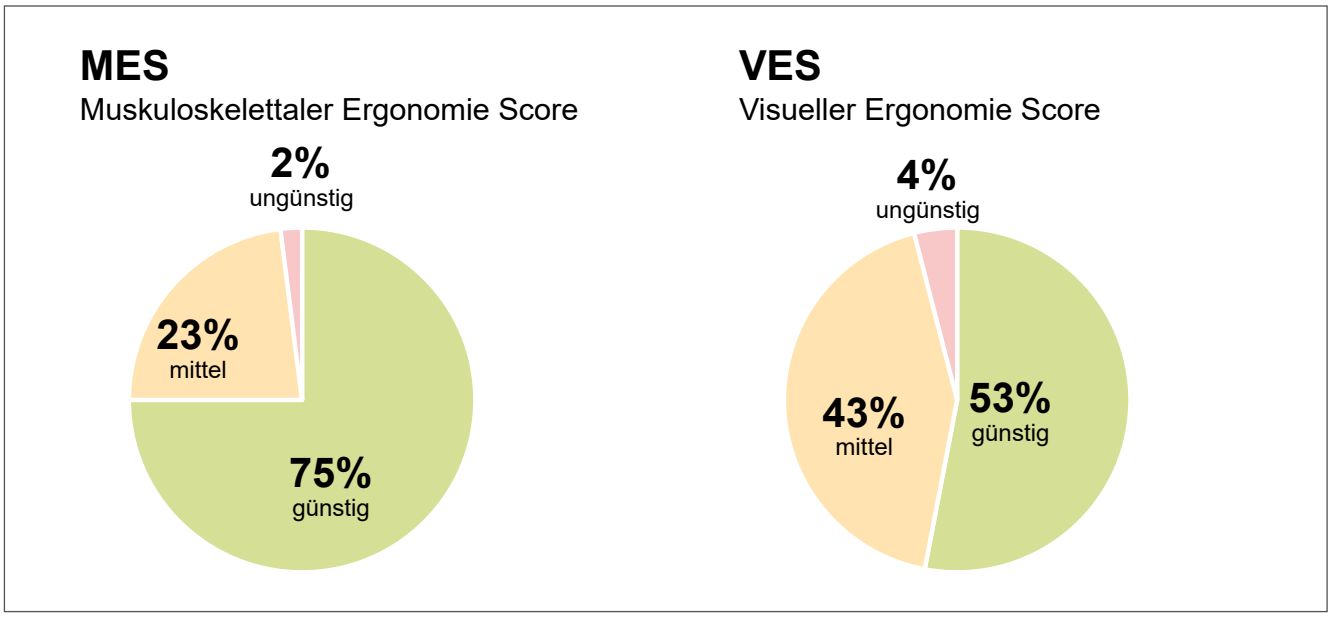


Abbildung 1: Bewertung der Arbeitsplatzgestaltung im Homeoffice

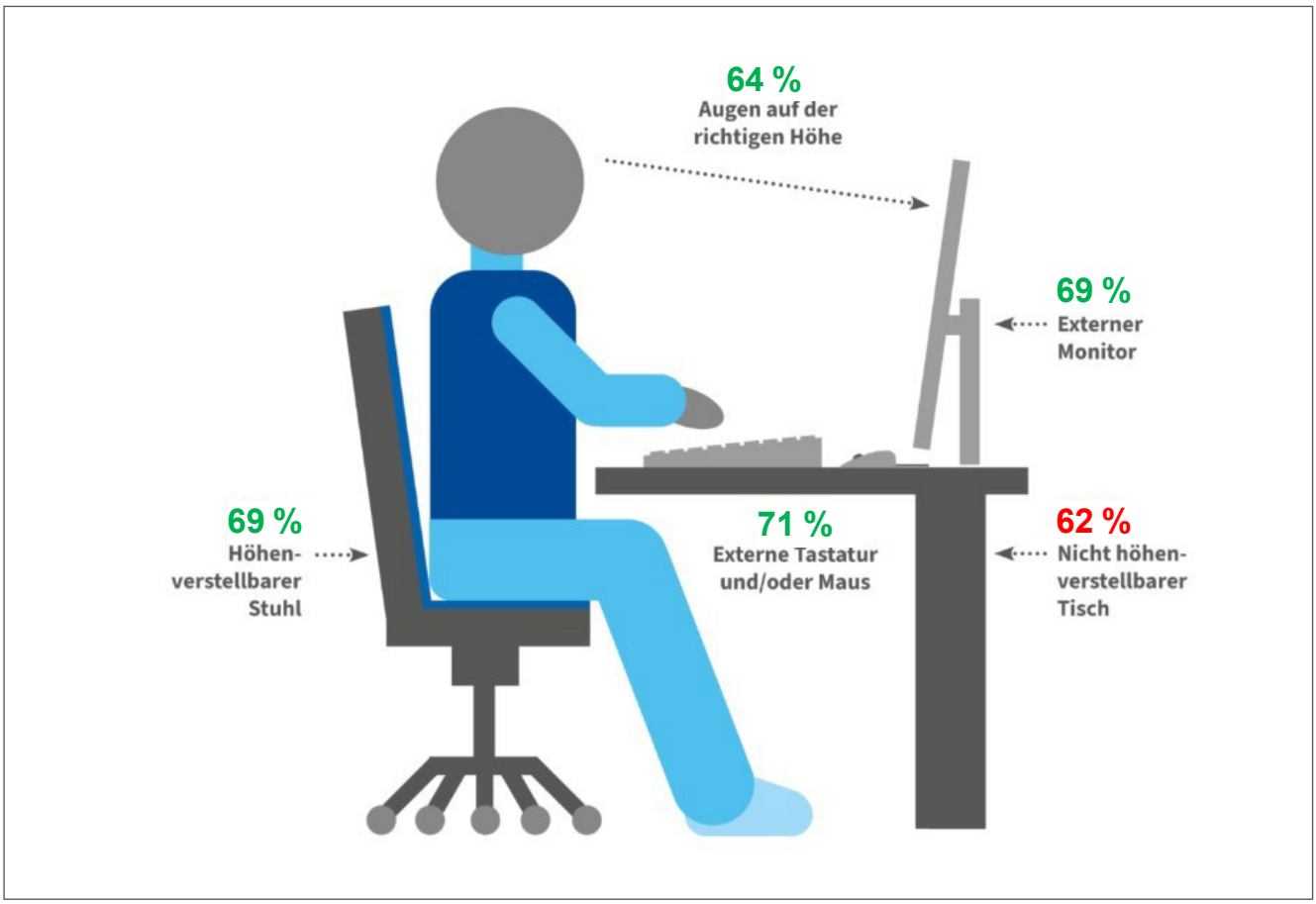


Abbildung 2: Häufigste Gestaltungsmerkmale im Homeoffice (**grün:** entspricht den Empfehlungen; **rot:** entspricht nicht den Empfehlungen)

verbundenen ergonomischen Faktoren für die Augen. Darüber hinaus werden die Häufigkeit von Pausen für die Augen sowie die Dauer der Nutzung mobiler Geräte zu Unterhaltungszwecken einbezogen. Der VES berücksichtigt bspw. Anzahl, Größe und Positionierung von Monitoren. Das Bewertungssystem wurde auf Grundlage der Empfehlungen für Büroarbeit [6; 7] sowie zusätzlicher privater Bildschirmzeit entwickelt. Der MES kann einen Maximalwert von 11 erreichen und wird in drei Kategorien eingeteilt: ungünstig (0 bis <3,5), mittel (3,5 bis <7) und günstig (7 bis 11).

3 Ergebnisse

Insgesamt nahmen 1.274 Personen an der Online-Befragung teil, von denen bis zu 1.070 Datensätze für die Analyse herangezogen werden konnten. Ausschlusskriterien waren u. a. Bildschirmarbeitszeiten unter 4 Stunden täglich, bestimmte Vorerkrankungen oder Einnahme starker Schmerzmittel.

Die Teilnehmenden waren im Median 48 Jahre alt, zur Hälfte männlich, und hatten im Median einen BMI von 25,7 kg/m². Der überwiegende Teil (54,1 %) hatte einen Universitätsabschluss und gut 40 % berichteten Angst- und Depressionssymptome.

3.1 Ergonomie im Homeoffice

Die Mehrheit der Teilnehmenden hatte einen ergonomisch günstig gestalteten Arbeitsplatz im Homeoffice (Abbildung 1). 75 % erreichten einen guten muskuloskelettalen Ergonomie-Score (MES), während 53 % beim visuellen Ergonomie-Score (VES) günstige Bedingungen aufwiesen.

In Abbildung 2 sind die in der Studienpopulation am häufigsten angetroffenen Gestaltungsmerkmale hinsichtlich der muskuloskelettalen Belastung veranschaulicht. Zwar hatten 62 % – entgegen den Empfehlungen für Büroarbeit – einen nicht höhenverstellbaren Tisch, dafür arbeitete die Mehrheit auf einem höhenverstellbaren Stuhl (69 %), benutzte Maus und/oder Tastatur (71 %), hatte einen externen Monitor zusätzlich zum Laptop (69 %) und die Augen auf empfohlener Höhe in Bezug zum Bildschirm (64 %).

3.2 Beschwerden

Die Prävalenz muskuloskelettaler Beschwerden innerhalb der letzten vier Wochen war hoch (vgl. Tabelle 1): 44 % berichteten Beschwerden im unteren Rücken, 42 % im Nacken, 30 % in den Schultern und 25 % im oberen Rücken. Beschwerden im Bereich von Ellenbogen und Hand kamen seltener vor (9 % bzw. 13 %).

Schmerzen (BPI-Score)	Nacken (%)	Oberer Rücken (%)	Unterer Rücken (%)	Schulter (%)	Ellenbogen (%)	Hand (%)
Keine (0)	53,6	66,3	50,5	66,4	85,1	82
Mild (1-3)	9,3	6,1	11,1	7,5	3,0	4,6
Moderat (4-6)	19,7	11,9	21,0	12,9	3,9	5,8
Stark (7-10)	12,9	7,3	12,0	9,3	2,1	3,0
Fehlend	4,5	8,5	5,4	4,0	5,8	4,7

Tabelle 1: Muskuloskelettale Beschwerden in den letzten vier Wochen (n = 1.070)

Die Prävalenz des Computer Vision Syndroms (CVS) lag in der Stichprobe (n = 738) bei 32 %. Am häufigsten genannte Symptome im Zusammenhang mit Bildschirmnutzung waren brennende Augen, das Gefühl einer Sehverschlechterung und Kopfschmerzen. Alle drei Symptome wurden von etwa der Hälfte der Befragten berichtet.

3.3 Zusammenhänge

Personen mit einer weniger günstigen ergonomischen Gestaltung des Homeofficearbeitsplatzes (MES < 11 Punkte) wiesen eine erhöhte 4-Wochen-Prävalenz von Beschwerden in allen Körperregionen auf. Für Beschwerden im oberen und unteren Rücken war dieser Effekt statistisch signifikant. Eine längere wöchentliche Arbeitszeit im Homeoffice war mit einer höheren Prävalenz von Beschwerden in oberem Rücken, Nacken, Schultern und Händen verbunden, wobei sich dieser Effekt für Beschwerden im oberen Rücken und in den Schultern als statistisch signifikant erwies. Angst- und Depressionssymptome sowie das weibliche Geschlecht zeigten einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit Beschwerden im oberen Rücken, Nacken und in den Schultern. Beschwerden im unteren Rücken waren nur mit Angst- und Depressionssymptomen statistisch signifikant assoziiert.

Eine ungünstige Arbeitsplatzgestaltung für die Augen (VES < 7 Punkte), das Tragen einer Brille (insbesondere einer Lesebrille) sowie weniger als eine stündliche Erholungsphase für die Augen standen in Zusammenhang mit dem Auftreten von Augenbeschwerden. Diese Zusammenhänge erwiesen sich in der univariaten Regressionsanalyse als statistisch signifikant. In der multivariaten Analyse blieb das Tragen einer Brille als signifikanter Einflussfaktor bestehen. Seltene oder ausbleibende Pausen für die Augen zeigten ebenfalls eine Assoziation mit Beschwerden, erreichten jedoch keine statistische Signifikanz. Darüber hinaus bestätigte sich – analog zu den Ergebnissen zu den Muskel-Skelett-Beschwerden – ein Einfluss von Angst- und Depressionssymptomen sowie dem weiblichen Geschlecht auf das Auftreten von Augenbeschwerden.

4 Diskussion

Die vorliegende Studie zeigt, dass Muskel-Skelett- und Augenbeschwerden bei Beschäftigten im Homeoffice weit verbreitet sind, selbst wenn ein Großteil der Befragten über vergleichsweise günstige ergonomische Bedingungen berichtet. Dies deutet darauf hin, dass eine gute Ausstattung allein nicht ausreicht, sondern auch deren Nutzung sowie das Arbeitsverhalten eine wichtige Rolle spielen.

Die hohe Prävalenz von Beschwerden im Nacken-, Schulter- und Rückenbereich entspricht bekannten Mustern aus der Bildschirmarbeit. Besonders für den oberen und unteren Rücken zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang mit ungünstigerer Ergonomie. Das unterstreicht die Bedeutung einer passenden Einstellung von Mobiliar und Geräten sowie von Haltungswechseln im Arbeitsalltag.

Auch längere Arbeitszeiten im Homeoffice waren mit mehr Beschwerden verbunden, insbesondere im oberen Rücken und in den Schultern. Mögliche Ursachen sind längere statische Sitzphasen und weniger Bewegung. Entsprechend erscheinen regelmäßige Pausen und Bewegungseinheiten als einfache, aber wichtige Präventionsansätze.

Etwa ein Drittel der Befragten berichtete Symptome eines Computer Vision Syndroms. Neben ergonomischen Faktoren zeigte sich vor allem das Tragen einer (Lese-) Brille als relevanter Einflussfaktor. Dies legt nahe, dass individuelle Sehbedarfe im Homeoffice noch stärker berücksichtigt werden sollten. Hinweise auf positive Effekte von Pausen für die Augen waren ebenfalls erkennbar, wenn auch nicht durchgängig signifikant.

Angst- und Depressionssymptome waren in den Analysen mit Beschwerden assoziiert, wurden hier jedoch vor allem als begleitende Einflussfaktoren berücksichtigt und stehen nicht im Zentrum der Ergebnisse.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse die Bedeutung einer guten ergonomischen Gestaltung im Homeoffice – ergänzt durch gesundheitsförderliches Verhalten wie Bewegung und (Augen-)Pausen. Zur Entwicklung

spezifischer Empfehlungen und Interventionen für gesundes mobiles Arbeiten ist es hilfreich, individuell besondere Präventionsbedarfe zu identifizieren. Ergonomiebewertungen können dabei eine wichtige Grundlage liefern.

5 Fazit

Die entwickelten Ergonomie-Scores (MES, VES) bieten ein praktikables Instrument zur Bewertung der Arbeitsbedingungen im Homeoffice und können in die betriebliche Prävention integriert werden. Für die mobile Arbeit im Homeoffice ist eine umfassende Unterweisung der Beschäftigten notwendig, um sie für potenzielle Risikofaktoren für Muskel-Skelett- sowie Augenbeschwerden zu sensibilisieren. Auf diese Weise können Mitarbeitende darin unterstützt werden, ihren häuslichen Arbeitsplatz ergonomisch angemessen zu gestalten. Dies ist besonders bedeutsam, da bereits wenige wöchentliche Arbeitstage unter suboptimalen ergonomischen Bedingungen mit Muskel-Skelett-Beschwerden in Zusammenhang stehen.

Die Ergebnisse der Online-Befragung wurden z. T. bereits veröffentlicht [9; 10] bzw. befinden sich in der Veröffentlichung und können als empirische Grundlage für die Ableitung gezielter Präventionsmaßnahmen zur Reduktion körperlicher Belastungen im Homeoffice herangezogen werden.

Literatur

[1] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): Arbeitszeitreport Deutschland: Ergebnisse der BAuA-Arbeitszeitbefragung 2021 (Working Time Report Germany). In., 2., korr. Auflage edn. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; 2023: 221 https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2507-3

[2] DEKRA Arbeitssicherheitsreport 2021: Homeoffice – Fluch und Segen https://www.dekra.de/de/homeoffice-fluch-segen-asr2021/

[3] Radbruch, L.; Loick, G.; Kiencke, P.; Lindena, G.; Sabatowski, R.; Grond, S.; Lehmann, K. A.; Cleeland, C.S.: Validation of the German Version of the Brief Pain Inventory. J Pain Symptom Management. 1999; 18: 180–187. DOI 10.1016/s0885-3924(99)00064-0

[4] Seguí, M. M.; Cabrero-García, J.; Crespo, A.; Verdú, J.; Ronda, E.: A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace, Journal of clinical epidemiology. 68 (2015) 662-673. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.01.015

[5] Kroenke, K.; Spitzer, R. L.; Williams, J. B.; Löwe, B.: An ultra-brief screening scale for anxiety and depression: the PHQ-4, Psychosomatics. 50 (2009) 613-621. https://doi.org/10.1176/appi.psy.50.6.613

[6] DGUV Regel Branche Bürobetriebe (115–401). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin (2026)

[7] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung: DGUV Information 215-410: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze, Berlin (2019)

[8] Wechsler, K.; Griemsmann, S.; Weber, B.; Ellegast, R.: The impact of remote work using mobile information and communication technologies on physical health: a systematic review. Ergonomics. 2024; 67: S. 1338–1355

[9] Casjens, S.; Griemsmann, S.; Hosbach, K.; Wechsler, K.; Weber, B.; Clarenbach, C.; Petersen, J.; Neubauer, B.; Ellegast, R.; Behrens, T.: Changes in musculoskeletal pain among computer workers when working from home. J Occup Environ Med 2025a; 67: S. 363–370

[10] Behrens, T.; Griemsmann, S.; Hosbach, K.; Wechsler, K.; Weber, B.; Clarenbach, C.; Petersen, J.; Neubauer, B.; Ellegast, R.; Casjens, S.: Computer vision syndrome before and after the SARS-CoV-2 pandemic: New symptom onset and workplace setup of visual display terminals. J Occup Environ Med 2025; 67: S. 962–969

Gesund und zufrieden: Erfolgsfaktoren für die Gestaltung von Desk-Sharing

Franziska Grellert
DGUV Akademie

Kurzfassung

Desk-Sharing ist in vielen deutschen Betrieben bereits fester Bestandteil der Büroarbeitswelt. Eine Studie der DGUV Akademie hat untersucht, wie Desk-Sharing in der Praxis umgesetzt wird und welche Gestaltungsfaktoren entscheidend sind, damit Beschäftigte gesund, zufrieden und motiviert arbeiten können. Grundlage ist eine bundesweite Befragung von rund 2.000 Personen. Die Ergebnisse zeigen, dass Desk-Sharing nur erfolgreich funktioniert, wenn Organisation, Arbeitsumgebung, Arbeitsmittel und soziale Beziehungen sorgfältig gestaltet werden. Die wissenschaftlich abgeleiteten Empfehlungen für eine erfolgreiche Einführung und Umsetzung wurden in einer umfassenden Checkliste zusammengeführt, die Betrieben als praktische Orientierung dient.

1 Hintergrund

Hybrides Arbeiten hat sich in vielen Branchen etabliert. Mitarbeitende arbeiten einen Teil der Woche im Büro und an den übrigen Tagen mobil. Dadurch bleiben viele Büroarbeitsplätze regelmäßig ungenutzt. Gleichzeitig stehen Unternehmen angesichts steigender Miet- und Gebäudekosten unter wirtschaftlichem Druck und suchen nach effizienteren Flächennutzungskonzepten. Vor diesem Hintergrund rückt das Konzept des Desk-Sharing zunehmend in den Fokus. Beschäftigte verzichten auf einen festen Schreibtisch und teilen sich stattdessen die Bildschirmarbeitsplätze [1], oft mit Wahl zwischen verschiedenen Arbeitsplatztypen. Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation aus dem Jahr 2023 zeigt die wachsende Verbreitung: Mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen setzt Desk-Sharing bereits um, rund ein Viertel plant die Einführung [2].

2 Deutschlandweite Befragung der DGUV Akademie

Obwohl Desk-Sharing inzwischen in vielen Betrieben verbreitet ist, gibt es bislang nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse dazu. Häufig ist unklar, wie das Konzept im Arbeitsalltag umgesetzt wird, wie Beschäftigte es erleben und welche Bedingungen mit Gesundheit, Zufriedenheit und Leistungsfähigkeit zusammenhängen. Zudem fokussieren bestehende Studien meist auf Großraumbüros, obwohl sich die Herausforderungen je nach Bürogröße deutlich unterscheiden.

Um diese Lücken zu schließen, befragte die DGUV Akademie rund 2.000 Beschäftigte und Führungskräfte ohne festen Arbeitsplatz im Büro. Analysiert wurden sowohl organisatorische Aspekte des Desk-Sharing als auch Merkmale der Arbeitsumgebung, Arbeitsmittel und sozialen Beziehungen. Zusätzlich wurden Zusammenhänge mit Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Zufriedenheit untersucht, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bürogrößen. Die Datenerhebung erfolgte über einen Online-Fragebogen, der von März bis Juli 2023 über die Kanäle der DGUV und einen externen Panelanbieter verbreitet wurde. Insgesamt nahmen 1.996 Personen teil, überwiegend Beschäftigte (85 %). 14 % waren Führungskräfte, weniger als 1 % Teil der Unternehmensleitung. Die Mehrheit der Teilnehmenden war in großen Unternehmen beschäftigt, insbesondere in der Verwaltung und im öffentlichem Dienst.

Im Rahmen der Datenanalyse wurden Häufigkeitsverteilungen, Mittelwerte sowie Zusammenhänge und Gruppenunterschiede statistisch ausgewertet. Die zahlreichen offenen Rückmeldungen wurden inhaltsanalytisch strukturiert.

3 Ergebnisse und Gestaltungsempfehlungen: Erfolgsfaktoren für ein gelungenes Desk-Sharing

Die Ergebnisse zeigen insgesamt ein vielschichtiges Bild darüber, wie Desk-Sharing von Beschäftigten erlebt wird. Ein erster Blick auf die grundsätzliche Bewertung verdeutlicht diese Vielfalt: Knapp 60 % der Befragten sind mit dem Desk-Sharing in ihrem Betrieb insgesamt (eher) zufrieden, etwa ein Fünftel zeigt sich unentschlossen, und rund 20 % sind wenig oder gar nicht zufrieden. Auch die Frage nach der bevorzugten Arbeitsplatzform wird eher uneinheitlich beantwortet: Wenn die Befragten die Wahl hätten, würde rund die Hälfte einen festen Arbeitsplatz wählen, ein Viertel bevorzugt Desk-Sharing, der übrige Teil hat keine eindeutige Präferenz.

Im Folgenden wird ein Auszug aus den Befragungsergebnissen und den daraus abgeleiteten Empfehlungen entlang der vier zentralen Gestaltungsbereiche vorgestellt: Organisation des Desk-Sharing, Arbeitsumgebung, Arbeitsmittel sowie Soziale Beziehungen. Die Ergebnisse machen deutlich, welche Faktoren entscheidend sind, um Desk-Sharing sicher, gesundheitsgerecht und erfolgreich umzusetzen und an welchen Stellen Betriebe gezielt ansetzen können.

3.1 Organisation von Desk-Sharing

3.1.1 Beteiligung der Beschäftigten

Aus der Studie geht hervor, dass viele Mitarbeitende bei der Einführung von Desk-Sharing kaum beteiligt wurden: Mehr als die Hälfte hatte keine Mitgestaltungsmöglichkeiten, nur etwa ein Drittel durfte sich einbringen – davon nutzte wiederum nur ein Teil diese Chance. Gleichzeitig betonen viele Befragte in den offenen Antworten, wie wichtig frühzeitige Information, Transparenz und echte Beteiligung für die Akzeptanz des Konzepts sind.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Beteiligung ein zentraler Erfolgsfaktor ist.

Damit Desk-Sharing im Alltag funktioniert, ist es wichtig, Beschäftigte schon in der Planungsphase einzubinden. Ein interdisziplinäres Projektteam sollte die Einführung gezielt planen, begleiten, Entscheidungen erklären und Beteiligungsformate schaffen.

3.1.2 Vergabe der Arbeitsplätze

Die Platzwahl erfolgt in den Betrieben sehr unterschiedlich: Über die Hälfte kann sich unter anderem spontan vor Ort einen freien Platz im Büro suchen, ein Drittel hat dabei überhaupt keine Reservierungsmöglichkeit. Rund 30 % nutzen teambezogene Bereiche mit interner Abstimmung, während nur etwa ein Fünftel über ein digitales Buchungssystem verfügt. Viele Befragte heben hervor, dass ein einfaches Reservierungssystem den Ablauf deutlich erleichtern würde. Gleichzeitig wird die zeitintensive Suche nach freien Arbeitsplätzen als häufiges Problem beschrieben.

Vor diesem Hintergrund kann ein benutzerfreundliches elektronisches Buchungssystem dabei helfen, den Prozess zu vereinfachen, Zeit zu sparen und mehr Planungssicherheit zu schaffen.

3.1.3 Regeln für die Nutzung

Mehr als 80 % der Befragten geben an, dass es feste Regeln für die Nutzung der Arbeitsplätze gibt – meist zu Ordnung, Sauberkeit und dem Umgang mit persönlichen Gegenständen (Abbildung 1). Verbindliche Vorgaben gelten für viele als wesentlicher Erfolgsfaktor.

Auf dieser Grundlage zeigt sich, dass klare und gemeinsam entwickelte Regeln entscheidend für ein reibungsloses Miteinander sind. Sie sollten schriftlich festgehalten, regelmäßig kommuniziert und von Führungskräften konsequent vorgelebt werden.

3.2 Arbeitsumgebung

3.2.1 Büroformen mit Desk-Sharing

Desk-Sharing wird in sehr unterschiedlichen Büroformen genutzt. Jeweils rund die Hälfte der Befragten arbeitet in Open-Space-Bereichen und/oder in Einzel- oder kleineren Mehrpersonenbüros mit Desk-Sharing. Größere Büroräume für mehr als 6 und bis zu über 30 Personen kommen seltener vor (Abbildung 2). Besonders positiv wird die größere Auswahl an verschiedenen Arbeitsplätzen wahrgenommen, die Vielfalt und Flexibilität ist für viele Befragte ein Vorteil.

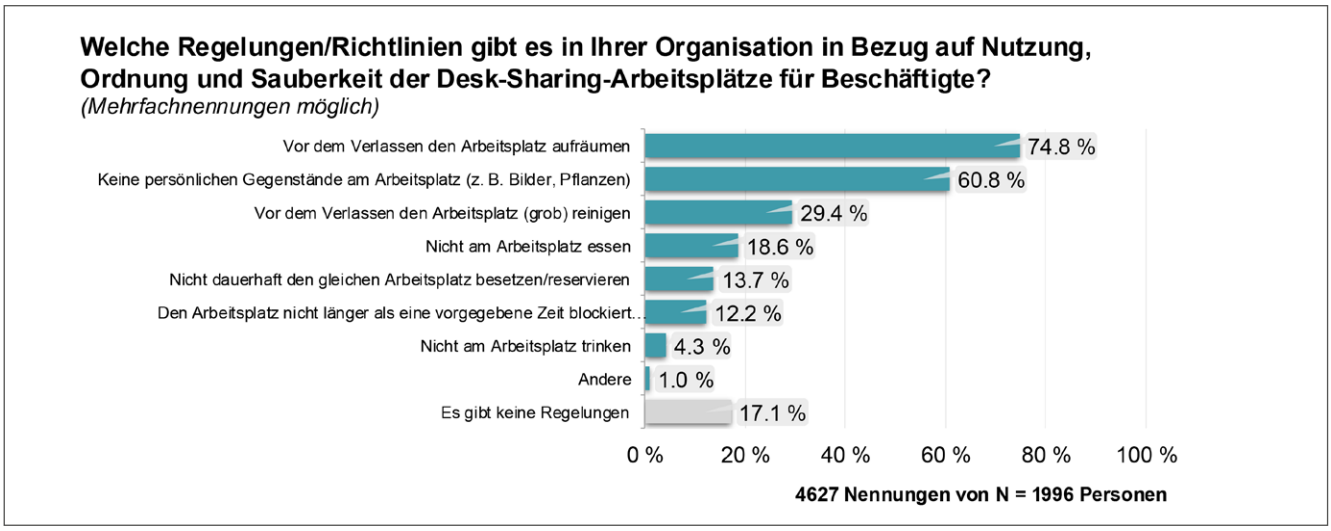


Abbildung 1: Nutzungsregeln für Desk-Sharing. Quelle: DGUV Akademie

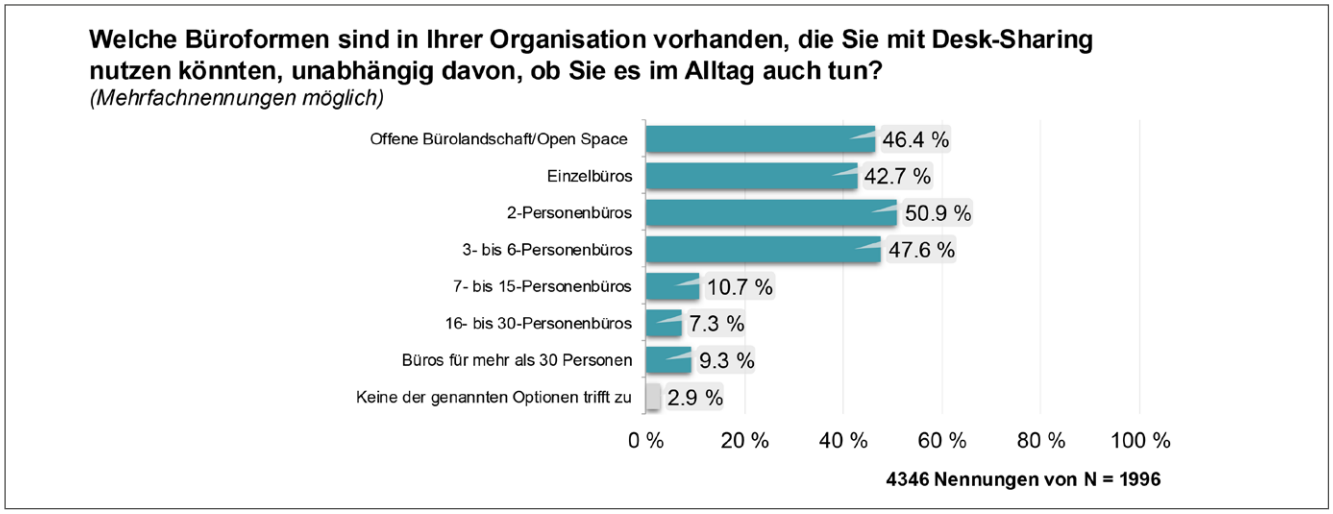


Abbildung 2: Büroformen mit Desk-Sharing. Quelle: DGUV Akademie

Deshalb ist es für Betriebe ratsam zu analysieren, welche Arbeitsanforderungen in den Organisationseinheiten anfallen und entsprechende Raumangebote bereitzustellen, z. B. Kreativbereiche, Rückzugs- und Besprechungsräume.

3.2.2 Lautstärke und Rückzugsmöglichkeiten

Etwa 40 % empfinden die Geräuschkulisse als (eher) angenehm, während ein Viertel konzentriertes Arbeiten als erschwert beschreibt. Knapp ein Drittel ist diesbezüglich unentschlossen. Einzel- und Zweipersonenbüros schneiden bei der Einschätzung der Lautstärke am besten ab, Großraumbüros mit über 30 Personen am schlechtesten. Zu hohe Lautstärke ist in den offenen Antworten einer der häufigsten Kritikpunkte. Geeignete Rückzugsräume für konzentriertes Arbeiten stehen knapp der Hälfte der Befragten (eher) zur Verfügung, bei ca. 30 % fehlen sie jedoch (eher). Eine zu hohe Lautstärke liegt folglich nicht am Desk-Sharing per se, sondern ist eher auf die Bürogröße zurückzuführen.

Um konzentriertes Arbeiten zu ermöglichen, sind in offenen Bürobereichen daher Maßnahmen zur Lärmminderung wichtig – etwa schallabsorbierende Elemente oder klare Regeln zum Telefonieren. Ebenso sollten ausreichend Rückzugsorte wie Ruhezonen oder kleine Büros eingeplant werden.

3.2.3 Ordnung und Sauberkeit

Zwei Drittel der Befragten sind mit der Sauberkeit und Ordnung der Arbeitsplätze (eher) zufrieden, während ein kleiner Teil (ca. 10 %) deutliche Defizite wahrnimmt. In den offenen Antworten werden Unordnung und mangelnde Hygiene häufig als Problem genannt.

Um eine verlässliche Qualität sicherzustellen, sollten klare Regelungen zu Ordnung und Sauberkeit gemeinsam definiert und verbindlich umgesetzt werden.

Eine tägliche professionelle Reinigung, besonders von gemeinsam genutzten Geräten, trägt zu Hygiene und Wohlbefinden bei. Zur Verfügung gestellte Reinigungstücher und Desinfektionsmittel geben den Beschäftigten zusätzlich die Möglichkeit, die Arbeitsplätze nach ihrem Bedarf individuell zu reinigen.

3.3 Arbeitsmittel

3.3.1 Ergonomische Ausstattung der Arbeitsplätze

Die meisten Befragten arbeiten an gut ausgestatteten Arbeitsplätzen: Verstellbare Bürostühle, höhenverstellbare Tische und externe Monitore sind bei rund 80 % an den Arbeitsplätzen vorhanden. Etwa 75 % geben an, (eher) ergonomisch arbeiten zu können. Bei etwa 10 % ist das (eher) nicht der Fall. Unzuverlässige Technik und eingeschränkte Anpassungsmöglichkeiten werden in den offenen Antworten kritisiert. Als Erfolgsfaktoren werden eine gute Ausstattung, funktionierende Technik und die individuelle Einstellbarkeit der Arbeitsmittel genannt.

Folglich ist es wichtig, dass die Arbeitsmittel an jedem Arbeitsplatz schnell und unkompliziert anpassbar sind. Auch spezielle Bedarfe, z. B. für linkshändige Personen oder Menschen mit Sehbeeinträchtigungen, sollten bedacht werden.

3.3.2 Unterweisung der Beschäftigten

Etwa ein Drittel der Befragten wurde nicht in die ergonomische Nutzung der Arbeitsmittel eingewiesen. Personen, die mehrfach unterwiesen wurden, passen ihre Arbeitsplätze häufiger an.

Regelmäßige Unterweisungen, mindestens jährlich, sind Pflicht und bei Desk-Sharing besonders wichtig. Mitarbeitende sollten wissen, wie sie Tisch, Stuhl und Monitor optimal einstellen und warum dies gesundheitlich relevant ist.

3.3.3 Zeitaufwand für das Einrichten

Rund ein Drittel empfindet das tägliche Einrichten und Abbauen des Arbeitsplatzes als (eher) störend, mehr als die Hälfte sieht darin (eher) kein Problem. Den Zeitbedarf zum Einrichten schätzen über 50 % der Befragten auf weniger als drei Minuten. Etwa ein Drittel benötigt vier bis fünf Minuten und knapp 20 % benötigen mehr als fünf Minuten. In offenen Rückmeldungen wird der Zeitaufwand häufig als belastend beschrieben, kurze Rüstzeiten hingegen als Erfolgsfaktor genannt.

Um diesen Aufwand zu mindern und die tägliche Nutzung zu erleichtern, sind einheitliche, kompatible Arbeitsmittel und regelmäßige Funktionsprüfungen sinnvoll. Sie reduzieren Aufwand, vermeiden Frust und verhindern, dass einzelne Arbeitsplätze als „schlechter“ wahrgenommen werden.

3.3.4 Aufbewahrungsmöglichkeiten

Zwei Drittel der Befragten sind mit den vorhandenen Stauraumlösungen für Arbeitsmaterialien oder private Gegenstände (eher) zufrieden, ein kleinerer Teil von 14 % ist (eher) nicht zufrieden. Bei knapp 60 % der Befragten stellt der Betrieb abschließbare Fächer oder Spinde zur Verfügung. Ein kleinerer Teil nutzt Schränke, Rollcontainer oder tragbare Boxen und Taschen. Knapp 10 % haben gar keine Aufbewahrungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Um den täglichen Arbeitsablauf zu erleichtern und persönliche Materialien sicher verstauen zu können, sollten Betriebe genügend abschließbare, gut erreichbare und ausreichend große Aufbewahrungslösungen bereitstellen.

3.4 Soziale Beziehungen

3.4.1 Zusammenarbeit im Team

Die Erfahrungen der Befragten sind unterschiedlich: Rund ein Viertel empfindet die Zusammenarbeit unter Desk-Sharing-Bedingungen als (eher) einfacher, über 40 % empfinden das (eher) nicht (Abbildung 3). Entscheidend ist dabei die räumliche Gestaltung. In offenen Bürobereichen wird die Zusammenarbeit häufiger positiv bewertet, da flexible Arbeitsplatzwechsel spontane Kontakte fördern. Gleichzeitig berichten andere, dass der persönliche Kontakt und Teamgeist leiden und der Austausch schwieriger geworden ist.

Da Teamzusammenhalt unter Desk-Sharing-Bedingungen also nicht automatisch entsteht, können gezielte Maßnahmen hilfreich sein. Regelmäßige Präsenztreffen, feste Teamzonen oder klar zugeordnete Buchungsbereiche unterstützen gemeinsames Arbeiten. Digitale Hilfen wie Buchungssysteme oder Statusanzeigen erleichtern das Auffinden von Kolleginnen und Kollegen auf den Büroflächen.

3.4.2 Abteilungsübergreifender Austausch

Gut ein Viertel der Befragten berichtet (eher) von mehr Austausch durch Desk-Sharing über Abteilungsgrenzen hinweg, rund die Hälfte kann das (eher) nicht bestätigen. Besonders auf Open-Space-Flächen gelingt die bereichsübergreifende Vernetzung leichter, was viele Befragte als klaren Vorteil des Konzepts beschreiben.

Betriebe können durch offene Arbeitsbereiche und flexibel sowie teamübergreifend buchbare Räume und Arbeitsplätze spontane Abstimmungen zwischen Abteilungen und Teams fördern. Zusätzlich wirken gemeinsame Pausenbereiche oder regelmäßige bereichsübergreifende Meetings vernetzungsfördernd.

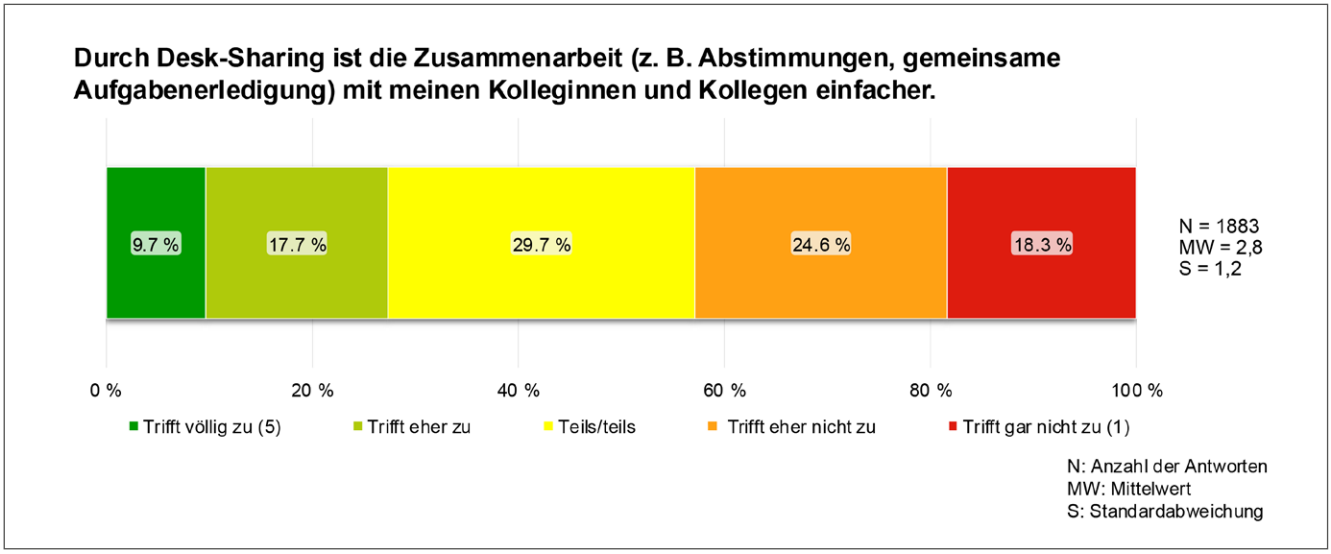


Abbildung 2: Zusammenarbeit im Team. Quelle: DGUV Akademie

3.4.3 Rolle der Führungskräfte

Führungskräfte haben beim Desk-Sharing eine Vorbildfunktion, gleichzeitig sind sie als Unterstützung bei Sorgen und Problemen gefragt. Über die Hälfte der Befragten fühlt sich von der eigenen Führungskraft (eher) gut unterstützt, etwa ein Fünftel hingegen (eher) nicht.

Da Unterstützung durch Führungskräfte unter Desk-Sharing-Bedingungen besonders relevant ist, ist es wichtig, dass Führungskräfte das Desk-Sharing aktiv mittragen, selbst nutzen und vereinbarte Regeln sichtbar leben. Wenn sie kontinuierlich im Austausch mit dem Team bleiben, ein offenes Ohr für Probleme haben und den Kontakt des Teams untereinander fördern, besonders dort, wo es keine festen Teamzonen gibt, schaffen sie wichtige Voraussetzungen für ein gelingendes Desk-Sharing.

4 Fazit: Gute Gestaltung als Erfolgsfaktor

Desk-Sharing wird in immer mehr Betrieben eingeführt – oft kombiniert mit verschiedenen Büroformen. Die Studie zeigt, dass Desk-Sharing sowohl Chancen als auch Herausforderungen mit sich bringen kann. Häufig genannte Probleme sind der tägliche Aufwand beim Einrichten des Arbeitsplatzes, fehlende Rückzugsmöglichkeiten, Unruhe im Büro sowie Schwierigkeiten mit Ordnung und Sauberkeit. Gleichzeitig bietet das Konzept mehr Flexibilität, eine größere Auswahl an Arbeitsbereichen und erleichtert teils die teamübergreifende Zusammenarbeit.

Ob diese Potenziale wirksam werden oder die Herausforderungen überwiegen, hängt maßgeblich von einer sorgfältigen Gestaltung ab. Denn mit einer durchdachten Planung und Umsetzung lassen sich viele der genannten Schwierigkeiten deutlich reduzieren und die positiven Effekte stärken.

Wichtig sind daher eine gute Organisation, eine durchdachte Arbeitsumgebung, geeignete Arbeitsmittel und die Förderung der sozialen Strukturen.

Auf Grundlage der Studienergebnisse hat die DGUV Akademie einen wissenschaftlich fundierten CHECK-UP entwickelt, der Betrieben konkrete Unterstützung bei der Umsetzung bietet [3]. Die vollständigen Ergebnisse sind außerdem im Themenmonitor Desk-Sharing veröffentlicht [4].

5 Zentrale Empfehlungen für eine gute Gestaltung

Im Folgenden sind die aus der Studie abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen für die Einführung und Umsetzung von Desk-Sharing überblicksartig zusammengefasst. Eine ausführliche Version der Empfehlungen ist im CHECK-UP der DGUV Akademie [3] dargestellt.

Arbeitsorganisation – Organisation von Desk-Sharing
- Organisationsteam mit relevanten Beteiligten benennen
- Gut durchdachtes Konzept erstellen, Sicherheit und Gesundheit berücksichtigen
- Transparent und frühzeitig kommunizieren und Beschäftigte beteiligen
- Teilnahme regeln, Ausnahmen begründen
- Notwendige Anzahl an Arbeitsplätzen ermitteln
- Reservierung von Arbeitsplätzen vorab ermöglichen
- Nutzungsregeln etablieren und durchsetzen
- Auffinden von Kolleginnen und Kollegen erleichtern

Arbeitsumgebung
- Vielfalt an Arbeitsbereichen für unterschiedliche Anforderungen mit ausreichender Anzahl an Arbeitsplätzen sicherstellen, Rückzugsmöglichkeiten gewährleisten
- Ausgereiftes Lärmschutzkonzept umsetzen
- Ordnung, Sauberkeit und Hygiene an den Arbeitsplätzen sicherstellen
- Anpassbare Temperatur, gutes Raumklima schaffen
- Ausreichende, individuell anpassbare Beleuchtung und Tageslicht ermöglichen
- Ansprechende Atmosphäre schaffen

Arbeitsmittel
- Ergonomische, anpassbare Arbeitsmittel wählen
- Auf einheitliche Ausstattung der Arbeitsplätze, funktionierende und kompatible Technik achten
- Abschließbare und ausreichend große Aufbewahrungsmöglichkeiten bereitstellen
- Digitalisierung/papierloses Arbeiten ermöglichen

Soziale Beziehungen
- Teaminternen Austausch, Zusammenhalt und Teamgefühl fördern
- Teamübergreifenden Austausch und Vernetzung fördern
- Gegenseitige Rücksicht, Disziplin und kollegiales Miteinander
- Führungskräfte als Vorbilder und Bindeglieder

Literatur

[1] Petendra, B.: Räumliche Dimensionen der Büroarbeit. Springer Fachmedien, Wiesbaden (2015)

[2] Hofmann, J.; Piele, A.; Piele, C.: Arbeiten nach der Corona-Pandemie: Folgeergebnisse – Ein Jahr danach. Fraunhofer IAO (2023)

[3] Grellert, F.; Cosmar, M.: Desk-Sharing: Gestaltungsempfehlungen für die Einführung und Umsetzung von Desk-Sharing in einer Organisation. DGUV (2025)

[4] Grellert, F.; Cosmar, M.: Desk-Sharing: Ergebnisse einer Befragung zu psychischer Belastung, Beanspruchung und Beanspruchungsfolgen. DGUV (2025)

4-Tage-Woche: Potenziale und Herausforderungen

Christina Heitmann[1], Charlotte Metschke[2]
[1]DGUV Akademie Dresden
[2]Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

Kurzfassung

Zum Wandel der Arbeitswelt gehört der Wunsch von Beschäftigten, die Arbeitszeit zu reduzieren. Gleichzeitig sind Unternehmen in der Verantwortung, die Produktivität beizubehalten oder zu steigern. Ein Arbeitszeitmodell, das in diesem Spannungsfeld diskutiert wird, ist die 4-Tage-Woche mit vollem Lohnausgleich. In qualitativen Interviews berichten zehn Beschäftigte in Bürotätigkeit über Anforderungen der 4-Tage-Woche an die Gestaltung von Arbeitszeit und -organisation sowie die Auswirkung auf ihre Work-Life-Balance und ihr Stressempfinden. Die Ergebnisse zeigen Chancen und Herausforderungen bei der Gestaltung von Arbeitszeit und Arbeitsorganisation, Vorteile in der Work-Life-Balance und unterschiedliche Auswirkungen auf das Stressempfinden. Aufbauend auf den Studienergebnissen und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen werden Empfehlungen zur Planung und Einführung der 4-Tage-Woche vorgestellt.

1 Die aktuelle Situation

Laut der BAuA-Arbeitszeitbefragung gaben im Jahr 2023 57 % der Beschäftigten an, weniger arbeiten zu wollen [1] . 49 % wollten im Jahr 2021 gern weniger als fünf Tage pro Woche arbeiten [2]. In der Politik hingegen werden aktuell Möglichkeiten für längere Arbeitszeiten diskutiert, beispielsweise in Form einer wöchentlichen statt täglichen Höchstarbeitszeit und von steuerfreien Überstundenzuschlägen [3]. Organisationen stehen vor der Herausforderung, einerseits die Produktivität beizubehalten, andererseits als attraktive Organisation Beschäftigte zu binden und neue Fachkräfte anzuwerben.

In diesem Spannungsfeld soll hier die arbeitswissenschaftliche Sicht auf die Gestaltung von Arbeitszeit und Arbeitsorganisation in der 4-Tage-Woche eingenommen werden. Der Fokus liegt darauf, wie eine 4-Tage-Woche sicher und gesund gestaltet werden kann, wenn Organisationen eine Einführung planen.

2 Modelle der 4-Tage-Woche

Im Gegensatz zur Teilzeit, in der die Arbeitszeit ohne Lohnausgleich reduziert wird, beinhaltet das „klassische“ Modell der 4-Tage-Woche eine Arbeitszeitreduktion bei vollem Lohnausgleich. Dieses Modell wird auch als 100-80-100-Modell bezeichnet, was bedeutet: 100 % Bezahlung, 80 % Zeit, 100 % Produktivität. Als weitere Variante der Reduktion auf vier Arbeitstage gibt es die Arbeitszeitverdichtung bei vollem Lohnausgleich. Dabei wird die gesamte Arbeitszeit statt an fünf Tagen in nur vier Tagen erledigt. Bei einer 40-Stunden-Woche geht dies mit einer hohen täglichen Arbeitszeit von zehn Stunden einher.

3 Erfahrungen zur 4-Tage-Woche aus verschiedenen Ländern

Die 4-Tage-Woche wird aktuell als ein Modell in immer mehr Ländern getestet. Einige Unternehmen führen die 4-Tage-Woche selbstständig ein, andere nehmen an umfassenden, betreuten Pilotstudien teil. Die Ergebnisse werden von den Organisationen, die die Studien leiten, als positiv beschrieben. So berichten diese, dass sich bei Beschäftigten in Island und in Großbritannien beispielsweise Stressempfinden und Burnout verringerten und die Work-Life-Balance verbesserte [4; 5].

Erste Ergebnisse der Pilotstudie in Deutschland von Mitte 2024 zeigten eine bessere Gesundheit, weniger Stress und eine verbesserte Work-Life-Balance der Beschäftigten [6]. Um weitere Einblicke in Erfahrungen mit der Gestaltung der 4-Tage-Woche zu erhalten, wurde eine qualitative Vorstudie der DGUV Akademie in Kooperation mit der FOM Hochschule für Oekonomie & Management durchgeführt.

3.1 Fragestellung

Untersucht wurden zwei Fragestellungen: Wie erleben Beschäftigte in Deutschland die Umstellung auf die 4-Tage-Woche bezüglich Gestaltung der Arbeitszeit und Arbeitsorganisation? Wie bewerten Beschäftigte ihre Work-Life-Balance und ihr Stresserleben als Folge der Umstellung?

3.2 Methode

In qualitativen Interviews wurden im Januar und Februar 2024 zehn Beschäftigte zu ihren Erfahrungen mit der

Umstellung auf die 4-Tage-Woche befragt [7]. Der Fokus lag auf dem klassischen Modell der 4-Tage-Woche. Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wurde lediglich ein Arbeitsbereich betrachtet: die Arbeit an Büroarbeitsplätzen. Dafür wurden zehn teilstandardisierte Leitfadeninterviews von etwa einer Stunde durchgeführt. Die Daten wurden mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet.

Die Teilnehmenden (fünf weiblich und fünf männlich) waren zwischen 27 und 44 Jahre alt, arbeiteten zum Interviewzeitpunkt zwischen sechs Monaten und vier Jahren in einer 4-Tage-Woche und im Schnitt sieben Jahre im Unternehmen. Sie gingen einer wöchentlichen Arbeitszeit von 32 bis 36 Stunden nach und der freie Tag fiel bei den meisten (acht Personen) auf den Freitag. Die Branchen, in denen die Beschäftigten arbeiteten, waren vielfältig, jedoch mit einem Schwerpunkt im IT-Bereich: IT (n = 4), Steuerberatung (n = 2), Bildungswesen (n = 1), Unternehmenskommunikation (n = 1), Beratung (E-Commerce) (n = 1), Unternehmensberatung (n = 1).

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Arbeitszeit

Zur Dauer der Arbeitszeit berichten die Beschäftigten mehrheitlich, dass sie trotz der Arbeitszeitverkürzung nicht mehr Überstunden machen als zuvor; Minusstunden werden in keinem Fall gemacht. Allerdings geben vier der Beschäftigten an, dass sie ihre Arbeitszeit noch nicht aufzeichnen, sodass Überstunden weder konkret berechnet noch ausgeglichen werden können.

Die Mehrheit der Beschäftigten berichtet, dass sie auch außerhalb der Arbeitszeit freiwillig für betriebliche Belange, beispielsweise durch das Abrufen der E-Mails, erreichbar sind. Für einige Beschäftigte ist dies eher anstrengend, da sie dadurch nicht gut abschalten können. Andere Beschäftigte beschreiben, dass die kontinuierlichere Information über Arbeitsthemen für sie entspannter ist als die angestaute Flut zu Beginn eines Arbeitstages oder der Arbeitswoche.

3.3.2 Arbeitsorganisation

Bezüglich der Arbeitsorganisation nennen die Teilnehmenden der Studie Chancen und Herausforderungen während der Umstellung auf die 4-Tage-Woche, sowohl für das Individuum als auch für die Organisation sowie bei der Gestaltung der Organisationskultur.

Für die einzelnen Beschäftigten bedeutet die Umstellung die Reflexion der eigenen Aufgabenpriorisierung und der Arbeitsabläufe, das Erkennen und die effizientere Nutzung produktiver Phasen sowie Weiterbildungen beispielsweise zu Zeitmanagementmethoden. Als herausfordernd beschreiben einige Teilnehmende, dass man mit den eigenen Schwächen in der bisherigen Arbeitsorganisation konfrontiert wird und dass der Druck zu mehr Effizienz und Produktivitätssteigerung durch die begrenzte Arbeitszeit spürbar ist.

Für die Organisation bietet die Umstellung auf die 4-Tage-Woche die Chance, Arbeitsprozesse zu optimieren, beispielsweise durch eine Ausweitung der Digitalisierung oder indem Möglichkeiten zum Delegieren von Aufgaben geprüft werden. Gleichzeitig werden neue Absprachereregelungen und die Organisation veränderter Arbeitsabläufe auch als Herausforderung wahrgenommen.

Die Studienteilnehmenden berichten zudem, dass sich die Organisationskultur verbessern kann, wenn Beschäftigte bei der Umstellung auf die 4-Tage-Woche kontinuierlich beteiligt werden und eine positive Fehlerkultur gelebt wird. Dass bei der notwendigen Effizienzsteigerung, beispielsweise von Meetings, der soziale Austausch schnell leidet, wird als Herausforderung empfunden.

3.3.3 Work-Life-Balance und Stressempfinden

Neun der zehn befragten Beschäftigten berichten eine Verbesserung ihrer Work-Life-Balance mit Einführung der 4-Tage-Woche. Sie schätzen es als hohen Wert ein, am freien Tag Zeit für Erledigungen, Hobbys, Familie und Freunde zu haben. Sie berichten, dass sich ihre Lebensqualität, Freiheit und Flexibilität erhöht haben. Durch den freien Tag, der bei vielen Befragten der Freitag ist und somit einem langen Wochenende dient, können sie anschließend wieder entspannt und voller Energie in die Arbeitstage starten. Gleichzeitig wird berichtet, dass die Arbeitstage selbst manchmal so anstrengend sind, dass sie am Feierabend wenig Raum für Freizeitgestaltung lassen.

Die Ergebnisse zum Stressempfinden sind gemischter. Vier Beschäftigte berichten, dass sich ihr Stressempfinden mit Einführen der 4-Tage-Woche nicht verändert hat. Drei sagen, dass sie mit Einführen der 4-Tage-Woche insgesamt weniger Stress empfinden. Zwei andere Teilnehmende differenzieren, dass sie durch den erhöhten Zeitdruck teilweise mehr Stress an den Arbeitstagen erleben, der sich durch den freien Tag jedoch wieder ausgleicht. Eine Person erlebt mehr Stress, berichtet allerdings auch von anderen Stressoren am Arbeitsplatz, die unabhängig von der 4-Tage-Woche sind.

4 Fazit und Empfehlungen

In der qualitativen Studie wurde untersucht, wie Beschäftigte in Bürotätigkeit die Umstellung auf eine 4-Tage-Woche erleben. Die kleine Stichprobe erlaubt keine Generalisierung der Ergebnisse auf die gesamte Branche der Bürobetriebe oder andere Branchen, sie bietet jedoch detailliertere Einblicke in das Erleben der Beschäftigten,

insbesondere bezüglich Herausforderungen zu Arbeitszeit und Arbeitsorganisation. Des Weiteren nennen die Beschäftigten Umsetzungsempfehlungen, die zum Teil über bisher durchgeführte Pilotstudien hinausgehen.

Die Befragungsergebnisse verdeutlichen, dass die Umstellung auf eine 4-Tage-Woche mit Vorteilen für die Beschäftigten, insbesondere ihre Work-Life-Balance und die empfundene Freiheit und Flexibilität, einhergeht. Gleichzeitig gibt es Herausforderungen bei der Umstellung, die eine durchdachte Gestaltung der Arbeitszeit und der Arbeitsorganisation erfordern. Aus den berichteten Erfahrungen der Studienteilnehmenden und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen werden erste Empfehlungen zur Planung und Umsetzung der 4-Tage-Woche abgeleitet.

4.1 Empfehlungen zur Planung

Bei der Wahl eines Modells zur 4-Tage-Woche ist ein Modell mit Arbeitszeitreduktion und maximal acht Stunden pro Tag zu empfehlen. Studien zeigen, dass längere tägliche Arbeitszeiten die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten beeinträchtigen können [8].

Das gewählte Modell, die Gründe und der Zeitplan für die Umstellung sollten den Beschäftigten möglichst früh mitgeteilt werden. Eine transparente Kommunikation schafft Verständnis und Vertrauen und baut Ängste und Sorgen vor dieser Veränderung ab.

Die Beteiligung der Beschäftigten in Bezug auf die Ausgestaltung der Umstellung erlaubt es, auf ihre Bedürfnisse einzugehen. Diese können durch eine flexible Gestaltung der Arbeitszeit berücksichtigt werden. Können sich Beschäftigte entweder einmalig oder wöchentlich flexibel für eine 4- oder 5-Tage Woche entscheiden und wird ihnen ein Mitspracherecht bei der Wahl des freien Wochentags gewährt, kann sich die Akzeptanz des neuen Arbeitszeitmodells erhöhen.

4.2 Empfehlungen zur Umsetzung

Die Umstellung auf eine 4-Tage-Woche bietet die Gelegenheit, bisherige Arbeitsprozesse zu überprüfen und zu optimieren. Manche Prozesse können vereinfacht, digitalisiert oder verändert werden. Dies gewährleistet ökonomische Vorteile für das Unternehmen und eine Entlastung der Beschäftigten.

Damit die im Arbeitszeitgesetz vorgegebene Höchstarbeitszeit sowie die täglichen und wöchentlichen Ruhezeiten trotz möglicherweise höherem Zeitdruck eingehalten werden, hilft die Aufzeichnung der Arbeitszeit der Beschäftigten. Nach Beschluss des Bundesarbeitsgerichts vom September 2022 ist die gesamte Arbeitszeit der Arbeitnehmenden in Deutschland aufzuzeichnen [9].

In der Vorstudie wurde über eine häufige Erreichbarkeit für berufliche Belange außerhalb der Arbeitszeit berichtet. Eine Trennung von Arbeit und Privatleben erlaubt hingegen das Abschalten von der Arbeit und somit Erholung. Das gemeinsame Vereinbaren von Regeln zur Erreichbarkeit kann einer Entgrenzung beider Lebensbereiche vorbeugen und bietet den Beschäftigten mehr Handlungssicherheit.

Damit der soziale Austausch bei der erforderlichen effizienteren Zeitnutzung und bei gegebenenfalls unterschiedlichen freien Wochentagen weiterhin möglich ist, sollten gezielt Möglichkeiten zur Kommunikation eingeplant werden. Das fördert nicht nur den Informationsfluss, sondern auch das Betriebsklima.

Die Umstellung auf die 4-Tage-Woche erfordert eine hohe Sicherheits- und Gesundheitskompetenz [10] aller Angehörigen der Organisation, beispielsweise um eine interessierte Selbstgefährdung durch erhöhten Effizienzdruck zu vermeiden. Qualifizierungsmaßnahmen zu Zeit- und Stressmanagement können die Beschäftigten unterstützen, neue Arbeitsweisen effizient und gesundheitsgerecht zu gestalten.

Literatur

[1] Kötter, J.; Backhaus, N.: Arbeitszeitwünsche in Deutschland: Verbreitung, gesundheitliche Implikationen und Veränderungsdynamiken. baua: Bericht kompakt. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2025)

[2] BAuA: Arbeitszeitreport Deutschland: Ergebnisse der BAuA-Arbeitszeitbefragung 2021. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2022), S. 45

[3] Verantwortung für Deutschland. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 21. Legislaturperiode, 2025, https://www.koalitionsvertrag2025.de/, abgerufen am 27.02.2026

[4] Autonomy: The results are in: The UK's four-day-week pilot. Autonomy Research Ltd, Hampshire (2023)

[5] Haraldsson, G. D.; Kellam, J.: Going public: Iceland's journey to a shorter working week. Autonomy and Alda, Association for Democracy and Sustainability. (2021)

[6] Backmann, J.; Hoch, F.; Hüby, J.; Platz, M.; Sinnemann, M. F.: Die 4-Tage-Woche in Deutschland: Erste Ergebnisse des deutschen Pilotprojekts zur Arbeitszeitreduzierung. Intraprenör, Berlin (2024)

[7] Metschke, C.: Eine qualitative Untersuchung des Erlebens der 4-Tage-Woche in Bezug auf Arbeitszeitgestaltung, Work-Life-Balance und

Stressempfinden (unveröffentlichte Masterarbeit, Wirtschaftspsychologie). FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Berlin (2024)

[8] Backhaus, N.; Nold, J.; Entgelmeier, I.; Brenscheidt, F.; Tisch, A.: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu Arbeitszeit und gesundheitlichen Auswirkungen. 2. vollständig überarbeitete Auflage. baua: Fokus, (2023)

[9] Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Fragen und Antworten zur Arbeitszeiterfassung, https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Arbeitsrecht/Arbeitnehmerrechte/Regelungen-zur-Arbeitszeit/Fragen-und-Antworten/faq-arbeitszeiterfassung.html?nn=41efc481-8398-4e66-8448-a39bf3ce8245, abgerufen am 11.02.2026

[10] Zieschang, H.; Belz, T.; Heitmann, C.; Ludwig, S.: Sicherheits- und Gesundheitskompetenz – individuell und organisational, DGUV Forum (2024) Nr. 6, S. 14–18

Session 3

Messwertbasierte Analyse der Hand- und Fingerbelastung in der Physiotherapie

Theresa Braun, Sarah Campos, Ulrich Glitsch,
Omar El-Edrissi, Dominik Gräßle, Matthias Wanstrath,
Albert Nienhaus, Kai Heinrich

Befragungsdaten und messtechnische Analysen physischer Einwirkungen in der Veterinärmedizin (Erste Ergebnisse)

Matthias Wanstrath, Theresa Braun, Kai Heinrich,
Albert Nienhaus

Muskuloskelettales Entlastungspotenzial einer teilautomatisierten Entladehilfe in der Flughafengepäckabfertigung

Dominik Gräßle, Sarah Campos, Kai Heinrich, Philipp Wynands,
Ingo Hermanns-Truxius, Christoph Schiefer

Aktuelle Entwicklungen bei Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen

Dirk Ditchen



Messwertbasierte Analyse der Hand- und Fingerbelastung in der Physiotherapie

Theresa Braun[1], Sarah Campos[1], Ulrich Glitsch[1], Omar El-Edrissi[1], Dominik Gräßle[1], Matthias Wanstrath[2], Albert Nienhaus[2,3], Kai Heinrich[1]

[1] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
[2] Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)
[3] Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

1 Einleitung und Hintergrund

Die physiotherapeutische Tätigkeit zielt auf die Förderung der Gesundheit und Funktionsfähigkeit von Patientinnen und Patienten ab, geht jedoch zugleich mit arbeitsbedingten physischen Belastungen für die Therapeutinnen und Therapeuten einher, die potenziell mit der Entstehung von Muskel-Skelett-Beschwerden (MSB) zusammenhängen.

Eine Meta-Analyse zeigt, dass in Europa 17,8 % der Physiotherapeutinnen und -therapeuten über Beschwerden im Bereich des Daumens berichten, während 15,8 % Beschwerden im Handgelenk angeben [1]. Diese Beschwerden können Physiotherapeutinnen und -therapeuten nicht nur in ihrer beruflichen Tätigkeit, sondern auch in der Ausübung alltäglicher Aktivitäten einschränken [2; 3]. Vor diesem Hintergrund ist es von zentraler Bedeutung, die arbeitsbedingten Belastungen systematisch zu untersuchen. Hierzu stehen verschiedene methodische Ansätze zur Verfügung, darunter Fragebögen, Beobachtungen sowie sensorbasierte Erhebungen [4].

Fragebogenbasierte Untersuchungen identifizierten mehrere arbeitsbezogene Einflussfaktoren, die mit der Entstehung von MSB der distalen oberen Extremität (DOE) in Zusammenhang stehen. Dazu zählt insbesondere die regelmäßige Anwendung physiotherapeutischer Behandlungstechniken wie der manuellen Therapie [2; 3; 5], der Triggerpunkttherapie sowie der klassischen Massage [6].

Zur Entwicklung wirkungsvoller präventiver und rehabilitativer Interventionen ist eine präzise Charakterisierung dieser physiotherapeutischen Techniken erforderlich. Sensorbasierte Messverfahren bieten hierfür besonders geeignete Möglichkeiten, etwa die Erfassung der Muskelaktivität mittels Elektromyographie (EMG) oder die Aufzeichnung von Bewegung und Haltung durch Inertialsensorsysteme.

Bisher liegt nur eine begrenzte Zahl von Untersuchungen zur physischen Belastung der DOE in der Physiotherapie unter Einsatz sensorbasierte Messverfahren vor. Die verfügbaren Studien beschränken sich ausschließlich auf laborbasierte Analysen der Wirbelsäulenmobilisation [7; 8]. Studien, die weitere physiotherapeutische Techniken – etwa die Triggerpunkttherapie – mithilfe objektiver Messtechnik erfassen, konnten bislang nicht identifiziert werden.

Des Weiteren konnte keine Studie identifiziert werden, die den Zusammenhang zwischen messtechnisch erfassten Belastungsdaten und dem Auftreten von MSB der DOE im physiotherapeutischen Arbeitskontext untersucht.

Ebenso ließen sich keine Untersuchungen finden, die spezifische arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE), wie etwa die Rhizarthrose oder das Karpaltunnelsyndrom, im Kontext physiotherapeutischer Tätigkeiten analysieren. Vergleichbare Forschungsergebnisse stammen bisher lediglich aus anderen beruflichen Tätigkeitsfeldern [z. B. 9; 10]. Da jedoch jede MSE potenziell über eigene, spezifische Risikofaktoren verfügt [11], erscheint die differenzierte Untersuchung verschiedener MSE als ein relevantes Forschungsgebiet. Gleichzeitig bildet dieses Forschungsgebiet eine wesentliche Grundlage für evidenzbasierte Ermittlungen in Berufskrankheiten-Verfahren.

Aus diesem Grund initiierte die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) ein Forschungsprojekt mit dem Ziel, den Zusammenhang zwischen der physischen Belastung der DOE und dem Auftreten von MSB bzw. MSE in der physiotherapeutischen Praxis zu analysieren. Für die Erhebung werden messtechnische Verfahren sowie standardisierte Fragebögen und MRT-Untersuchungen eingesetzt. Die Durchführung der Fragebogenerhebung sowie die MRT-Untersuchungen liegt in der Verantwortung des Instituts und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS) in Dresden, während die messtechnische Erhebung vom Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) realisiert wird.

Messtechnische Verfahren zur Erfassung und Bewertung der Handgelenksbelastung wurden in der Literatur bereits beschrieben und in verschiedenen Berufsgruppen angewandt [12]. Aufgrund der komplexen Anatomie der Hand existieren derzeit jedoch weder Leitlinien noch ein wissenschaftlicher Konsens darüber, wie die Finger- bzw. Daumenbelastung messtechnisch erfasst und bewertet werden sollte. Vor diesem Hintergrund führte das IFA zunächst eine Studie zur Entwicklung eines geeigneten Messansatzes durch, um die Belastung der DOE von Physiotherapeutinnen und -therapeuten unter kontrollierten Laborbedingungen zu analysieren und anschließend eine Übertragung in die Feldforschung zu ermöglichen. Im vorliegenden Report werden die Ergebnisse und praktischen Erkenntnisse aus dieser Laborstudie betrachtet.

2 Methoden

Elf Physiotherapeutinnen wurden in die Studie eingeschlossen. Voraussetzung für die Studienteilnahme war eine abgeschlossene Weiterbildung in Manueller Therapie sowie praktische Erfahrung in Manueller Lymphdrainage, Triggerpunkttherapie und klassischer Massage. Physiotherapeutinnen und -therapeuten mit Beschwerden in der oberen Extremität wurden von der Teilnahme ausgeschlossen. Die Versuchspersonen wurden mit mehreren Messsystemen ausgestattet (Abbildung 1).

Zur Aufzeichnung der Haltungen und Bewegungen des gesamten Körpers inklusive der Finger wurden zwei kompatible inertialsensor-basierte Systeme verwendet (Xsens Awinda & Xsens Metagloves). Die Aktivierung der Unterarmmuskulatur wurde beidseitig mit Hilfe von jeweils sieben EMG-Sensoren aufgezeichnet. Im Vorfeld wurde die Reliabilität (Wiederholbarkeit) der Xsens Metagloves überprüft. Zudem wurde in einer Vorstudie eine geeignete Methode zur Skalierung der EMG-Signale ermittelt.

An freiwilligen Testpatienten übten die Physiotherapeutinnen eine Reihe von Therapietechniken aus. Die Auswahl der Therapietechniken erfolgte auf Basis der Literatur sowie Gesprächen mit praktizierenden Physiotherapeutinnen und -therapeuten. Das angewandte Studienprotokoll umfasste die standardisierte Anwendung von Techniken aus der Manuellen Therapie an der Lendenwirbelsäule, der Manuellen Lymphdrainage an den Beinen, der Triggerpunkt-Therapie im Schulter-/Nackenbereich sowie der klassischen Massage des Rückens.

Zur Bewertung der Belastung des Handgelenks wurde das Threshold Limit Value (TLV) for Hand Activity Level (HAL) der American Conference of Governmental Industrial Hygienists [13] herangezogen. Dieses Bewertungsinstrument ermöglicht die Beurteilung manueller Tätigkeiten auf Grundlage der kombinierten Betrachtung der beiden arbeitsbezogenen Risikofaktoren Repetition und

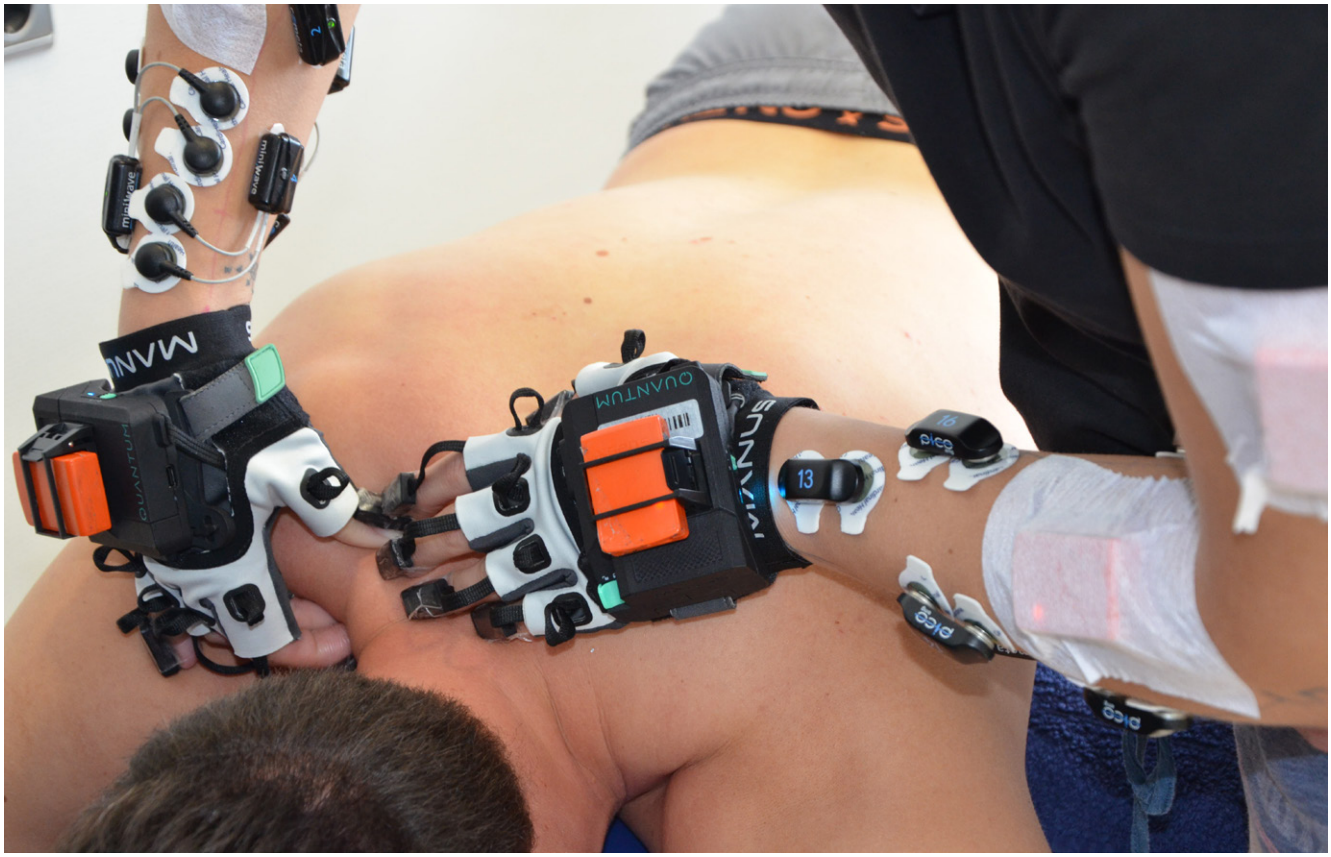


Abbildung 1: Beispielhafter Ausschnitt aus der Anwendung der Triggerpunkttherapie im Nackenbereich, während die Versuchsperson Inertial- und Elektromyographiesensoren trägt. Quelle: DGUV

ausgeübte Handkraft. Die Repetition wurde auf Grundlage der mittels Inertialsensorik erfassten Bewegungsdaten berechnet. Die ausgeübte Handkraft wurde gemäß den Vorgaben der ACGIH anhand des 90. Perzentils der mittels EMG erfassten muskulären Beanspruchung quantifiziert.

Derzeit existiert kein Instrument zur Bewertung der Daumenbelastung, da bislang keine systematischen Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen biomechanischen Risikofaktoren und dem Auftreten von MSE des Daumens vorliegen.

3 Ergebnisse und Erfahrungen

In der kombinierten Bewertung mittels TLV-HAL lagen alle untersuchten physiotherapeutischen Techniken oberhalb des Action Limits, was auf ein moderates Risiko für MSE des Handgelenks hinweist. Entsprechend sollten diese Tätigkeiten verstärkt überwacht werden, um die Gesundheit der Therapeutinnen sicherzustellen [14]. Die Triggerpunkttherapie und die klassische Massage lagen zudem sehr nahe am TLV. Eine Überschreitung des TLV würde auf ein erhöhtes Risiko für MSE hinweisen und die Notwendigkeit geeigneter Kontroll- und Präventionsmaßnahmen zur Reduktion der physischen Belastung verdeutlichen [14].

Es zeigten sich Unterschiede zwischen den physiotherapeutischen Techniken hinsichtlich der Ausprägung der beiden betrachteten Risikofaktoren. Die manuelle Lymphdrainage wies die höchste Repetition auf, während bei der manuellen Therapie die geringste Repetition festgestellt wurde. Die höchste muskuläre Beanspruchung wurde während der Triggerpunkttherapie beobachtet, während die manuelle Lymphdrainage die geringste muskuläre Beanspruchung zeigte.

Die größten Daumengelenkswinkel in Abduktionsrichtung wurden während der klassischen Massage beobachtet, während die größten Flexionswinkel im Rahmen der Triggerpunkttherapie auftraten. Ungeachtet dessen lagen die erfassten Daumengelenkswinkel bei allen untersuchten Therapietechniken nahe der passiven Bewegungsgrenze, welche bei den Physiotherapeutinnen mittels Goniometrie bestimmt wurde. Bei allen untersuchten Therapietechniken zeigte sich eine hohe Beanspruchung der Daumenmuskulatur. Sie lag etwa zwei- bis dreimal über der Beanspruchung, die bei alltäglichen Tätigkeiten wie dem Greifen und Tragen von Lasten im Bereich von 2,5 bis 3 kg auftritt [15].

Wie erwartet erforderte die Anbringung der zahlreichen Sensoren eine lange Vorbereitungszeit. Besonders die 14 Elektromyographie-Sensoren wirkten sich aufgrund der notwendigen präzisen Platzierung zur Sicherstellung einer hohen Datenqualität deutlich auf den zeitlichen Aufwand aus. In Feldstudien sollte der Zeitaufwand der Vorbereitung möglichst gering gehalten werden, um den Arbeitsalltag der Physiotherapeutinnen und -therapeuten möglichst wenig zu stören. Daher wird für die Feldstudie die Anzahl der EMG-Sensoren reduziert.

Die Physiotherapeutinnen berichteten, dass sie sich durch die eingesetzte Messtechnik kaum in ihrer Arbeitsausführung eingeschränkt fühlten und die untersuchten physiotherapeutischen Tätigkeiten weitgehend in ihrer für sie natürlichen Weise durchführen konnten. Lediglich bei sehr spezifischen Bewegungen, wie dem Ausstreichen der Muskulatur mit den Fingerknöcheln, wurden vereinzelte Einschränkungen angegeben.

4 Fazit und Ausblick

Die Umsetzung des entwickelten Messansatzes erwies sich unter kontrollierten Laborbedingungen als erfolgreich und praktikabel. Die Ergebnisse der Belastungsanalyse des Handgelenks deuteten insgesamt auf ein moderates Risiko für die Entwicklung von MSE des Handgelenks hin. Darüber hinaus zeigte sich, dass die während der physiotherapeutischen Tätigkeiten eingenommenen Daumengelenkswinkel bei allen untersuchten Techniken nahe an der individuell bestimmten passiven Bewegungsgrenze der Physiotherapeutinnen lagen. Begleitend dazu wurde eine hohe muskuläre Beanspruchung der Daumenmuskulatur festgestellt.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Laborstudie werden in einer separaten Publikation in einer arbeitswissenschaftlichen Fachzeitschrift dargestellt.

Um die in der Laborstudie ermittelten Ergebnisse zu bestätigen und weiterführende Analysen (z. B. Ermittlung Schichtbelastung) sowie den Aufbau eines Messwertkatasters zur Unterstützung von Berufskrankheiten-Ermittlungen zu ermöglichen, ist die Durchführung einer Feldstudie unter realen Arbeitsbedingungen vorgesehen. Hierbei soll insbesondere ein reduziertes EMG-Messsetup zum Einsatz kommen, um den Zeitaufwand zu verringern und so die Akzeptanz der Erhebungen im Arbeitsalltag zu erhöhen.

Ein weiterer wesentlicher Forschungsschritt besteht in der Einordnung der erhobenen Daumenbelastung hinsichtlich ihres gesundheitlichen Risikopotenzials. Dies soll durch eine Verknüpfung der ermittelten Muskel-Skelett-Belastung mit Prävalenzdaten aus dem zweiten Teilprojekt des IPAS in Dresden erfolgen. Es eröffnet sich so die Möglichkeit, den Messansatz als standardisiertes Instrument zur ergonomischen Bewertung daumen- und handintensiver Tätigkeiten in unterschiedlichen beruflichen Kontexten weiterzuentwickeln.

Literatur

[1] Gorce, P.; Jacquier-Bret, J.: Global prevalence of musculoskeletal disorders among physiotherapists: a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord 24 (2023) Nr. 1, S. 265

[2] Cromie, J. E.; Robertson, V. J.; Best, M. O.: Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: prevalence, severity, risks, and responses. Physical therapy 80 (2000) Nr. 4, S. 336–351

[3] Glover, W.; McGregor, A.; Sullivan, C.; Hague, J.: Work-related musculoskeletal disorders affecting members of the Chartered Society of Physiotherapy. Physiotherapy 91 (2005) Nr. 3, S. 138–147

[4] Winkel, J.; Mathiassen, S. E.: Assessment of physical work load in epidemiologic studies: concepts, issues and operational considerations. Ergonomics 37 (1994) Nr. 6, S. 979–988

[5] Campo, M.; Hyland, M.; Sueki, D.; Pappas, E.: Wrist and hand pain in orthopaedic physical therapists: A mixed-methods study. Musculoskeletal Science and Practice 43 (2019), S. 26–36

[6] McMahon, M.; Stiller, K.; Trott, P.: The prevalence of thumb problems in Australian physiotherapists is high: an observational study. Australian Journal of physiotherapy 52 (2006) Nr. 4, S. 287–292

[7] Gorrell, L. M.; Nyirö, L.; Pasquier, M.; Pagé, I.; Heneghan, N. R.; Schweinhardt, P.; Descarreaux, M.: Spinal mobilization force-time characteristics: A scoping literature review. Plos one 18 (2023) Nr. 11, S. e0289462

[8] Hu, M.-T.; Hsu, A.-T.; Su, F.-C.: Kinematic analyses of the thumb during simulated posteroanterior glide mobilization. Plos one 11 (2016) Nr. 9, S. e0161624

[9] Fontana, L.; Neel, S.; Claise, J.-M.; Ughetto, S.; Catilina, P.: Osteoarthritis of the Thumb Carpometacarpal Joint in Women and Occupational Risk Factors: A Case–Control Study. The Journal of Hand Surgery 32 (2007) Nr. 4, S. 459–465

[10] Gell, N.; Werner, R. A.; Franzblau, A.; Ulin, S. S.; Armstrong, T. J.: A longitudinal study of industrial and clerical workers: incidence of carpal tunnel syndrome and assessment of risk factors. Journal of occupational rehabilitation 15 (2005), S. 47–55

[11] Da Costa, B. R.; Vieira, E. R.: Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. American journal of industrial medicine 53 (2010) Nr. 3, S. 285–323

[12] Seidel, D. H.; Heinrich, K.; Hermanns-Truxius, I.; Ellegast, R. P.; Barrero, L. H.; Rieger, M. A.; Steinhilber, B.; Weber, B.: Assessment of work-related hand and elbow workloads using measurement-based TLV for HAL. Applied Ergonomics 92 (2021), S. 103310

[13] ACGIH: TLVs® and BEIs®: Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®), Cincinatti, Ohio (2018), S. 182–213

[14] Yung, M.; Dale, A. M.; Kapellusch, J.; Bao, S.; Harris-Adamson, C.; Meyers, A. R.; Hegmann, K. T.; Rempel, D.; Evanoff, B. A.: Modeling the effect of the 2018 revised ACGIH® hand activity threshold limit value®(TLV) at reducing risk for carpal tunnel syndrome. Journal of Occupational and environmental hygiene 16 (2019) Nr. 9, S. 628–633

[15] Roda-Sales, A.; Jarque-Bou, N. J.; Bayarri-Porcar, V.; Gracia-Ibáñez, V.; Sancho-Bru, J. L.; Vergara, M.: Electromyography and kinematics data of the hand in activities of daily living with special interest for ergonomics. Scientific Data 10 (2023) Nr. 1, S. 814

Befragungsdaten und messtechnische Analysen physischer Einwirkungen in der Veterinärmedizin (Erste Ergebnisse)

Matthias Wanstrath[1], Theresa Braun[2], Kai Heinrich[2], Albert Nienhaus[1]

[1] Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

[2] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Tierärztinnen und Tierärzte sind im Berufsalltag vielfältigen physischen Belastungen ausgesetzt, die zu muskuloskelettalen Beschwerden (MSB) führen können. Die bisherige Studienlage ist insbesondere für Deutschland unzureichend und weist große methodische Unterschiede auf. Ziel des vorgestellten Forschungsprojekts ist es, belastbare Daten zu arbeitsbedingten körperlichen Beanspruchungen und deren gesundheitlichen Auswirkungen zu generieren. Hierzu wird ein Mixed-Method-Ansatz gewählt, der eine Online-Befragung mit biomechanischen Expositionsmessungen kombiniert. Die Ergebnisse sollen die Grundlage für evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen sowie die Entwicklung eines Tätigkeiten-Expositions-Katasters bilden.

1 Hintergrund und Problemstellung

Die veterinärmedizinische Tätigkeit ist durch zahlreiche körperlich belastende Arbeitsanforderungen geprägt. Dazu zählen insbesondere das Heben und Fixieren von Tieren, Arbeiten in Zwangshaltungen sowie repetitive Bewegungen bei diagnostischen und chirurgischen Tätigkeiten.

Während in anderen Branchen seit Jahren zu arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen geforscht wird, ist die Datenlage in der Veterinärmedizin erstaunlich dünn [1]. Dabei wissen wir aus nationalen und internationalen Studien – siehe etwa [2] –, dass Tierärztinnen und Tierärzte überdurchschnittlich häufig über Schmerzen im Nacken-, Schulter- und Armbereich klagen. Diese Beschwerden sind nicht nur individuell belastend, sondern führen auch zu Fehlzeiten, Berufsausstieg und Leistungseinschränkungen. Das hat Folgen – für die Betroffenen, aber auch für die tierärztliche Versorgung insgesamt.

2 Zielsetzung

Ziel des Forschungsprojekts ist die systematische Erfassung körperlicher Belastungen in der Veterinärmedizin sowie deren Zusammenhang mit muskuloskelettalen Beschwerden.

Darüber hinaus sollen:

- Risikotätigkeiten identifiziert werden,
- Präventions- und Bewältigungsstrategien analysiert werden
- und eine wissenschaftliche Grundlage für Präventionsprogramme geschaffen werden.

3 Methodik

3.1 Online-Befragung

Im Rahmen einer Querschnittsstudie werden Tierärztinnen und Tierärzte mittels standardisierter Fragebögen befragt. Erfasst werden soziodemografische Daten, tätigkeitsbezogene Informationen (z. B. Arbeitsabläufe oder die Häufigkeit körperlicher Tätigkeiten), Belastungen und Beschwerden insbesondere im Bereich Schulter, Arm und Hand sowie individuelle Verhaltens- und Präventionsstrategien.

Die Dissemination erfolgt über Tierärztekammern, Fachveranstaltungen sowie digitale Kanäle, um eine möglichst breite Teilnahme zu gewährleisten.

3.2 Expositionsmessungen

Ergänzend werden biomechanische Messungen im Arbeitsalltag durchgeführt. Zum Einsatz kommen unter anderem:

- Elektromyographie (EMG) zur Erfassung der Muskelaktivität,
- Inertialsensoren zur Erfassung von Bewegungen, Winkeln und Beschleunigungen
- sowie Videoaufzeichnungen zur Kontextualisierung der Tätigkeiten.

Diese objektiven Daten ermöglichen eine detaillierte Analyse realer Belastungssituationen.

3.3 Verknüpfung der Daten

Die Kombination subjektiver Befragungsdaten mit objektiven Messdaten erlaubt eine umfassende Bewertung der Arbeitsbelastungen. Ziel ist die Entwicklung eines Tätigkeiten-Expositions-Katasters, das belastungsspezifische Profile veterinärmedizinischer Tätigkeiten beschreibt und für Prävention sowie Begutachtung nutzbar macht.

4 Bedeutung für Praxis und Prävention

Die Ergebnisse des Projekts leisten einen wichtigen Beitrag für verschiedene Akteure:

- **Für Tierärztinnen und Tierärzte:**
  Sensibilisierung für eigene Belastungen sowie Entwicklung von Präventionsstrategien.
- **Für Institutionen und Kammern:**
  Evidenzbasierte Grundlage für Präventionsprogramme und Beratung.
- **Für Forschung und Unfallversicherung:**
  Verbesserung der Datenlage und Unterstützung bei der Bewertung arbeitsbedingter Erkrankungen.

Langfristig trägt das Projekt dazu bei, die Gesundheit im tierärztlichen Beruf nachhaltig zu fördern und die Branche stärker in der Präventionsforschung zu verankern.

5 Fazit

Die Veterinärmedizin ist durch hohe körperliche Anforderungen geprägt, deren Auswirkungen bislang unzureichend untersucht sind. Der vorgestellte Mixed-Method-Ansatz ermöglicht erstmals eine fundierte und praxisnahe Analyse von Belastungen und Beschwerden.

Die gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlage für gezielte ergonomische Interventionen und leisten einen wichtigen Beitrag zur langfristigen Gesundheit von Tierärztinnen und Tierärzten.

Literatur

[1] Thielmann, B.; Pohl, R.; Böckelmann, I.: Physical stress and musculoskeletal complaints of veterinarians - A narrative review. Appl Ergon (2024) Feb;115:104180. doi: 10.1016/j.apergo.2023.104180. Epub 2023 Nov 25. PMID: 38008038

[2] Kozak, A.; Schedlbauer, G.; Peters, C.; Nienhaus, A.: Self-reported musculoskeletal disorders of the distal upper extremities and the neck in German veterinarians: a cross-sectional study. PLoS One. (2014 Feb 19; 9(2):e89362. doi: 10.1371/journal.pone.0089362. PMID: 24586718; PMCID: PMC3929685

Muskuloskelettales Entlastungspotenzial einer teilautomatisierten Entladehilfe in der Flughafengepäckabfertigung

Dominik Gräßle, Sarah Campos, Kai Heinrich, Philipp Wynands,
Ingo Hermanns-Truxius, Christoph Schiefer
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Die Gepäckabfertigung ist ein zentraler Tätigkeitsbereich an Flughäfen. Sie zeichnet sich durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit teilweise hohen Lasten unter ergonomisch ungünstigen Bedingungen aus. Am Flughafen München wurde zur Reduktion der Muskel-Skelett-Belastungen in der Gepäckabfertigung ein teilautomatisiertes Förderband zwischen Gepäckwagen und Terminalförderband erprobt. Ziel dieser Feldmessung war die messtechnische Erfassung und Analyse des muskuloskelettalen Entlastungspotenzials dieses Förderbandes unter realen Arbeitsbedingungen. Unter Verwendung des CUELA-Messverfahrens wurden Ganzkörperkinematik und vertikale Bodenreaktionskräfte erfasst, auf deren Grundlage die Bandscheiben-Kompressionskräfte mittels eines biomechanischen Menschmodells simuliert wurden. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Reduktion des wirksamen Lastgewichts sowie der lumbalen Belastungsspitzen während des Gepäckstücktransfers, während die Rumpfvorneigung unverändert hoch blieb. Die Entlastungswirkung des Förderbandes ist transferphasenabhängig und erfordert ergänzende arbeitsorganisatorische und ergonomische Maßnahmen. Insgesamt weist das Förderband ein präventives Potenzial auf, dessen Wirksamkeit jedoch durch die Arbeitsumgebung und die Bedienkompetenz beeinflusst wird.

1 Einleitung

Die Gepäckabfertigung stellt einen körperlich anspruchsvollen Basisarbeitsplatz dar, der keine formale Berufsausbildung erfordert [1], jedoch regelmäßige und teils hohe physische Belastungen mit sich bringt. Das Arbeitsumfeld ist geprägt von häufigem Heben, Tragen und Ziehen schwerer Gepäckstücke in Kombination mit ungünstigen Körperhaltungen, wie einer erhöhten Rumpfvorneigung und Rotationsbewegungen. Dies führt zu einer erhöhten Muskel-Skelett-Belastung (MSB). Die MSB wirkt sich insbesondere im Bereich des unteren Rückens sowie an den Schultern aus [2].

In den Studien von Bergsten et al. [3] und Tafazzoli et al. [4] wurde die MSB in der Gepäckabfertigung auf Basis des „Standardised Nordic Questionnaires“ [5] evaluiert. Die Studien wurden mit schwedischen (n = 525) und iranischen (n = 209) Ramp Agents durchgeführt, die das Gepäck am und im Flugzeug umschlagen. Die Ergebnisse beider Studien zeigen, dass mehr als die Hälfte des befragten Personals unter muskuloskelettalen Beschwerden litt, wobei Rückenschmerzen am häufigsten auftraten und häufig zu Einschränkungen bei der Arbeit führten.

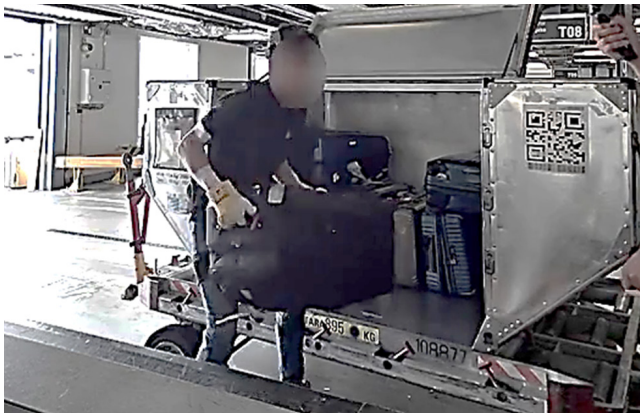
Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung mittels Leitmerkmalmethode [6; 7] wurde der Arbeitsplatz am Flughafen München (MUC) ebenfalls als hoch belastend identifiziert und nach einem praktikablen technischen Lösungsansatz gesucht.

Aufgrund der räumlichen Restriktionen und der Komplexität des Gepäcksortierprozesses wurde ein kompaktes, teilautomatisiertes Förderband (FB) probeweise installiert. Das FB überträgt das Gewicht der Gepäckstücke auf ein im Boden montiertes Schienensystem und ist mittels Multifunktionsgriff in allen Raumachsen einstell- bzw. verschiebbar.

Im Auftrag der Kommunalen Unfallversicherung Bayern quantifizierte das Institut für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV das muskuloskelettale Entlastungspotenzial des FB unter Berücksichtigung der Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) 13.2 [8] messtechnisch. Ergänzend wurden aus den Messergebnissen und Beobachtungen praxisrelevante Empfehlungen abgeleitet, um das Potenzial des FB möglichst umfassend auszunutzen.

2 Methodik

An der Feldmessung nahmen fünf freiwillige männliche Beschäftigte der Gepäckabfertigung (Alter: 30,0 ± 5,7 Jahre; Körpergröße: 180,9 ± 5,3 cm; BMI: 23,4 ± 2,7) teil. Alle Probanden waren im Umgang mit dem FB geschult und hatten mit diesem mindestens einen Arbeitstag gearbeitet.



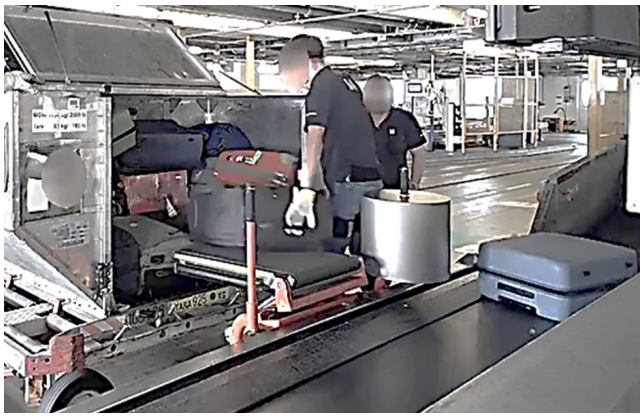


Abbildung 1 und 2: Entladetätigkeit mit und ohne FB

Die Datenerhebung erfolgte während regulärer Arbeitsschichten im operativen Abfertigungsbetrieb des Flughafens. Zur Analyse intraindividueller Effekte führten die Mitarbeitenden die Entladetätigkeit sowohl mit als auch ohne Entladehilfe aus. Die Gepäckstücke wurden in verschiedenen Containertypen an die Entladestation geliefert. Deren Beladungszustand und die Entladefrequenz richteten sich nach Flugplan und Flugzeugtyp und entsprachen typischen Arbeitsbedingungen.

Bei der Datenerhebung wurde das CUELA-Mess- und Bewertungsverfahren eingesetzt [9]. Zur Erfassung der Ganzkörperkinematik kam hierbei das mobile Motion-Capture-System Awinda (17 Inertialsensoren, 60 Hz; Movella) zum Einsatz. Die „vertikalen" Bodenreaktionskräfte wurden mit Loadsol-Einlegesohlen (50 Hz; Größen 40–45, Novel) aufgezeichnet. Eine videobasierte Dokumentation der Arbeitstätigkeit erfolgte synchron zu den Messungen. Auf Basis der Videodokumentation wurden klar abgrenzbare Tätigkeiten und deren Zeitintervalle für die Auswertung definiert. Hierzu zählten:

Entladeintervall: Zeitraum von der ersten bis zur letzten manuellen Gepäckstückinteraktion bei der Entladung eines Frachtcontainers.

Transferintervall: Zeit, in der ein einzelnes Gepäckstück vom Frachtcontainer auf das FB bzw. das Terminal-Gepäckförderband transferiert wird.

Sonstige Tätigkeit: Zeitintervall zwischen zwei Entladeintervallen, enthält Flugplan bedingte Wartepausen und Nicht-Entladetätigkeiten.

Die Ergebnisdarstellung dieser Publikation betrachtet ausschließlich Belastungsparameter des unteren Rückens.

Im Kontext der Datenerhebung unter Realbedingungen konnten die Gepäckstückmassen und Handaktionskräfte nicht direkt gemessen werden. Das wirksame Lastgewicht wurde als Differenz zwischen dem 95. Perzentil (P95) der vertikalen Bodenreaktionskräfte im Transferintervall (mit getragenem Gepäck und unter dynamischen Bedingungen) und der statischen Körpergewichtskraft der Versuchspersonen approximiert. Das hieraus abgeleitete wirksame Lastgewicht beschreibt die vertikal wirkende Gewichtskraft, die durch die Bewegung bzw. Beschleunigung der gehandhabten Gepäckmasse entsteht. Dabei wurde die Gewichtskraft der beschleunigten Körpersegmente bewusst vernachlässigt, um den isolierten Einfluss der externen Last auf die vertikale Belastung zu quantifizieren.

Zur Simulation der Bandscheibenkompressionskräfte (Compression Forces, CF) im lumbosakralen Übergang (L5/S1) wurde das biomechanische Menschmodell CUELA-Dortmunder eingesetzt [10; 11]. Die Modellierung stützt sich einerseits auf die während der Messungen erhobenen kinematischen Eingangsdaten und andererseits auf angenommene Lastwerte, die eine mittlere Gepäckstückmasse von 18 kg in der Bedingung ohne FB bzw. 9 kg in der Bedingung mit FB berücksichtigen. Die Werte basierten auf den durch die Messungen approximierten wirksamen Lastgewichten und den Angaben des Flughafens.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die für die Rückenbelastung relevanten Bewegungsparameter dargestellt. Anschließend erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der indirekt gemessenen externen Kräfte, die auf den unteren Rücken einwirken. Abschließend wird die biomechanische Simulation der Bandscheibenbelastung im unteren Rücken unter Berücksichtigung der Bewegungsparameter und externen Kräfte situativ betrachtet.

Die Verteilungen der Rumpfvorneigung im Transferintervall wird in Abbildung 3 als Boxplot (P05, P25, P50, P75, P95) dargestellt. Das hinterlegte Ampel-Bewertungsschema basiert auf der Normeinteilung der DIN EN 1005-4 [12]. Sowohl ohne als auch mit FB ist die Rumpfvorneigung auf ähnlichem Niveau im bedingt akzeptablen Bereich mit der Tendenz eines leichten Anstiegs mit FB, bei n = 575 gehandhabten Gepäckstücken ohne FB und n = 653 mit FB.

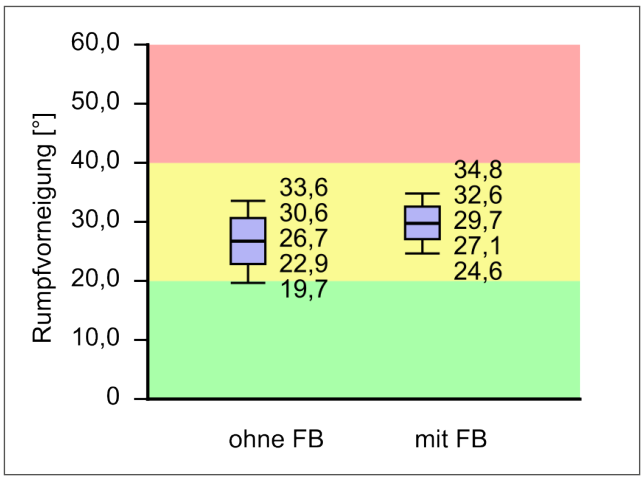


Abbildung 3: Verteilung des Winkels der Rumpfvorneigung im Transferintervall ohne (n = 575 Gepäckstücke) und mit FB (n = 653)

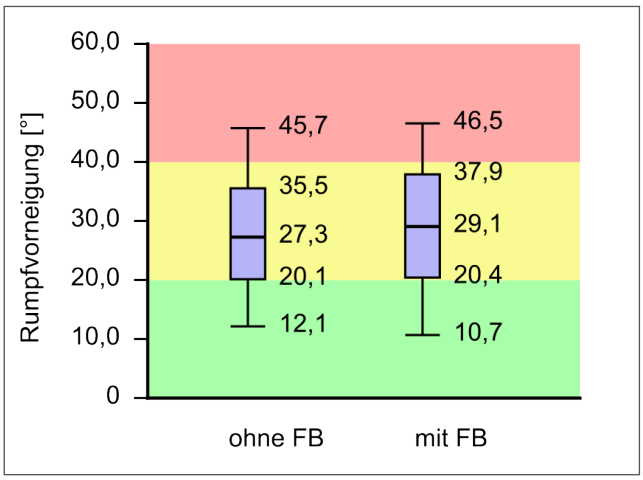


Abbildung 4: Verteilung der Rumpfvorneigung bei der Entladung von n = 43 Frachtcontainern ohne FB und n = 50 mit FB. Hier ist die Vorneigung mit und ohne FB auf ähnlichem Niveau und ragt in den nicht akzeptablen Bereich.

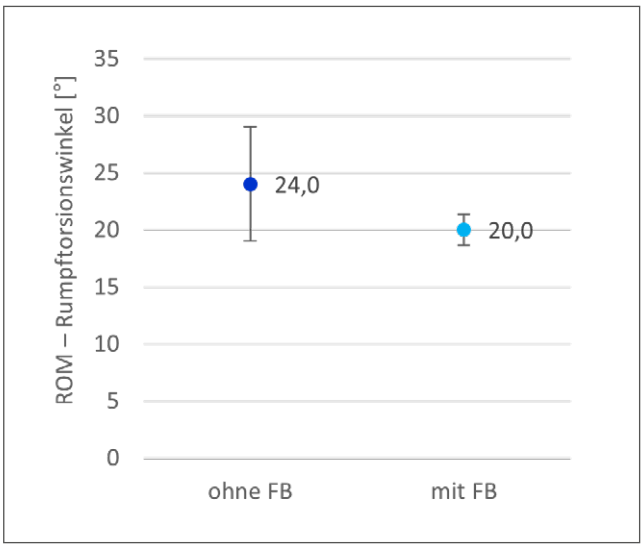


Abbildung 5: ROM-Mittelwert des Rumpftorsionswinkels (± SD) im Transferintervall ohne 24,0 ± 5,0° (n = 575 Gepäckstücke) und mit FB 20,0 ±1,4° (n = 653)

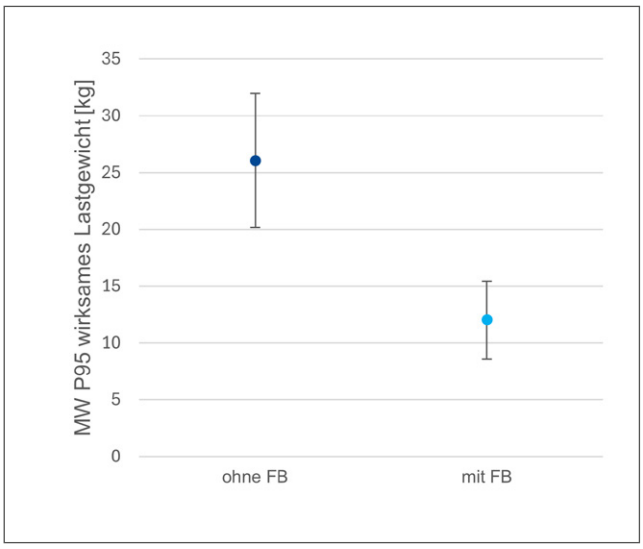


Abbildung 6: P95-Mittelwert (± SD) des wirkenden Lastgewichts im Transferintervall ohne 26,1 ± 5,9 kg (n = 575 Gepäckstücke) und mit FB 12,0 ± 3,4 kg (n = 653)

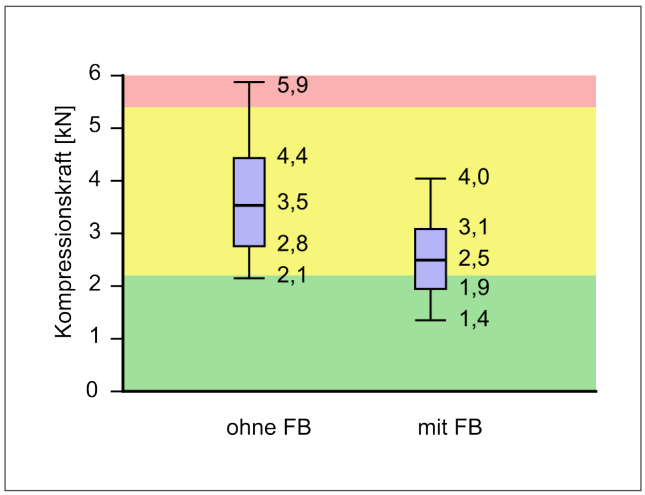


Abbildung 7: Verteilung der Kompressionskraft am Lenden-Kreuzbein-Übergang im Transferintervall ohne (n = 575 Gepäckstücke) und mit FB (n = 653)

In Abbildung 5 wird der mittlere Bewegungsumfang (Range Of Motion, ROM) der Rumpftorsion mit Standardabweichung (SD) als Differenz der Start- und Endposition der Bewegung im Transferintervall ohne (24,0 ± 5,0°) und mit FB (20,0 ± 1,4°) dargestellt. Der ROM der Rumpftorsion wird durch die Verwendung des FB im Transferintervall reduziert.

Die Mittelwerte des P95 des wirksamen Lastgewichts und dessen SD im Transferintervall ohne (26,1 ± 5,9 kg) und mit FB (12,0 ± 3,4 kg) werden in Abbildung 6 dargestellt. Das Transferintervall mit FB zeigt eine deutliche Reduktion des wirksamen mittleren Lastgewichts.

Abbildung 7 zeigt die Verteilung der durch das CUELA-Dortmunder Modell [10] simulierten Kompressionskräfte im Transferintervall für die Bedingungen ohne und mit FB. Da die Stichprobe ausschließlich männliche

Probanden umfasst, basiert das hinterlegte Ampelschema auf den „Revidierten Dortmunder Richtwerten“ für Männer [13]. Der rote Bereich kennzeichnet Kompressionskraftwerte, bei denen für alle männlichen Altersklassen ein deutlich erhöhtes Risiko potenziell schädigender Wirkungen angenommen wird. Der grüne Bereich markiert hingegen Kräfte, die altersgruppenübergreifend mit einem geringen Risiko einer gesundheitsschädigenden Belastung der Lendenwirbelsäule assoziiert sind. Die Simulation mit den Lastgewichten (ohne FB ~ 18 kg, mit FB ~ 9 kg) zeigt im Boxplot eine deutliche Reduktion der Kompressionskraft (CF) von 5,9 kN auf 4,0 kN im P95 und von 3,5 kN auf 2,5 kN im Median bei Verwendung des FB.

4 Diskussion und Praxisempfehlungen

Die Ergebnisse der Feldmessung und der anschließenden Simulationsrechnungen zeigen, dass das FB sowohl die Bewegung als auch die auf den Körper wirkenden Kräfte messbar beeinflusst. Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist die Aussagekraft der Studienergebnisse jedoch eingeschränkt, sodass diese als Tendenzen zu interpretieren sind. Zudem muss die Wirkung des FB differenziert betrachten werden, da das FB ausschließlich während des Transferierens der Gepäckstücke eine technische Unterstützung bietet.

Die Rumpfvorneigung ist ein zentraler Prädiktor der lumbalen Wirbelsäulenbelastung. Trotz der Einstellungsmöglichkeiten des FB bleibt die Verteilung der Rumpfvorneigung mit und ohne FB auf ähnlichem hohem Niveau. Sie liegt sowohl im Transfer- als auch im Entladeintervall im bedingt bis nicht akzeptablen Bereich. Dies deutet darauf hin, dass die ergonomische Wirkung des FB auf die Rumpfhaltung begrenzt ist. Mögliche Erklärungen umfassen den erhöhten Platzbedarf des FB, der Zwangshaltungen vor dem Gepäckwagen begünstigen kann, eine nicht optimal angepasste Einstellung des FB sowie die durch das System reduzierte effektive Gepäckstückmasse, die es den Beschäftigten ermöglicht, auch in ungünstigeren Körperhaltungen zu arbeiten. Ergonomische Optimierungsansätze sollten diese Aspekte berücksichtigen.

Als gestalterische Maßnahme wurde dem MUC empfohlen, die zwischen Hauptförderband und Gepäckwagen befindliche Stufe zu entfernen, damit das Personal ebenerdig vor den Gepäckwagen steht. Dies erhöht die relative Lage der Gepäckstücke zum Personal und wirkt einer übermäßigen Rumpfvorneigung entgegen. Alternative Sicherungsmaßnahmen für die Mitarbeiter bei der Einfahrt der Gepäckwagen sind hierbei zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie [14] zeigen, dass Rumpfrotationen in Kombination mit Lastenhandhabung und Rumpfneigung zu einer erhöhten biomechanischen Belastung des Rückens führen. Diese kann das Risiko für das Auftreten von Bandscheibenvorfällen signifikant erhöhen. In der vorliegenden Untersuchung konnte bei 80 % der untersuchten Mitarbeiter im Transferintervall, dem Zeitraum mit der theoretisch höchsten Lasteinwirkung im Arbeitsablauf, eine positiv zu bewertende Reduktion des ROM bei der Verwendung des FB gemessen werden.

Die mittels Einlegesohlen erfassten vertikalen Bodenreaktionskräfte ermöglichten eine Abschätzung des mittleren wirkenden Lastgewichts. Der Einsatz des FB führte hierbei zu einer deutlichen Reduktion des mittleren wirkenden Lastgewichts, was die angenommene unterstützende Wirkung des Systems bestätigt. Die Ergebnisse stützen zugleich die im Modell zur Simulation der Bandscheiben-Kompressionskräfte verwendeten statischen Lastannahmen von 18 kg bzw. 9 kg. Da dieser Ansatz jedoch keine direkten Aussagen über die tatsächlich wirkenden Hand-Aktionskräfte zulässt, sind die mit dem CUELA Dortmunder berechneten Kompressionskräfte als plausible Näherung zu interpretieren. Insgesamt deutet der Vergleich beider Bedingungen auf eine deutliche situative Entlastung durch das FB hin.

Die situative Reduktion der Bandscheiben-Kompressionskräfte erlaubt noch keine Aussage über die Kompressionskraft-Tagesdosis. Angesichts der hohen Anzahl und Masse der zu bewegenden Gepäckstücke ist eine schichtbezogene Betrachtung erforderlich, um den präventiven Nutzen des FB angemessen zu bewerten. Daher wurde eine erweiterte Analyse auf Basis eines sich in Entwicklung befindlichen präventiven Bewertungsansatzes zur Bestimmung der Kompressionskraft-Tagesdosis vorgenommen [15]. Die individuellen Messzeitreihen wurden hierfür anhand bekannter Schichtpläne zu vollständigen Tagesschichten extrapoliert und anschließend unter definierten Einschlusskriterien ausgewertet. Erste Ergebnisse weisen auf eine deutliche Reduktion der Kompressionskraftdosis durch das FB hin, wobei die Belastung an L5/S1 weiterhin auf hohem Niveau bleibt. Eine vertiefte Darstellung der simulierten Tagesdosen im Rahmen des präventiven Bewertungsansatzes ist in künftigen Publikationen geplant.

Der entlastende Effekt des FB ist wesentlich von den technischen Rahmenbedingungen, der Arbeitsorganisation und der korrekten Einstellung des FB abhängig. Auf Grundlage der erhobenen Messdaten wurde der Einsatz des FB als belastungsreduzierende technische Maßnahme empfohlen. Während der Feldmessung zeigte sich, dass das Terminal-Gepäckförderband in einigen Situationen nicht gestartet werden konnte, da das FB den Zugang zum Bedienfeld blockierte. Daher wurde die Installation eines zusätzlichen Bedienfeldes am gegenüberliegenden Ende des Terminalförderbandes empfohlen. Dies erleichtert zudem ein wechselseitiges Entladen der Gepäckwagen und kann so einseitige körperliche Belastungen potenziell reduzieren.

Eine fehlerhafte Einstellung des FB kann zu erhöhtem Kraftaufwand oder ungünstigen Körperhaltungen und -bewegungen führen. Daher wurde eine gezielte Schulung zur korrekten Einstellung und Nutzung des Förderbandes als ergänzende präventive Maßnahme empfohlen.

Bereits während der Feldmessung zeigte sich, dass die Arbeitsgeschwindigkeit der Beschäftigten teilweise über der Förderleistung des Gepäckförderbandes und damit über dem notwendigen Niveau lag. Die Nutzung des untersuchten FB ermöglicht vergleichbare Umschlagsraten wie die manuelle Entladung und übersteigt die Kapazität des Hauptgepäckförderbandes, sodass kein negativer ökonomischer Effekt im Sinne einer Leistungsreduktion entsteht. Ähnliche Befunde berichten auch Böser et al. [2] für den Einsatz von Vakuumhebehilfen. Unter diesen Rahmenbedingungen erscheint ein langsameres und damit ergonomisch günstigeres Arbeiten mit dem FB möglich und empfehlenswert. Entsprechend wurde auch eine sensibilisierende Schulung der Mitarbeitenden empfohlen, um die Arbeitsdynamik zu reduzieren und die MSB nachhaltig zu senken.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt allen Probanden und Mitarbeitenden der AeroGround Flughafen München GmbH für die hervorragende Zusammenarbeit.

Literatur

[1] Bovenschulte, M.; Peters, R.; Burmeister, K.: Basisarbeit – Stützen der (Arbeits-) Gesellschaft. BMAS – Abteilung Denkfabrik Digitale (Arbeits-) Gesellschaft (2021). https://www.denkfabrik-bmas.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/Basisarbeit_Stuetzen_der_Arbeits_gesellschaft.pdf

[2] Böser, C. et al: Ermittlung der Belastung des Muskel-Skelett-Systems bei Verladetätigkeiten am Flughafen. IFA-Report 4/2011. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin (2011)

[3] Bergsten, E. et al: Psychosocial work factors and musculoskeletal pain: a cross-sectional study among Swedish flight baggage handlers. Biomed Res Int. https://doi.org/10.1155/2015/798042 (2015)

[4] Tafazzol, A.; Aref, S.; Mardani, M.; Haddad, O.; Parnianpour, M.: Epidemiological and biomechanical evaluation of airline baggage handling. Int J Occup Saf Ergon 22(2): 218–227 (2016)

[5] Kuorinka, I.; Jonsson, B.; Kilbom, A.; Vinterberg, H.; Biering-Sørensen, F.; Andersson, G.; Jørgensen, K.: Standardised, Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl Ergon.; 18(3): 233–237 (1987)

[6] BAuA: MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Gemeinsamer Abschlussbericht der BAuA und der DGUV Bd 1. BAuA, Dortmund, Dresden (2019)

[7] BAuA: Manuelles Heben, Halten und Tragen. Gefährdungsbeurteilung mit der Leitmerkmalmethode, 1. Aufl. Bundesanstalt Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2022)

[8] BMAS: AMR Nr. 13.2 „Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System. Bek. des BMAS in: GMBl Nr. 7, S. 154. (2022)

[9] Ellegast, R.; Hermanns, I.; Schiefer, C.: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. Z Arb Wiss 64: 101–110 (2010)

[10] Jäger, M.; Luttmann, A.; Göllner, R; Laurig, W.: The Dortmunder - Biomechanical Model for Quantification and Assessment of the Load on the Lumbar Spine. SAE Technical Paper 2001-01-2085 (2001)

[11] DGUV: MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Gemeinsamer Abschlussbericht der BAuA und der DGUV. Band 2. Berlin: DGUV (2020)

[12] DIN EN 1005-4: 2009 DE, Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Deutsche Fassung EN 1005-4:2005+A1:2008

[13] Jäger, M.: Die Revidierten Dortmunder Richtwerte. Zbl Arbeitsmed c69: 271–289 (2019)

[14] Jäger, M.; Seidler, A.: DWS-Richtwertestudie. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 64, S. 149–150 (2014)

[15] Schiefer, C.: Proposal for an Assessment Procedure for Lumbar Spine Workload. In: Jin, S., Kim, J.H., Kong, YK., Park, J., Yun, M.H. (eds) Proceedings of the 22nd Congress of the International Ergonomics Association, Volume 6. IEA 2024. Springer Series in Design and Innovation, vol 58. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-8904-0_1 (2025)

Aktuelle Entwicklungen bei Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen

Dirk Ditchen
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Etwa ein Fünftel aller Verdachtsanzeigen auf eine Berufskrankheit (BK) entfallen in der aktuellen Statistik der DGUV auf Erkrankungen aus der Gruppe „21 – Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen“. Aktuell gibt es 18 BK-Nummern in dieser Gruppe, wobei die Nummern 2117 („Läsionen der Rotatorenmanschette“) und 2118 („Gonarthrose im Profifußball“) erst im Jahr 2025 neu als Berufskrankheit aufgenommen worden sind. Insbesondere Erkrankungen der Wirbelsäule und der Kniegelenke zählen seit Jahren zu den am häufigsten angezeigten in dieser BK-Gruppe. Der Artikel stellt aktuelle Entwicklungen und neue Produkte im Bereich der Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen vor.

1 Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen

Am 1. April 2025 trat die Sechste Verordnung zur Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) vom 19. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 50) in Kraft [1]. In Anpassung an neue Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft wurde damit die Liste der Berufskrankheiten (Anlage 1 zur BKV) um die BK-Nummern 2117, 2118 und 4117 erweitert. Die aktuelle Liste der Berufskrankheiten umfasst somit insgesamt 85 Positionen (Stand: November 2025).

Für das Themenfeld „Ergonomie“ spielen insbesondere Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) eine wichtige Rolle. Diese sind in der BK-Liste in der Untergruppe „21 – Durch mechanische Einwirkungen verursachte Erkrankungen“ zusammengefasst. Diese Untergruppe umfasst aktuell 18 verschiedene Positionen (Stand: November 2025).

Mit Blick auf die BK-Statistik der Unfallversicherungsträger (UVT) wird deutlich, dass diese Berufskrankheiten auch heute noch eine große Rolle in Deutschland spielen. Unter den TOP 20 der am häufigsten gemeldeten Verdachtsanzeigen auf eine Berufskrankheit finden sich im Jahr 2024 sieben Erkrankungen durch mechanische Einwirkungen [2]. Von den 90.749 im Jahr 2024 insgesamt eingegangenen BK-Verdachtsanzeigen entfielen 17.096 auf Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen, was einem Anteil von ca. 19 % entspricht.

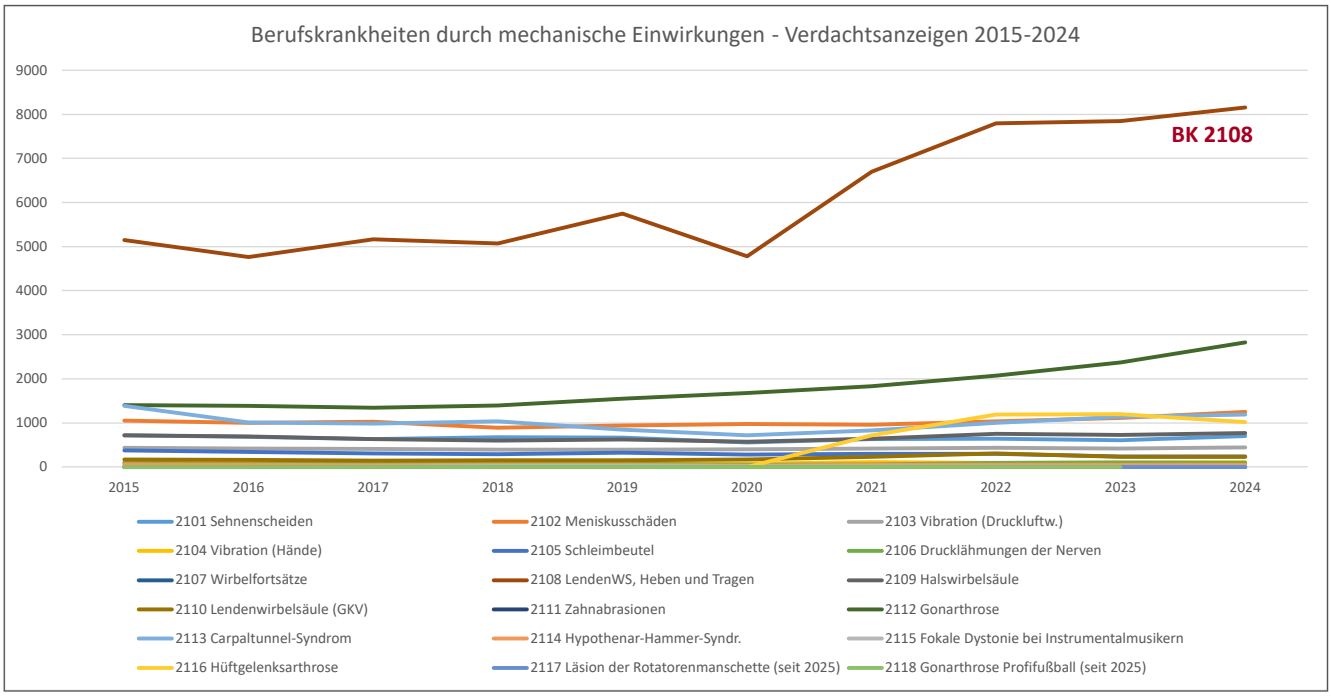


Abbildung 1: Statistik der BK-Verdachtsanzeigen im Zeitraum 2015 bis 2024, Ausschnitt „Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen“ über alle UV der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Hand sowie Schüler-UV (Quelle: DGUV)

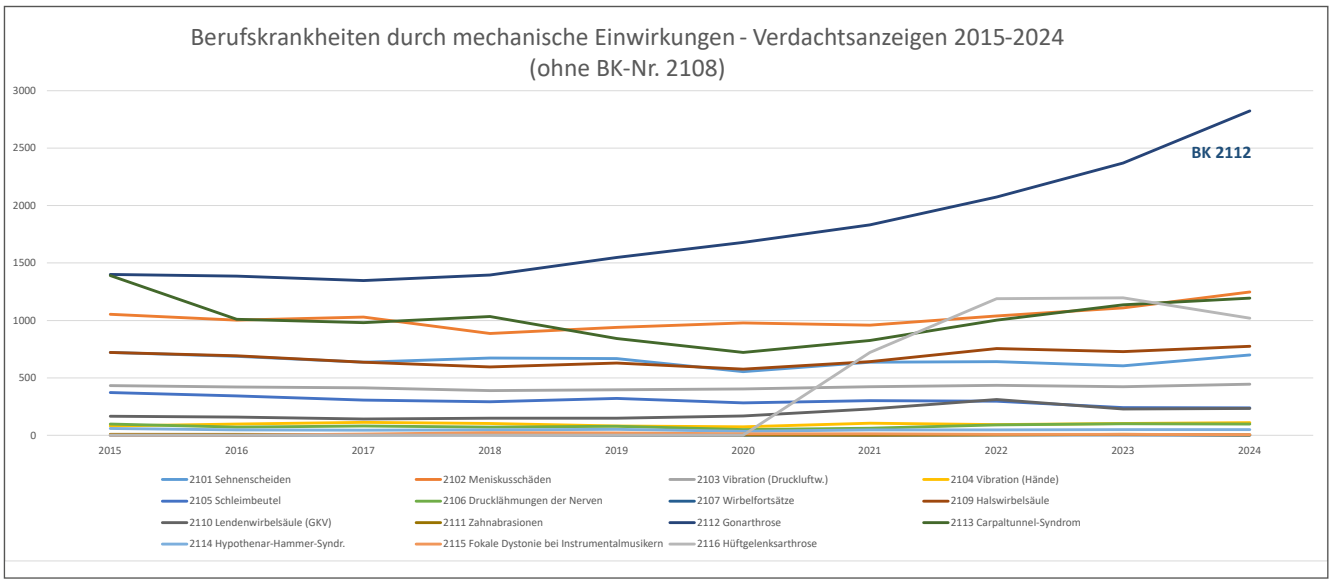


Abbildung 2: Statistik der BK-Verdachtsanzeigen im Zeitraum 2015 bis 2024, Ausschnitt „Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen“ über alle UV der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Hand sowie Schüler-UV, zur besseren Übersicht nach Ausschluss der BK-Nr. 2108 (Quelle: DGUV)

Berufskrankheit (BK)	BK-Nr.	BK-Verdachts-anzeigen	anerkannte BK-Fälle	neue BK-Renten	BK-Todes-fälle
Sehnenscheiden	2101	699	31	3	0
Meniskusschäden	2102	1.248	106	63	1
Vibration (Druckluftwerkzeuge)	2103	445	42	35	0
Vibration (Hände)	2104	111	33	21	0
Schleimbeutel	2105	238	28	0	0
Drucklähmungen	2106	97	12	5	0
Wirbelfortsätze	2107	2	0	0	0
LendenWS, Heben und Tragen	2108	8.153	734	406	0
Halswirbelsäule	2109	774	5	5	0
LendenWS, Ganzkörperschw.	2110	233	12	7	0
Zahnabrasionen	2111	3	0	0	0
Gonarthrose	2112	2.825	286	220	0
CarpaltunnelSyndrom	2113	1.193	466	21	0
Hypothenar, ThenarHammer-Syndrom	2114	50	16	4	0
Fokale Dystonie bei Instrumentalmusikern	2115	6	1	1	0
Hüftgelenksarthrose	2116	1.019	119	116	0
Gesamt	**17.096**	**1.891**	**907**	**1**	**1**

Tabelle 1: Statistik zum Berufskrankheitengeschehen im Jahr 2024, Ausschnitt „Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen“ über alle UV der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Hand sowie Schüler-UV (Quelle: DGUV)

Im Hinblick auf die Anzahl der Verdachtsanzeigen und anerkannten Fälle ist die BK-Nr. 2108[1] mit insgesamt 8.153 Verdachtsanzeigen bzw. 734 BK-Anerkennungen mit Abstand die wichtigste Berufskrankheit in dieser Untergruppe (Tabelle 1). Die große Bedeutung der BK-Nr. 2108[1] gilt nicht nur für das Jahr 2024, sondern zeichnet sich bereits seit vielen Jahren ab, wie ein Blick auf die Statistik der davor liegenden zehn Jahre zeigt (Abbildung 1). Auf den Plätzen zwei und drei folgen mit den Nummern 2112[2] (2.825 Verdachtsanzeigen und 286 Anerkennungen) und 2102[3] (1.248 Verdachtsanzeigen und 106 Anerkennungen) Erkrankungen des Kniegelenks in dieser Statistik der Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen im Jahr 2024 (Tabelle 1), wobei insbesondere der BK-Nr. 2112 diese Bedeutung bereits mehr oder weniger seit ihrer Aufnahme in die BK-Liste zukommt (Abbildung 2).

Im Jahr 2025 wurden vom Verordnungsgeber mit den BK-Nummern 2117 und 2118 zwei weitere Berufskrankheiten in die Anlage 1 zur Berufskrankheitenverordnung aufgenommen.

2 BK-Nr. 2117 – Läsion der Rotatorenmanschette

Der Ärztliche Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales (ÄSVB) hat am 14. September 2021 empfohlen, eine neue Berufskrankheit in die Anlage 1 der Berufskrankheiten-Verordnung aufzunehmen und eine entsprechende wissenschaftliche Begründung publiziert. Der Titel der empfohlenen Berufskrankheit lautet:

„Läsion der Rotatorenmanschette der Schulter durch eine langjährige und intensive Belastung durch Überschulterarbeit, repetitive Bewegungen im Schultergelenk, Kraftanwendungen im Schulterbereich durch Heben von Lasten oder Hand-Arm-Schwingungen“ [3].

Mit der Sechsten Verordnung zur Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung (BGBl. 2025 I Nr. 50 vom 24.02.2025) wurde diese empfohlene Berufskrankheit als Nr. 2117 in die Anlage 1 der Berufskrankheiten-Verordnung aufgenommen [4].

Es gelten folgende Mindestkriterien der Einwirkung, von denen mindestens eins erfüllt sein muss:

- Einwirkung durch Arbeiten mit den Händen auf Schulterniveau oder darüber mit einer kumulativen Dauer während des Arbeitslebens von 3.600 Stunden.
- Repetitive Bewegungen des Oberarms im Schultergelenk: kumulative Dauer von Bewegungen des Oberarms im Schultergelenk mit moderater Repetition (4–14 Schultergelenksbewegungen pro Minute) in Höhe von 38.000 Stunden während des Arbeitslebens oder kumulative Dauer von Tätigkeiten mit hochgradiger Repetition von Bewegungen des Oberarms im Schultergelenk (≥ 15 Schultergelenksbewegungen pro Minute) in Höhe von 9.400 Stunden während des Arbeitslebens.
- Kraftanwendungen im Schulterbereich in Form von Lastenhandhabung: Kumulative Dauer der Exposition während des Arbeitslebens in Höhe von 200 Stunden betreffend das ein- oder beidhändige Heben von Lasten mit einem Lastgewicht von mindestens 20 kg.
- Hand-Arm-Schwingungen mit einer Schwingungsbeschleunigung von ≥ 3 m/s^2 mit einer kumulativen Dauer während des Arbeitslebens von 5.300 Stunden.

Die dargestellten Einwirkungen sind in der Arbeitswelt branchenübergreifend weit verbreitet. Es ist deshalb heute davon auszugehen, dass es in Zukunft viele Verdachtsanzeigen zu dieser neuen Berufskrankheit geben wird und dass fast alle UVT davon betroffen sein werden.

Die DGUV hat bereits vor der Aufnahme als neue Berufskrankheit entscheidende Schritte zur Unterstützung der UV-Träger bei der Ermittlung und Bewertung der Einwirkung im Sinne dieser neuen Berufskrankheit eingeleitet. Mit der UVT-internen DGUV-Handlungsempfehlung „Läsion der Rotatorenmanschette“ liegt seit Mai 2023 eine wichtige Hilfe vor, die zur qualitätsgesicherten und trägerübergreifend einheitlichen Vorgehensweise bei der Ermittlung und Bewertung der Einwirkung im Sinne der BK-Nr. 2117 beiträgt. Sie kann über das IFA-Ringbuch „BK-Ermittlung“ im UV-Net abgerufen werden. Zudem kann die umfangreiche Berechnung der verschiedenen Teildosen bei der BK-Nr. 2117 für Über-Schulter-Arbeit, Repetition des Oberarms, Heben von Lasten sowie die Einwirkung durch Hand-Arm-Vibrationen mithilfe der bewährten IFA-Anamnese-Software erfolgen, die um das entsprechende Modul „Schulter“ erweitert wurde.

---

[1] BK-Nr. 2108: Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjähriges Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch langjährige Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung, die zu chronischen oder chronisch-rezidivierenden Beschwerden und Funktionseinschränkungen (der Lendenwirbelsäule) geführt haben

[2] BK-Nr. 2112: Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbare Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13.000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt 1 Stunde pro Schicht

[3] BK-Nr. 2102: Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten

3 BK-Nr. 2118 – Gonarthrose im Profifußball

Als weitere neue Berufskrankheit wurde die BK-Nr. 2118 in die Liste der Berufskrankheiten aufgenommen. Es handelt sich dabei um eine „Gonarthrose bei professionellen Fußballspielerinnen und Fußballspielern nach mindestens 13-jähriger Expositionsdauer“ [4].

In der entsprechenden wissenschaftlichen Empfehlung wird die Einwirkung weiter definiert als mindestens 13-jährige Tätigkeit als professionelle Fußballspielerin oder professioneller Fußballspieler, wovon mindestens 10 Jahre in einer der beiden obersten Fußballligen bei Frauen bzw. in einer der drei obersten Fußballligen bei Männern gespielt werden musste [5].

Aufgrund dieser klar definierten Risikogruppe ist hier ausschließlich die Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) betroffen, bei der Profi-Sportler versichert sind. Die Ermittlung und Bewertung der (mechanischen) Einwirkungen erfolgt in diesem Fall ausschließlich anhand von Trainings- und Spielplänen in den genannten Profi-Ligen.

4 Diskussion zu möglichen neuen Berufskrankheiten im ÄSVB

Der ÄSVB beschäftigt sich aktuell mit weiteren Erkrankungen, die durch mechanische Einwirkungen verursacht werden können. Im Status der „Vorprüfung“[4] für eine neue Berufskrankheit befinden sich derzeit die Arthrose der Hand- und Fingergelenke durch Kraftaufwendungen, repetitive Tätigkeiten und Stoßbelastungen, die Gonarthrose durch Lastenhandhabung, Morbus Dupuytren durch Vibrationen sowie Beinvarizen durch langes Stehen [6].

Des Weiteren gibt der Beirat auf seiner Homepage bekannt, dass er derzeit wissenschaftliche Stellungnahmen zu den BK-Nummern 2102[5] (grundlegende Stellungnahme) und 2103[6] (mögliche Einbeziehung der Erkrankungen Handgelenksarthrose und aseptische Knochennekrose) vorbereitet [6].

5 BK-Nr. 2108 – Konstellation B2

Bei der BK-Nr. 2108, der am häufigsten angezeigten Berufskrankheit durch mechanische Einwirkungen, gibt es neue Entwicklungen zu Aspekten, die indirekt auch die Bewertung der Einwirkung betreffen. Die im Jahr 2005 publizierten HVBG-Konsensempfehlungen [7] gelten als Empfehlung für die medizinische Begutachtung der BK-Nrn. 2108 und 2110. Die Autoren stellen dar, welche Schadensbild-Konstellationen als BK-konform angesehen werden können und welche nicht. Bei der sog. Konstellation B2 spielen neben medizinischen Kriterien ausnahmsweise auch arbeitstechnische „Zusatzkriterien“ eine Rolle. Bei nachgewiesener bandscheibenbedingter Erkrankung sowie positiver Feststellung der arbeitstechnischen Voraussetzungen ist nach dieser Konstellation von einem Ursachenzusammenhang auszugehen, wenn mindestens ein Zusatzkriterium (Mehrsegmentalität (medizinisch) besonders intensive Belastung oder Belastungsspitzen (beide arbeitstechnisch)) erfüllt ist. Die beiden arbeitstechnischen Zusatzkriterien wurden in den letzten Jahren anhand von Daten der Deutschen Wirbelsäulenstudie [8] geprüft. Diese Sonderauswertung [9] kam zu folgenden Ergebnissen:

- Es konnte empirisch keine Bestätigung des zweiten Zusatzkriteriums „besonders intensive Belastung“ nachgewiesen werden. Die Prüfung dieses Kriteriums kann somit entfallen.
- Das dritte Zusatzkriterium (Belastungsspitzen) wurde grundsätzlich bestätigt, die geforderten Mindestkriterien sind aber zu modifizieren. Das geänderte Zusatzkriterium setzt nun voraus, dass in mindestens 600 Schichten des gesamten Berufslebens Tagesdosen von mindestens 2,0 kNh[7] pro Schicht bei Männern bzw. mindestens 0,5 kNh bei Frauen durch Belastungsspitzen (lumbale Druckkraft ≥ 6,0 kN[8] bei Männern, ≥ 4,5 kN bei Frauen) erreicht werden.

Die DGUV hat diese Studienergebnisse in ihren zuständigen BK-Gremien diskutiert, als neuen wissenschaftlichen Erkenntnisstand gewertet und für die Anwendung im BK-Verfahren empfohlen [10].

Diese Ergebnisse sind auch Teil der seit Mai 2025 neu vorliegenden DGUV-Handlungsempfehlung „Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Wirbelsäule“ (zur Ermittlung und Bewertung der arbeitsbedingten Einwirkungen im Sinne der Berufskrankheiten-Nrn. 2108, 2109 und 2110). Für Mitglieder der DGUV ist das Dokument im IFA-Ringbuch „BK-Ermittlung“ im UV-Net unter den

---

[4] In einer sog. Vorprüfung prüft der Beirat zunächst, ob hinreichende wissenschaftliche Evidenz für einen Ursachenzusammenhang zwischen einer potenziell schädigenden Einwirkung und der Entstehung einer bestimmten Krankheit besteht. Ist dies zu bejahen, beschließt der Beirat, Beratungen aufzunehmen [6].

[5] BK-Nr. 2102: Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten

[6] BK-Nr. 2103: Erkrankungen durch Erschütterung bei Arbeit mit Druckluftwerkzeugen oder gleichartig wirkenden Werkzeugen oder Maschinen

[7] 1 kNh = 1 Kilo-Newton-Stunde = 1.000 Newton-Stunden

[8] 1 kN = 1 Kilo-Newton = 1.000 Newton

entsprechenden BK-Nummern abrufbar. Mit dieser Handlungsempfehlung liegt erstmals seit 2003 wieder ein zentrales Dokument zum aktuellen Stand für die Ermittlung und Bewertung der Einwirkung bei bandscheibenbedingten Berufskrankheiten vor.

6 DGUV-Handlungsempfehlung „Ermittlung und Bewertung der Einwirkung“

Die Grundzüge einer trägerübergreifend einheitlichen und qualitätsgesicherten Vorgehensweise bei der Ermittlung und Bewertung der Einwirkung sind in der DGUV-Handlungsempfehlung „Ermittlung und Bewertung der Einwirkung im Berufskrankheitenverfahren“ zusammengefasst. Das Dokument wurde im Jahr 2025 aktualisiert und steht auf der Homepage der DGUV zum Download zur Verfügung [11].

Literatur

[1] Berufskrankheiten-Verordnung vom 31. Oktober 1997 (BGBl. I S. 2623), die zuletzt durch Artikel 1 V. v. 19.02.2025 BGBl. 2025 I Nr. 50 geändert worden ist.

[2] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV): „DGUV - Zahlen und Fakten,“ [Online]. Available: www.dguv.de (Webcode: d34910). [Zugriff am 03.12.2025]

[3] BMAS: „Wissenschaftliche Begründung für die Berufskrankheit „Läsion der Rotatorenmanschette der Schulter durch eine langjährige und intensive Belastung durch Überschulterarbeit, repetitive Bewegungen im Schultergelenk, Kraftanwendungen im Schulterbereich durch H,“ GMBl; Ausgabe 64-65, p. 1411, 01.12.2021

[4] „Sechste Verordnung zur Änderung der Berufskrankheitenverordnung (BGBl. 2025 I Nr. 50 vom 24.02.2025)“

[5] BMAS: „Wissenschaftliche Empfehlung für die Berufskrankheit "Gonarthrose bei professionellen Fußballspielerinnen und Fußballspielern nach mindestens 13-jähriger Expositionsdauer" - Bek. d. BMAS vom 12.04.2024 - IVa4-45226-2 - Gonarthrose im Profifußball,“ GMBL, Bd. 17, p. 331 ff., 12.04.2024

[6] Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), „Ärztlicher Sachverständigenrat Berufskrankheiten,“ [Online]. Available: https://www.bmas.de/DE/Soziales/Gesetzliche-Unfallversicherung/Aerztlicher-Sachverstaendigenbeirat/aerztliche-sachverstaendigenbeirat-art.html. [Zugriff am 03.12.2025]

[7] Bolm-Audorff, U.; Brandenburg, S.; Brüning, T.; Dupuis, H.; Ellegast, R.; Elsner, G.; Franz, K.; Grasshoff, H.; Grosser, V.; Hanisch, L.; Hartmann, B.; Hartung, E.; Heucher, G.; Jäger, M.; Krämer, J.; Kranig, A.; Hering, K.; Ludolph, E.; Luttmann, A.; Nienhaus, A.; Pieper, W.; Pöhl, K.; Remé, T.; Riede, D.; Rompe, G.; Schäfer, K.; Schilling, S.; Schmitt, E.; Schröter, F.; Seidler, A.; Spallek, M.; Weber, M.: „Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Berufskrankheiten der Lendenwirbelsäule (I): Konsensempfehlungen zur Zusammenhangsbegutachtung der auf Anregung des HVBG eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe,“ Trauma Berufskrankh., Bd. 7, pp. 211–252, (2005)

[8] 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.: „Epidemiologische Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei der Berufskrankheit 2108 (Deutsche Wirbelsäulenstudie). Abschlussbericht“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVBG (Hrsg.), Sankt Augustin (2007)

[9] Seidler, A.; Ellegast, R.; Ditchen, D.; Jäger, M.; Bolm-Audorff, U.: „Überprüfung der für die Begutachtung der BK-Ziffern 2108 und 2110 relevanten Zusatzkriterien "besonders intensive Belastung" und "besonderes Gefährdungspotenzial durch hohe Belastungsspitzen",“ Zbl Arbeitsmed, Bd. 73, pp. 1–13, (2023)

[10] Nicht-medizinische Aspekte der Begutachtung der BK-Nrn. 2108 und 2110, Berlin: DGUV (2024). [Online]. https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/5015

[11] DGUV - Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, „DGUV-Handlungsempfehlung "Ermittlung und Bewertung der Einwirkung im Berufskrankheitenverfahren",“ 05/2025. [Online]. https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3652

Session 4

Von der Mess-Assistenz bis zum Chatbot – KI als Werkzeug ergonomischer Innovation
Christoph Schiefer, Susanne Roscher

KI und Demografie
Hanna Zieschang

Entwicklung eines Lösungskatalogs für ergonomische Prinziplösungen
Torsten Wagner

Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte zu Lichtflimmern und nichtvisueller Lichtwirkung
Sylvia Hubalek



Von der Mess-Assistenz bis zum Chatbot – KI als Werkzeug ergonomischer Innovation

Christoph Schiefer[1], Susanne Roscher[2]

[1] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

[2] Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Kurzfassung

Coworking Spaces sind flexible, geteilte Arbeitsorte. Für den Arbeitsschutz bleiben die Schutzziele gleich, aber Zuständigkeiten und Zugriffsmöglichkeiten sind häufig verteilt, was Gefährdungsbeurteilungen und das Umsetzen von Maßnahmen erschwert.

Ein durch künstliche Intelligenz (KI) gestützter, deutschsprachiger „closed domain"-Chatbot soll Informationen zur sicherheits- und gesundheitsgerechten Gestaltung von Coworking Spaces dialogisch zugänglich machen und verschiedene Nutzerrollen (Betreibende, Arbeitgebende, Nutzende) adressieren, um einen alternativen Kommunikationskanal zu den bisherigen statischen Broschüren und Websites anzubieten und zu erproben.

Methodisch umfasst das Projekt die Bedarfsanalyse, technische Umsetzung, strukturierte Content-Aufbereitung und Qualitätssicherung (Zitierpflicht, Validierung, Expert-in-the-loop). Mit einer Evaluation des Test-Chatbots soll Usability, Nutzen und Vertrauen in die Technologie zusammen mit den Akteuren rund um Coworking Spaces geprüft werden.

1 Einleitung

Im Vortrag beim Fachgespräch wurden mehrere Beispiele zur Anwendung von künstlicher Intelligenz in der Ergonomie kurz vorgestellt: die automatisierte Lastgewichtserkennung bei Feldmessungen, die automatisierte Erkennung von Stolpern, Stürzen & Fehltreten sowie der Wissenstransfer von Präventionsthemen aus dem Umfeld Coworking Spaces mithilfe eines Chatbots. Der Schriftbeitrag fokussiert das letzte Thema „Chatbot für Coworking Spaces" und stellt das dazu laufende Projekt näher vor.

Coworking Spaces (CWS) sind gemeinschaftlich genutzte Arbeitsorte, die orts- und zeitflexibles Arbeiten mit einer geteilten Infrastruktur (z. B. Internet, Besprechungsräume, Bildschirmarbeitsplätze, Sanitär- und Küchenbereiche) anbieten. Sie gelten als Ausdruck einer zunehmend multilokalen und dynamischen Büroarbeit, die durch Digitalisierung und Flexibilisierung vorangetrieben wird.

Eine Bestandsaufnahme zu Sicherheit und Gesundheit in Coworking Spaces beschreibt Coworking als mobile Büroarbeitsform, deren Nutzung auch für abhängig Beschäftigte relevant ist [1].

Damit entsteht für Prävention und Arbeitsgestaltung eine doppelte Herausforderung: Einerseits bleiben die gesetzlichen Schutzziele des Arbeitsschutzes unverändert, andererseits sind Zuständigkeiten, Zugriffs- und Gestaltungsmöglichkeiten in CWS häufig verteilt. Arbeitgebende müssen die Arbeitsbedingungen beurteilen, Maßnahmen ableiten und dokumentieren (u. a. §§ 5–6 Arbeitsschutzgesetz). Zudem sind Mindestanforderungen an das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten zu erfüllen (Arbeitsstättenverordnung). Für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze konkretisiert die DGUV Information 215-410 ergonomische, arbeitsmedizinische und arbeitspsychologische Aspekte, die in Coworking-Umgebungen typischerweise berührt sind [2].

Die DGUV-Bestandsaufnahme verweist darauf, dass die Bedingungen in CWS stark variieren. Eine systematische Gefährdungsbeurteilung ist insbesondere dann erschwert, wenn Beschäftigte wechselnde CWS nutzen oder Arbeitgebende keinen direkten Zugriff auf die räumliche und technische Gestaltung haben, weil diese beim CWS-Betreiber liegt [1]. Daraus folgt ein Bedarf an gut zugänglichen, zielgruppengerechten Informationen, die konkrete Gestaltungs- und Handlungsoptionen aufzeigen und zugleich die jeweiligen Rollen (Betreibende, Arbeitgebende, Nutzende) adressieren und erreichen. Das DGUV-Sachgebiet „Neue Formen der Arbeit" hat diese Informationen zusammengestellt und eine Informationsschrift erstellt, die derzeit veröffentlicht wird.

In gemeinsamen Workshops wiesen Vertreter von CWS-Verbänden und CWS-Betreiber darauf hin, dass sich die Zielgruppe neben den klassischen Schriftwerken besser durch andere, interaktive Kommunikationskanäle erreichen lässt. Das vorliegende Projekt zielt darauf, einen KI-gestützten „CWS-Chatbot" zu entwickeln, der ausschließlich Inhalte der DGUV-Information zu Coworking Spaces in einem niederschwelligen Dialogformat verfügbar macht. Zugleich soll der Chatbot als alternativer Kanal für den Wissenstransfer mit der Zielgruppe erprobt werden.

Der Beitrag beschreibt das methodische Vorgehen von der Bedarfsanalyse über Content-Aufbereitung und technische Umsetzung bis zur Evaluation in einer geschlossenen Testumgebung. Im Mittelpunkt stehen Maßnahmen zur Begrenzung auf geprüfte Inhalte, zur Steigerung der Antwortqualität und zur Vorbereitung eines tragfähigen Betriebskonzepts.

2 Methode

Das Vorgehen folgt einer Projektmethodik mit fünf Aufgabenpaketen, die im Folgenden beschrieben werden.

2.1 Bedarfsanalyse und Anforderungsdefinition

Das Projektteam befragte Vertreter von CWS-Verbänden und CWS-Betreiber in leitfadengestützten Gesprächen zu den Anforderungen und Bedarfen bei einem Chatbot. Erfragt werden u. a. typische Informationsbedarfe, bisher genutzte Informationsquellen, wahrgenommene Unsicherheiten, gewünschte Antwortformate, Anforderungen an Transparenz/Vertrauenswürdigkeit sowie technische bzw. organisatorische Hürden.

Die wichtigste Erkenntnis aus den Gesprächen betrifft die Attraktivität eines speziellen, kontrollierten CWS-Chatbot gegenüber einem beliebigen freien Chatbot. Die Nutzenden würden dem CWS-Chatbot einen Vertrauensvorschuss einräumen und ihn deshalb nutzen, weil sie dort eher korrekte Antworten ohne Halluzinationen erwarten. Dabei wird keine hundertprozentige Rechtssicherheit der Aussagen erwartet sondern Antworten, die eine erste Orientierung geben, relevante Aspekte benennen und auf Quellen sowie weiterführende Informationen verweisen (z. B. Gesetze, Verordnungen, Regelwerke und Informationsschriften).

2.2 Chatbot-Design und technische Umsetzung

Die technische Plattform wird unter Berücksichtigung von Lizenzkosten, Integrationsfähigkeit und Sicherheitsanforderungen ausgewählt. Der Betrieb erfolgt zunächst in einer nicht-öffentlichen „Sandbox“ für eine begrenzte Projektgruppe. Die Designprinzipien lauten: (1) deutschsprachige Interaktion, (2) „closed domain“-Betrieb mit festgelegter Wissensbasis, (3) Nachvollziehbarkeit durch Quellenhinweise, (4) Filter gegen Themenabweichungen sowie (5) Wartbarkeit und Updatefähigkeit.

Als Testumgebung wird Copilot Studio mit dem Sprachmodel „GPT-5-Chat“ verwendet.

2.3 Content-Erstellung und Qualitätssicherung

Die DGUV-Inhalte und verlinkten Dokumente werden in eine strukturierte Wissensdatenbank in Form von JSON-Prompts überführt. Dieses maschinenlesbare und strukturierte Format vereinfacht die Wissensvermittlung an das Sprachmodell (LLM) der KI. Für die Beantwortung von Nutzerfragen wird ein Retrieval-Augmented-Generation-Ansatz (RAG) genutzt [3]: Dazu wird das verwendete LLM mit der Wissensquelle gekoppelt, um Antworten gezielt auf Grundlage der gesicherten Wissensbasis zu erstellen und sprachlich auszuformulieren. Das Internet oder andere Wissensquellen dürfen dabei nicht verwendet werden.

Zur Qualitätssicherung werden thematische Leitplanken vorgegeben (z. B. Systemprompt „Beantworte nur Fragen zum Arbeitsumfeld Coworking Spaces“). Zur Validierung der Ausgabe soll der Chatbot die zitierten Quellen und Passagen angeben. Zur Überprüfung der Antwort-Qualität wird eine agentenbasierte Testung mit einem „Expert-in-the-loop“-Prozess kombiniert. Ein Agent innerhalb der Copilot-Studio-Umgebung erhält eine Liste an Testfragen, die dem Chatbot gestellt werden. Die Qualität der protokollierten Antworten wird durch eine Expertenrunde überprüft und Korrekturen am Chatbot oder der Wissensbasis in einem iterativen Prozess vorgenommen. Die Testung durch den Agenten ermöglicht auch, das identische Set an Fragen immer wieder automatisiert durchzugehen und die Test-Retest-Zuverlässigkeit des CWS-Chatbots zu prüfen. Dabei werden keine identischen, wohl aber inhaltlich gleichwertige Antworten erwartet.

2.4 Evaluation und Pilotierung

In praxisnahen Tests mit Coworking-Space-Betreibenden werden Nutzbarkeit (Usability), Verständlichkeit, wahrgenommene Nützlichkeit, Vertrauen in Antworten und Relevanz der Inhalte erhoben. Zusätzlich sollen typische Suchpfade und Fehlertypen dokumentiert werden (z. B. nicht beantwortbare Fragen, fehlende Quellenangaben) unter Berücksichtigung von Datenschutz-Aspekten.

2.5 Praxistransfer, Betrieb und Pflege

Abschließend wird ein Betriebskonzept erstellt, das Rollen (Fachredaktion, Betrieb/IT, Datenschutz), Update-Prozesse, Monitoring-Kennzahlen (z. B. Anteil beantworteter Anfragen, Quote unzureichender Antworten, Nutzerzufriedenheit) sowie Anforderungen an Kosten und Ressourcen umfasst.

3 Zusammenfassung und Diskussion

Coworking Spaces bringen arbeitswissenschaftliche Gestaltungsfragen in einen Kontext, in dem Arbeitsplätze häufig geteilt, variabel genutzt und nicht durch den Arbeitgebenden eingerichtet werden.

Ein Chatbot kann als Schnittstelle zwischen komplexen Gesetzen, Vorschriften, Regelwerken und konkreten Praxisfragen für die Akteure rund um CWS fungieren. Sein

Mehrwert entsteht nicht primär durch „neues“ Wissen, sondern durch Auffindbarkeit, Kontextualisierung und Dialogführung. Gerade in heterogenen Zielgruppen kann ein Chatbot verschiedene Antworttiefen anbieten (Kurzantwort + Begründung + Verweis auf Primärquelle) und so unterschiedliche Informationsbedarfe abdecken. Zugleich lässt sich in der Pilotierung systematisch erfassen, welche Fragen in der Praxis tatsächlich gestellt werden – ein Nutzen für die Weiterentwicklung der Präventionskommunikation.

Damit dies gelingt, ist die Kontrolle von Halluzinationen und Themenabweichungen entscheidend. In der Praxis bleibt dennoch eine Restunsicherheit bezüglich der Antwortqualität, sodass zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind: klare System- und Sicherheitsregeln, Ausschluss von externem Web-Wissen, Konfidenzschwellen mit Rückfragen sowie ein kontinuierliches Monitoring des Chatbots.

Datenschutz und Informationssicherheit beeinflussen Akzeptanz und Betrieb wesentlich. Für das Vorhaben bedeutet dies: Testbetrieb in einer geschützten Umgebung, sparsame Erfassung von Nutzungsdaten, klare Aufbewahrungsfristen sowie transparente Kommunikation gegenüber den Testpersonen, welche Daten wofür genutzt werden.

Als Limitation ist zu beachten, dass der Chatbot keine individuelle Rechts- oder Fachberatung ersetzt und nicht die betriebliche Verantwortung für Schutzmaßnahmen übernimmt. Für sicherheitskritische Themen sind daher Verweise auf zuständige Stellen und Eskalationspfade vorzusehen. Gleichzeitig zeigt das Vorhaben, wie Präventionswissen in KI-gestützte Dialogsysteme überführt werden kann. Perspektivisch sind Vergleichsstudien sinnvoll, die den Nutzen gegenüber klassischen Publikationsformaten (PDF/Web) anhand von Nutzungskennzahlen, Verständlichkeit und Umsetzungsgrad in der Praxis bewerten.

Literatur

[1] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Sicherheit und Gesundheit in Coworking Spaces – Eine Bestandsaufnahme aus Sicht der Prävention. Berlin (2022)

[2] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): DGUV Information 215-410 – Bildschirm- und Büroarbeitsplätze, Leitfaden für die Gestaltung. Berlin (2019)

[3] Lewis, P.; Perez, E.; Piktus, A.; Petroni, F.; Karpukhin, V.; Goyal, N.; Küttler, H.; Lewis, M.; Yih, W.; Rocktäschel, T.; Riedel, S.; Kiela, D. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks. Advances in neural information processing systems, (2020). 33: p. 9459–9474

Transparenzerklärung zur Nutzung von KI: Zur redaktionellen Überarbeitung wurde ein generatives Sprachmodell (ChatGPT) eingesetzt.

KI und Demografie

Hanna Zieschang
DGUV Akademie

Seit vielen Jahren wirkt sich der demografische Wandel auf die Arbeitswelt aus. Eine immer weiter sinkende Geburtenrate steht einer kontinuierlich steigenden Lebenserwartung der Bevölkerung gegenüber. Derzeit geht die Generation der sogenannten Baby-Boomer nach und nach in Rente. Das bedeutet, dass dem Arbeitsmarkt immer weniger Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Unternehmen haben daneben mit den Einflüssen weiterer globaler Megatrends zu tun wie der fortschreitenden Globalisierung, der digitalen Transformation oder der zunehmenden Flexibilisierung von Arbeit in Raum und Zeit.

Aufgrund dieser Entwicklungen erleben aktuell viele Branchen einen gravierenden Fachkräftemangel. Was kennzeichnet die Berufe, die vorrangig unter Fachkräftemangel leiden? [1]

- hohe physische Belastungen beispielsweise in der Alten- oder Krankenpflege, aber auch im Metallbau und in verschiedenen Handwerksberufen,
- hohe psychische Anforderungen im Sozial- und Bildungsbereich,
- erwartete Digitalkompetenz in oft komplexen Problemstellungen, die älteren Mitarbeitenden vielfach abgesprochen wird.

Mit dem Älterwerden ändern sich die individuellen Leistungsvoraussetzungen. Es gibt Defizite zu verzeichnen, wie abnehmende Körperkräfte oder Sinnesleistungen, die das Arbeiten in den oben beschriebenen Tätigkeiten erschweren oder ganz unmöglich machen. Daneben zeichnen sich ältere Beschäftigte aber auch durch zunehmende oder neu gewonnene Kompetenzen aus, wodurch sie auftretende Defizite kompensieren oder Belastungen besser meistern können.

1 Ansätze für Strategien gegen den Fachkräftemangel als Folge des demografischen Wandels

Mögliche Strategien zur Bewältigung des Fachkräftemangels als Folge des demografischen Wandels sind:

- Verlängerung des Verbleibs im Beruf
- Wechsel der Tätigkeit oder des Berufs
- Gezielte Rekrutierung besonderer Beschäftigtengruppen
- Veränderung von Berufen oder Tätigkeiten.

Der Artikel soll aufzeigen, wie diese Strategien durch Künstliche Intelligenz (KI) unterstützt oder weiterentwickelt werden können. Dabei ist zu bedenken, dass sich das Feld der künstlichen Intelligenz aktuell rasend schnell entwickelt und bei Erscheinen des Artikels vermutlich schon längst wieder Neuerungen auf dem Markt sind.

2 Verlängerung des Verbleibs im Beruf

Um Beschäftigte lange in Arbeit und negative Beanspruchungsfolgen möglichst gering zu halten, ist eine gute ergonomische Gestaltung der Arbeit essenziell. Vielfach zeigen Beratungen in Betrieben, dass das ergonomische Gestaltungspotenzial längst noch nicht ausgeschöpft ist. Dabei geht es neben der Arbeitsplatzgestaltung gleichermaßen um die Umgebungsparameter wie Beleuchtung, Klima oder akustische Aspekte sowie um die Arbeitsorganisation.

Vorweg ganz ohne KI: Gute Ergonomie trägt dazu bei, dass sich ein großer Teil der beim Älterwerden auftretenden Leistungseinbußen kompensieren lässt. Das konnte in einem Projekt des Instituts für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) anhand von Musterarbeitsplätzen gezeigt werden (Abbildung 1 [2]). Das Fazit: Eine gute ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen bedeutet Prävention für alle Altersgruppen.

Neben den ergonomischen Maßnahmen werden zunehmend personengebundene Exoskelette eingesetzt, um beispielsweise beim Heben und Tragen von Lasten oder



Abbildung 1: Eine gute ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes bedeutet Prävention für alle Altersgruppen. Bild: IAG/Floß



Abbildung 2: Versuchsaufbau zum Testen von Exoskeletten im Labor. Bild: IFA

bei Überkopfarbeiten verschiedene Körperpartien zu entlasten. Das Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) führt hierzu genauere Untersuchungen durch (Abbildung 2 [3]).

Inzwischen gibt es auch KI-unterstützte Exoskelette. Als Beispiel sei ein speziell für den Logistikbereich entwickeltes Exoskelett genannt [4]. Dieses funktioniert mittels der Erstellung eines digitalen Zwillings, der riskante Bewegungen und schädliche Belastungen anzeigt, und zwar für den unteren Rücken beim Heben und Tragen von Lasten sowie für die Beine beim Tragen von Lasten und beim Treppensteigen. Zusätzlich wird ein – individueller – Trainings- oder Lernprozess angeregt, ungünstige Körperbewegungen und -haltungen im Arbeitsablauf zu vermeiden. Somit unterstützen solche Systeme die Reduzierung physischer Belastungen und tragen zur Gesunderhaltung bei.

An der University of Waterloo in Kanada wurde eine Entwicklung vorangetrieben, Exoskelette als permanentes Hilfsmittel bei dauerhaften Behinderungen zu nutzen. So entstand ein autonomes KI-Exoskelett für gehbehinderte Menschen [5]. Seine Funktionsweise beruht auf einer Kombination aus einem Deep-Learning-System mit einer Roboterprothese. An den einzelnen Gliedern sind Kameras und Sensoren angebracht. KI-Algorithmen erkennen die jeweilige Bewegungssituation und leiten daraus selbstständig die entsprechend notwendigen Befehle an die Motoren für Gehen, Stehen, Sitzen oder Treppensteigen ab. Die Fortführung solcher Entwicklungen könnte zu spezifischen Hilfen für Menschen mit Einschränkungen des Muskel-Skelettsystems führen und deren Einsatz an „normalen“ Arbeitsplätzen ermöglichen.

3 Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit per Roboter

Kollaborative Robotik ermöglicht die Inklusion und Integration von schwerbehinderten Menschen auf dem ersten Arbeitsmarkt. Das zeigt das Projekt IIDEA, das am Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik der RWTH Aachen durchgeführt wurde [6]. Arbeitsschritte an der Linie, die für den Beschäftigten aufgrund der hohen aufzubringenden Kräfte nicht ausführbar sind, werden durch einen Roboter erledigt. Dadurch kann der Arbeitsplatz für den Menschen mit Einschränkung erhalten und dieser auf dem ersten Arbeitsmarkt weiterhin im Fließbandbetrieb einsatzfähig bleiben. Eine Kombination mit KI, die den Beschäftigten passgenau unterstützt, wäre hier denkbar. Nebenbei bemerkt: Auch die „normal“ belastbaren Kollegen profitierten präventiv von der Entlastung durch den Roboter.

4 Wechsel der Tätigkeit oder des Berufs

Schon seit längerem ist bekannt, dass es Berufe mit begrenzter Tätigkeitsdauer gibt, in denen Beschäftigte trotz guter ergonomischer Gestaltung der Arbeit nicht gesund bis zum gesetzlichen Renteneintrittsalter arbeiten können. Das Konzept „Horizontaler Berufsumstieg“ beschreibt einen Lösungsansatz, mit dem Personen aus solchen körperlich oder psychisch belastenden Berufen frühzeitig ein Wechsel in einen anderen Beruf ermöglicht werden soll. Ziel ist, dass der „neue“ Beruf weniger oder andere gesundheitliche Belastungen aufweist als der bisherige. Hierfür hat das IAG einen frei im Internet zur Verfügung stehenden „Digitalen Wegweiser“ (www.wegweiser-berufsumstieg.de) entwickelt [7]. Im Zentrum dieses Wegweisers steht ein IT-Instrument, das eine Datenbank mit Berufsprofilen umfasst (Abbildung 3). Jedem in Deutschland vorkommenden Ausbildungsberuf sind in einem solchen Profil dessen spezifische Belastungen und Anforderungen, aber auch die für die Ausübung notwendigen Qualifikationen und Kompetenzen zugeordnet. Füllt eine Person einen Fragebogen zu ihren eigenen Qualifikationen, Kompetenzen, Präferenzen und bereits bestehenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen aus, gleicht das Instrument diese Angaben mit den in der Datenbank enthaltenen Berufsprofilen ab. Als Ergebnis werden die Matches, d. h. passende Umstiegsberufe ausgegeben. Dadurch erhalten Nutzerinnen und Nutzer des Instruments Ideen für den Wechsel in einen Beruf, der möglicherweise dem Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit dient. Das wirkt nicht nur dem Fachkräftemangel entgegen, sondern verhindert möglicherweise für die betroffenen Arbeitnehmenden eine Frühverrentung.

Viele der in den Berufsprofilen des Wegweisers Berufsumstieg zusammengestellten Angaben stammen aus der Datenbank der Bundesagentur für Arbeit. Mit Hilfe von KI

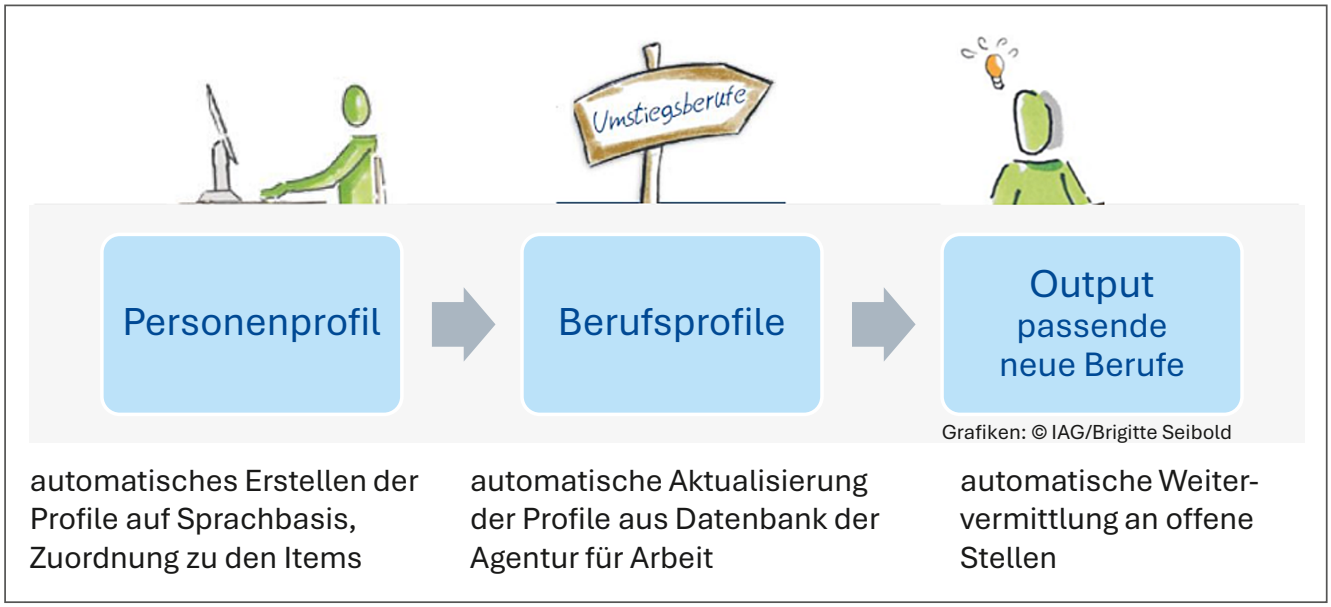


Abbildung 3: IT-Instrument zur Suche nach einem Umstiegsberuf mit Ideen für die Weiterentwicklung mit KI

wäre es denkbar, dass das Einpflegen der bei der Bundesagentur regelmäßig aktualisierten Daten in den Digitalen Wegweiser weitgehend automatisiert erfolgt. Die Erstellung der Personenprofile wiederum könnte über Spracheingabe erfolgen, die durch KI in Text übersetzt und deren Angaben autonom den Items des Profils zugeordnet werden. Das könnte die Tätigkeit in den Beratungsstellen zeitlich straffen und effizienter gestalten.

Dem Einsatz von Menschen mit Migrationshintergrund bzw. von Geflüchteten stehen auf dem deutschen Arbeitsmarkt oft große bürokratische Hürden im Wege. In diesem Zusammenhang würde eine KI-basierte Weiterentwicklung des „Wegweisers Berufsumstieg“ Unterstützung bieten, indem Sprach- und Übersetzungsprogramme die Eingabe von Personenprofilen erleichtern. Barrieren, die durch fremde Schriftzeichen oder fehlende Übersetzerressourcen auftreten, ließen sich überwinden. Zudem könnte KI die im Ausland erworbenen Kompetenzen und Kenntnisse, die mit den dort vergebenen Abschlüssen bestätigt wurden, automatisiert in Beziehung zu entsprechenden deutschen Abschlüssen setzen. Auch wäre das zielgenaue und zeitsparende Erstellen von personalisierten Tests möglich, um die „mitgebrachten“ Kompetenzen und Kenntnisse zu überprüfen und mit den für den konkreten Beruf notwendigen zu vergleichen.

5 KI in der Qualifizierung

Im Output zeigt der Wegweiser Berufsumstieg an, welche Ausbildung oder Weiterbildungen für den Umstieg in einen „neuen“ Beruf notwendig sind. Das leitet zu den vielfältigen Möglichkeiten über, die generative KI in der Qualifizierung bzw. im lebenslangen Lernen bietet (mit KI erzeugte Abbildung 4).

Zum einen kann die Wirksamkeit des Lernens durch KI erhöht sowie der Ressourceneinsatz optimiert werden. Beispielsweise ermöglichen intelligente tutorielle Systeme adaptives Lernen, indem KI maßgeschneiderte, personalisierte Lernangebote erstellt. Auch sind KI-gesteuerte Empfehlungssysteme für Lernmaterialien hilfreich.

Bei adaptiven Lernplattformen kann KI dazu genutzt werden, den Lernfortschritt jeder einzelnen Person zu verfolgen und entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Dies reduziert das Risiko von Unter- oder Überforderung. Durch KI lässt sich somit das individuell sehr unterschiedliche Erfahrungswissen der Beschäftigten



Abbildung 4: Erstellung einer Grafik anhand von ChatGPT 4.0 mit dem Prompt „Bitte erstelle mir ein Bild zum Thema ‚KI in der Qualifizierung‘"

gezielt aufgreifen und optimal in Lernangebote einbinden. Damit kommen die beschriebenen Möglichkeiten insbesondere den Lernstrategien älterer Beschäftigter zugute. Diese lernen nicht schlechter als jüngere Menschen, aber anders, nämlich in unterschiedlichem Tempo und mit stärker individuell ausgeprägten Lernstrategien [8].

Den Lernbegleitenden bieten KI-Tools Unterstützung unter anderem beim Erstellen von Konzepten für Lernangebote oder dem Entwickeln von Workshops. KI unterstützt bei der Erstellung von Seminarbeschreibungen, aber auch Seminarinhalte aus Texten und Bildern lassen sich erstellen. Auch die anschließenden Tests zur Kompetenzfeststellung können von der KI entworfen werden. Dies spart den Lernbegleitenden Zeit, macht das Feedback für die Lernenden schnell verfügbar und kann zudem zu einer objektiveren Bewertung beitragen.

6 Veränderung von Berufen und Tätigkeiten

Frey und Osborne prognostizierten im Jahr 2013 in einer viel beachteten Studie [9], dass in den folgenden Jahrzehnten in den USA bis zu 47 % der Arbeitsplätze durch Automatisierung und Digitalisierung gefährdet sein könnten. Dies führte zu Diskussionen, dass durch die genannten Entwicklungen viele Berufe verloren gehen, aber ebenso veränderte bzw. neue Berufe entstehen würden. Gerade Berufe mit monotonen oder leicht automatisierbaren Tätigkeitsanteilen könnten von Technik übernommen und die Arbeitnehmenden entsprechend entlastet werden.

Das „Kompetenzzentrum Arbeitswelt.Plus“, einem von der OWL Clustermanagement GmbH und dem Fraunhofer IEM durchgeführten und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt [10], hat Leuchtturmprojekte gesammelt, bei denen KI zur Einsparung von zeitlichen Ressourcen führt. Genannt sei als Beispiel eine Wäscherei, in der eine KI-gesteuerte Maschine die Sortierung von Schmutzwäsche übernimmt. Neben der zeitlichen Einsparung wurde das Arbeiten dadurch auch hygienischer. Ein Sanitärwarenhersteller wiederum nutzt KI, um die Belastung von Beschäftigten sowie die Auslastung von Arbeitsplätzen und Maschinen bis zu fünf Stunden im Voraus zu ermitteln und zu optimieren.

Auch in der Arbeit der Unfallversicherungsträger wird – auf eher struktureller Ebene – KI bereits effizient eingesetzt. Zwei Projekte seien hier vorgestellt:

Im Projekt RehaPlus der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) unterstützt KI Mitarbeitende bei der Beurteilung von Reha-Fällen [11].

Nach Arbeits- oder Wegeunfällen muss regelmäßig entschieden werden, ob und wie schnell Betroffene durch das Reha-Management begleitet werden. Für die Entscheidung ist das Erfahrungswissen der Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeiter eine wichtige Grundlage. Seit 2021 wird dieser Entscheidungsprozess durch KI begleitet. Sie wertet über 300 Merkmale aus abgeschlossenen Reha-Fällen aus und prüft auf dieser Basis die aktuellen Fälle. Der große Vorteil der KI ist, dass sie sehr große Datenmengen verarbeiten und automatisiert Muster und Auffälligkeiten erkennen kann, die der Sachbearbeitung möglicherweise verborgen bleiben. Insbesondere wird geprüft, wie die Prognosen für die Rehaverläufe in Bezug auf eine baldige Wiederaufnahme der beruflichen Tätigkeit einzuschätzen sind. Dabei macht die KI auf der Basis ihrer Auswertungen Vorschläge für den Einsatz des Reha-Managements. Die Entscheidung selbst trifft jedoch immer ein Mensch, nämlich der entsprechende Mitarbeiter oder die Mitarbeiterin. Indem jedoch die KI Vorschläge für die Reihung der Reha-Fälle macht, können die zeitlichen Kapazitäten der zuständigen Mitarbeitenden bestmöglich eingesetzt werden. Eine Umfrage unter den Anwenderinnen und Anwendern von RehaPlus hat eine hohe Zufriedenheit mit dem Tool ergeben. Sie stimmen mehrheitlich zu, dass die KI entscheidend zum frühzeitigen Erkennen kritischer Reha-Fälle beitragen kann [12].

Auch die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) nutzt KI zur Auswertung großer Datenmengen und als Vorbereitung für Entscheidungen, allerdings im Bereich der Prävention. In einem vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) geförderten Projekt [13] werden Daten aus verschiedenen Quellen, u. a. aus Prüfungen und Beratungen in Unternehmen, dem Unfallgeschehen auf Baustellen, Seminarteilnahmen etc. ausgewertet. Durch die Auswertung dieser Daten kann die KI-Anwendung Betriebe mit erhöhtem Beratungsbedarf identifizieren. Natürlich wissen die Aufsichtspersonen aufgrund ihrer Erfahrung, welche Merkmale für die Identifizierung von Beratungsbedarf entscheidend sind. Dennoch konnte durch den Einsatz von KI die Trefferquote noch einmal signifikant gesteigert werden [14]. Genauso wie beim Projekt RehaPlus ist auch der BG BAU in ihrem Projekt wichtig: Die KI empfiehlt – der Mensch entscheidet.

Allerdings gibt es auch Systeme, bei denen der Mensch nur noch marginal eingebunden ist. Eine vollautomatisierte Überwachung, ob z. B. auf Baustellen die erforderliche Persönliche Schutzausrüstung (PSA) tatsächlich getragen wird, ermöglicht ein System mit PSA-Erkennungstechnologie [15]. Spätestens beim Einsatz solcher Systeme stellen sich ethische und datenschutzrelevante Fragen, die im Vorfeld geklärt sein müssen.

7 Datenschutz und Ethik zum KI-Einsatz in der Arbeits- und Sozialverwaltung

Die Abteilung Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft im BMAS hat in einem von ihr koordinierten Netzwerk „KI in der Arbeits- und Sozialverwaltung“ selbstverpflichtende Leitlinien für den KI-Einsatz in der behördlichen Praxis entwickelt [16]. Sie bilden die Grundlage, dass KI-Anwendungen in der behördlichen Verwaltung verantwortungsvoll, menschenzentriert und diskriminierungsfrei eingesetzt werden.

Auf europäischer Ebene ist im Jahr 2024 die Verordnung über künstliche Intelligenz in Kraft getreten [17]. Sie ordnet KI-Systeme basierend auf dem Risiko, das sie für Nutzende darstellen, in vier Kategorien ein. Die strengsten Vorschriften gelten für Anwendungen mit hohem oder inakzeptablem Risiko, wenn beispielsweise manipulative Techniken genutzt oder soziale Bewertungssysteme verwendet werden. In solchen Fällen kann die Beurteilung zu einem Verbot des entsprechenden Systems in Europa führen. Die Verordnung soll das Vertrauen in KI-Systeme stärken und Innovation fördern sowie gleichzeitig fundamentale Rechte der Menschen schützen. Europa ist damit weltweit führend in der Einschätzung moderner KI-Technologien.

8 Fazit und Ausblick

Künstliche Intelligenz kann auf unterschiedliche Weise dazu beitragen, die Folgen des demografischen Wandels, insbesondere den bereits zu spürenden Fachkräftemangel aufzufangen.

Zum einen ist KI auf struktureller oder unternehmerischer Ebene wirksam, übernimmt ganze Tätigkeiten oder Tätigkeitsabfolgen, die die Mitarbeitenden zeitlich entlasten. Dadurch werden Ressourcen für andere Aufgaben frei. Zum anderen können mithilfe von KI große Datenmengen ausgewertet und hinsichtlich auftretender Muster oder Tendenzen analysiert werden. Solche Auswertungen dienen beispielsweise als Grundlage für Entscheidungen, die letztlich aber immer von Menschen getroffen und umgesetzt werden.

Zum zweiten ist KI bereits in zahlreichen personengebundenen Systemen im Einsatz, um vorrangig physische Entlastung zu bringen und dadurch Arbeitskraft zu erhalten. Hierzu gehören Exoskelette und Robotersysteme, die in unterschiedlicher Stärke unterstützend wirken und die für die Arbeit einzusetzenden Kräfte des menschlichen Körpers oder einzelner Körperteile reduzieren können.

Beide Arten von KI-Unterstützung sind in der Arbeitswelt sowohl in der Prävention als auch in der Rehabilitation im Einsatz. In zukunftsgerichteten Projekten wird bereits die Entwicklung entsprechender Technologien auch für sinnesphysiologische Einsatzgebiete bis hin zu psychischer Entlastung verfolgt.

Darüber hinaus wird KI genutzt, um die Kommunikation der Menschen untereinander zu optimieren. Entsprechende Systeme sind hilfreich an Schnittstellen, an denen beispielsweise Sprache übersetzt oder strukturiert werden muss. Darüber hinaus wird KI bereits heute intensiv in der Qualifizierung aller Altersgruppen eingesetzt und unterstützt sowohl die Lernenden als auch die Lernbegleitenden. Systeme generativer KI entwickeln sich derzeit rasant und werden weitere Entwicklungen maßgeblich mitbestimmen.

Literatur

Alle angegebenen Internet-Links wurden zuletzt abgerufen am 23.01.2026.

[1] Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung (KOFA): Überblick Fachkräftemangel. URL: https://www.kofa.de/daten-und-fakten/ueberblick-fachkraeftemangel/

[2] Zieschang, H.; Freiberg, S.: Musterarbeitsplatz für ältere Arbeitnehmer. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Produkt- und Produktions-Ergonomie – Aufgabe für Entwickler und Planer. 54. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 9.–11. April 2008, München, Tagungsband (2008) S. 491–494

[3] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA): Exoskelette. URL: https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-ergonomie/exoskelette/index.jsp

[4] Oiger – Internet-Nachrichtenportal mit Schwerpunkt auf Wirtschaft und Forschung in Sachsen: KI-Exoskelette sollen Arbeitsschutz verbessern und Lahme laufen lassen. URL: https://oiger.de/2023/04/05/ki-exoskelette-sollen-arbeitsschutz-verbessern-und-lahme-laufen-lassen/186283

[5] Forschung und Wissen, fachmedien und mittelstand digital: Roboterprothese. Autonomes KI-Exoskelett hilft gehbehinderten Menschen. 18. März 2021. URL: https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/technik/autonomes-ki-exoskelett-hilft-gehbehinderten-menschen-13374836

[6] IIDEA – Inklusion und Integration durch Cobots auf dem ersten Arbeitsmarkt. Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik, RWTH Aachen University. https://www.igmr.rwth-aachen.de/cms/igmr/forschung/projekte/aktuelle-projekte/~baxrrf/iidea/

[7] Zieschang, H.; Bräunig, D.: Horizontaler Berufsumstieg. Auf der Suche nach einem neuen Beruf. DGUV-Forum 1-2/2015, (2015) S. 48–51

[8] Hörwick, E.: Lernen Ältere anders? In: LASA (Hrsg.): Nutzung und Weiterentwicklung der Kompetenzen Älterer - eine gesellschaftliche Herausforderung der Gegenwart. Tagungsband zur Fachtagung der Akademie der 2. Lebenshälfte am 26. und 27.08.2002. Potsdam (2003)

[9] Frey, C. B.; Osborne, M. A.: The future of employment how susceptible are jobs to computerisation? Oxford, Oxford Martin School, Univ. of Oxford. (2013) URL: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf; siehe auch: Bonin, H.; Gregory, T.; Zieran, U.: Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Forschungsbericht 455 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS). (2015) URL: https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Forschungsberichte/forschungsbericht-fb-455.html

[10] it's OWL Clustermanagement: Kompetenzzentrum Arbeitswelt.Plus. Projekt im Programm „Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit", gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). URL: https://arbeitswelt.plus/news/kuenstliche-intelligenz- sorgt-fuer-starke-entlastung-von-mitarbeitenden/

[11] Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM): Rehabilitation: Computer analysiert, Mensch entscheidet. RehaPlus. URL: https://jahresbericht.bgetem.de/2021/titelstories/computer-analysiert-mensch-entscheidet

[12] Hüdepohl, J.; Kirschenheuter, B.; Helmis, N.: RehaPlus – ein Praxisbeispiel. KI in der gesetzlichen Unfallversicherung. Auf den Seiten der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). URL: https://www.bar-frankfurt.de/service/reha-info-und-newsletter/reha-info-2023/reha-info-052023/rehaplus-ein-praxisbeispiel.html

[13] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU): Mit künstlicher Intelligenz (KI) für sichere Arbeitsplätze in der Bauwirtschaft. BauPortal 3/2023. URL: https://bauportal.bgbau.de/bauportal-32023/thema/meldungen/rund-um-die-bg-bau/mit-kuenstlicher-intelligenz-ki-fuer-sichere-arbeitsplaetze-in-der-bauwirtschaft

[14] Hellmann, E.: Unfallprävention bei der BG BAU. Die KI empfiehlt – der Mensch entscheidet. In: BG BAU (Hrsg.) Prävention Aktuell, Ausgabe 02/2024

[15] Hikvision Deutschland GmbH: Intelligente Erkennung, um der Gefahr voraus zu sein. PSA-Erkennungstechnologie. URL: https://www.hikvision.com/de/core-technologies/ai-analytics/ppe-detection/

[16] Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS): Selbstverpflichtende Leitlinien für den KI-Einsatz in der behördlichen Praxis der Arbeits- und Sozialverwaltung. November 2022. URL: https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Broschueren/a862-leitlinien-ki-einsatz-behoerdliche-praxis-arbeits-sozialverwaltung.html

[17] Europäisches Parlament: Verordnung über künstliche Intelligenz. Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:02024R1689-20240712

Entwicklung eines Lösungskatalogs für ergonomische Prinziplösungen

Torsten Wagner
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

Kurzfassung

Die Suche nach geeigneten Maßnahmen gestaltet sich in der industriellen Praxis gelegentlich schwierig, da aus den unterschiedlichsten Gründen technische „Standardlösungen“ für einen konkreten Betrieb nicht passend oder für ein spezielles Problem (noch) nicht existent sein können. Der Beitrag befasst sich mit der Fragestellung, wie in solchen Fällen beraten werden kann, um am Ende weitgehend sicher zu sein, keine geeignete Maßnahme übersehen zu haben. Über die in den Ingenieursdisziplinen genutzte Methode der Lösungskataloge soll hier ein Ansatz skizziert werden, der anhand von strukturiert dokumentierten Prinziplösungen in der Beratung weiterhelfen könnte.

1 Einleitung

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung einer Tätigkeit ein Handlungsbedarf zur Reduzierung der Belastungsintensität, beginnt idealerweise die Suche nach einer technischen Maßnahme. Im Bürobereich sind solche Maßnahmen oft bereits durch Standardlösungen in verschiedenen Ausprägungen am Markt zu finden (elektrisch höhenverstellbarer Arbeitstisch, vielfach verstellbarer Arbeitsstuhl), so dass eher eine „Qual der Wahl“ besteht. Ähnliches gilt für Einzelarbeitsplätze in der Produktion, wo eine vergleichbare Prinziplösung im Arbeitssystem (mit anderen technischen Spezifikationen) von verschiedenen Herstellern angeboten wird.

Ist eine geeignete technische Maßnahme jedoch weniger offensichtlich oder müsste erst aufgrund von kundenspezifischen Anpassungen entwickelt werden, gestaltet sich eine wirksame Umsetzung deutlich schwieriger. Je nach zu erwartenden Kosten für so eine Speziallösung stellt sich in der Beratung dann regelmäßig die Frage, ob zunächst auch alle weiteren prinzipiellen Lösungen des Problems berücksichtigt wurden, bevor eine solche individuelle Maßnahme umgesetzt wird.

2 Finden von Lösungen

Mehrere Anbieter haben für die Lösungssuche branchenübergreifende oder spezifische Empfehlungen zur Gestaltung von Arbeitsplätzen zusammengestellt, u. a. [1 bis 4]. Diese Zusammenstellungen unterstützen durch unterschiedliche Kategorisierungen beim Finden von geeigneten Lösungen, erheben jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Übertragbarkeit in andere Branchen. Herausfordernd ist, dass diese Zusammenstellungen teilweise in ihren Bezeichnungen der Arbeitshilfen voneinander abweichen können, was eine spätere, eigenständige Recherche nach konkreten Produktangeboten am Markt erschweren kann.

In den Ingenieursdisziplinen wurden zur Unterstützung bei der Lösungsfindung sogenannte Konstruktionskataloge entwickelt, die anhand von abstrahierten Problemstellungen (wie „Übertragung von Kraftwirkungen zwischen Körpern“) verschiedene prinzipielle Lösungsalternativen in Übersichten aufzeigen [5 bis 7]. Sie verfolgen dabei das Ziel, in unterschiedlichen Phasen des Konstruktionsprozesses jeweils einen möglichst vollständigen Lösungsraum zu beschreiben.

3 Erfahrungswissen dokumentieren

Bereits in einem Beitrag zum 7. Fachgespräch Ergonomie gab es vom Autor einen ersten Versuch in dieser Richtung, systematisch und möglichst vollständig Arbeitsgestaltungsmaßnahmen zur Belastungsreduzierung bei „Repetitiven, manuellen Tätigkeiten“ aufzuzeigen [8].

Die zentrale, an ein Organigramm angelehnte grafische Darstellung von Gestaltungsansätzen im Beitrag war jedoch im Ergebnis unübersichtlich und nur schwer auf andere Belastungsarten erweiterbar.

Anlässlich des 9. DGUV-Fachgesprächs wurde daher eine andere Darstellungsweise in Form einer Mindmap verwendet, um am Beispiel der Lösungssuche zur Belastungsart „Heben, Halten, Tragen“ in kurzer Zeit eine dynamisch wachsende Struktur einfach entwickeln zu können (Abbildung 1).

Es ist das Ziel des Autors, schrittweise einen zunehmend vollständigen Lösungsraum anhand des zusammengestellten Erfahrungswissens für „Heben, Halten, Tragen“ sowie den weiteren Arten der Muskel-Skelett-Belastungen aufzubauen.

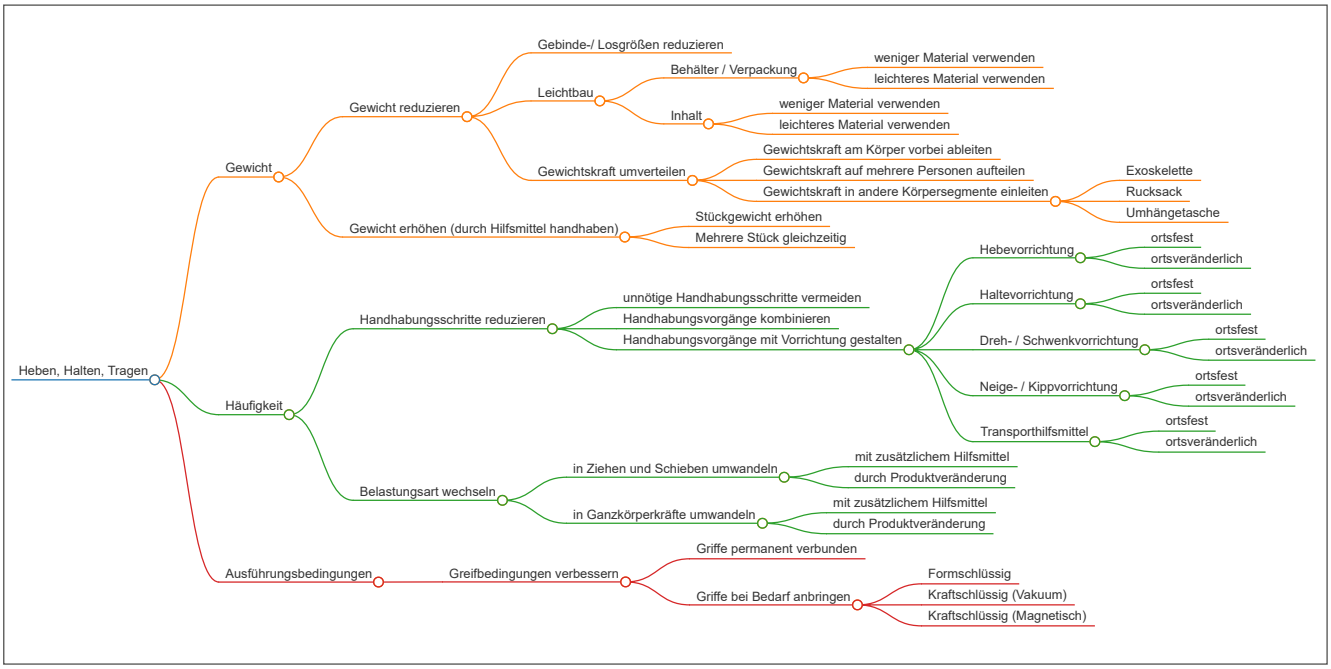


Abbildung 1: Entwurf einer Übersicht für Prinziplösungen zu Arbeitsgestaltungsmaßnahmen für die Belastungsart „Heben, Halten, Tragen“

Die aufgeführten Prinziplösungen an den Endpunkten der Verzweigungen in der Mindmap könnten darüber hinaus mit einfachen Illustrationen veranschaulicht und mit geeigneten Schlagworten versehen werden, so dass eine anschließende Herstellersuche unterstützt wird. Über interne Verlinkungen der jeweiligen Einträge könnte außerdem angestrebt werden, Doppelnennungen von Prinziplösungen zu vermeiden, z. B. bei organisatorischen Maßnahmen zur Reduzierung der Expositionsdauer oder einem formalen Wechsel der Belastungsart durch bereitgestellte Hilfsmittel.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Suchen und Finden von geeigneten Maßnahmen zur Reduzierung von Muskel-Skelett-Belastungen abseits von Standardlösungen kommt auch bei anderen Unfallversicherungen in deren Beratung vor. Der hier geschilderte Ansatz stellt Mindmaps als eine Form zur strukturierten Dokumentation von Erfahrungswissen auf Basis von Prinziplösungen vor. Eventuell ergibt sich durch diese hier beschriebene Herangehensweise eine Möglichkeit, eine gemeinsame Maßnahmensammlung zu erstellen, die später von einzelnen Unfallversicherungsträgern mit konkreten Branchenlösungen ergänzt werden kann.

Literatur

[1] DGUV Information: Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastung (208-053). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin (2024)

[2] Rehadat-Hilfsmittel. Hrsg.: Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V., Köln. URL: https://www.rehadat-hilfsmittel.de/de/ (zuletzt abgerufen am 16.04.2026)

[3] Ergonomische Lösungen. Hrsg.: BG BAU, Berlin URL: https://www.bgbau.de/service/angebote/ergonomische-loesungen (zuletzt abgerufen am 16.04.2026)

[4] Gute Fertigungsgestaltung. Hrsg.: BGHM, Mainz URL: https://www.bghm.de/arbeitsschuetzer/gute-fertigungsgestaltung (zuletzt abgerufen am 16.04.2026)

[5] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Band 1. 3. Aufl. Springer, Berlin (2000)

[6] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Band 2. 3. Aufl. Springer, Berlin (2001)

[7] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Band 3. 2. Aufl. Springer, Berlin (1996)

[8] Wagner, T.: Arbeitsgestaltungsmaßnahmen bei repetitiven Tätigkeiten. In: 7. Fachgespräch Ergonomie 2019. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin (2020)

Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte zu Lichtflimmern und nichtvisueller Lichtwirkung

Sylvia Hubalek
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

Erst das Licht ermöglicht das Sehen. Dabei sollten negative Effekte vermieden werden. Zwei dieser möglichen unerwünschten Nebenwirkungen von Licht wurden in aktuellen Projekten näher beleuchtet, die von der BG ETEM gefördert wurden:

1. Vermeidung von kritischem Lichtflimmern: Stroboskopeffekt
2. Praxisbeispiele zur Umsetzung der nichtvisuellen Lichtwirkungen

Die Ergebnisse beider Forschungsprojekte stehen frei zur Verfügung und wurden stark vereinfacht als Fachbereich AKTUELL respektive als Artikel im Magazin etem veröffentlicht.

1 Vermeidung von kritischem Lichtflimmern: Stroboskopeffekt

Flimmerfrei sind LEDs (light emitting diodes), die mit Konstantstrom betrieben und auch so gedimmt werden. Dagegen kann es sowohl beim Normalbetrieb als auch bei Dimmung durch Pulsweitenmodulation (PWM) zu unerwünschtem Lichtflimmern kommen. Dieser Effekt wird auch als Stroboskopeffekt bezeichnet.

Beim Blick in die Lichtquelle selbst ist der Stroboskopeffekt nicht erkennbar. Er wird erst sichtbar, wenn sich etwas bewegt. Je nach Tätigkeit kann das nicht nur stören, sondern auch zu relevanter Unfallgefahr führen. Durch diesen Effekt wirkt beispielsweise das rotierende Blatt einer Kreissäge so, als würde es stillstehen. Bei anspruchsvollen Bedingungen (Tabelle 1) sollte daher auf PWM oder anderweitige Pulsung komplett verzichtet werden.

1	Am Arbeitsplatz gibt es ungeschützte schnell bewegte oder rotierende Werkzeuge, Maschinenteile oder andere schnell bewegte Arbeitsmittel.
2	Es gibt sehr viele oder ausschließlich sehr kleine relevante Sehdetails.
3	Beschäftigte müssen bewegte Sehobjekte schnell und zuverlässig erkennen.
4	Schnelle Blickwechsel sind notwendig.
5	Es gibt flimmerempfindliche Beschäftigte.
6	Bei Beschäftigten besteht die Gefahr von epileptischen Anfällen.

Tabelle 1: Ausschlussgründe für PWM

Für weniger kritische Bereiche konnte in Versuchen gezeigt werden, dass die Frequenz bei heller Umgebung mindestens 1.000 Hz und bei dunkler Umgebung > 1.400 Hz bei allen Dimmstufen sein sollte [1; 2].

Durchgeführt wurden die Laborversuche mit Geschwindigkeiten, wie sie bei üblichen Handbewegungen vorkommen, beispielsweise im Büro.

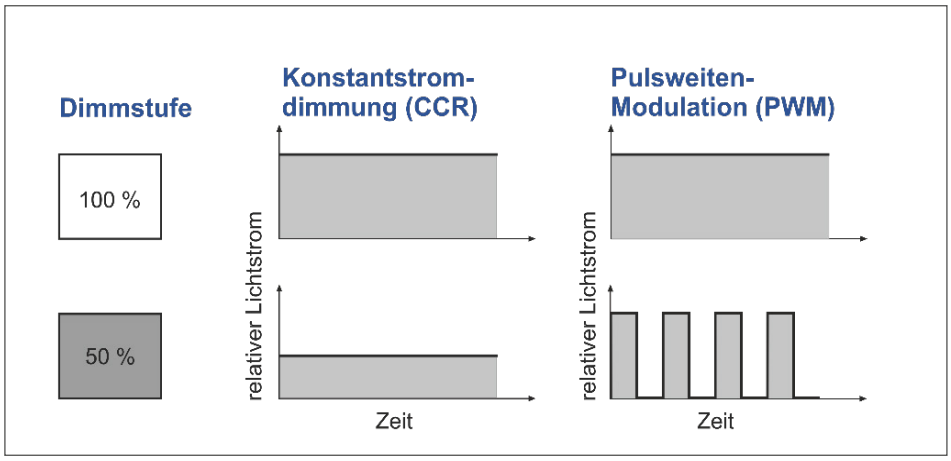


Abbildung 1: Bei der Konstantstrom-Reduktion wird die Helligkeit gleichmäßig reduziert (Mitte). Bei der Pulsweitenmodulation (rechts) wird mit der An-/Aus-Funktionsweise (Hell/Dunkel) gedimmt.

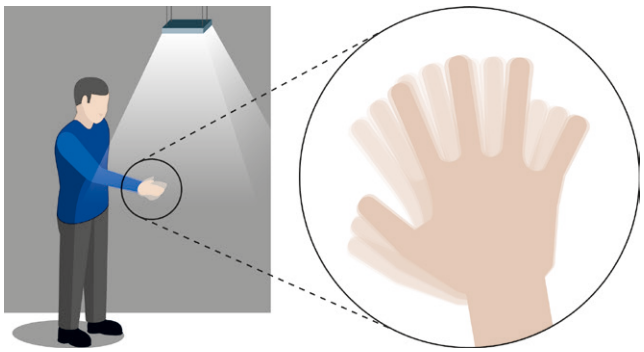


Abbildung 2: Erst durch schnelle Bewegungen kann der unerwünschte Stroboskopeffekt gesehen werden (Grafik: Jörg Block/BG ETEM)

Im Handel sind teilweise Leuchten erhältlich, die sogar noch bei 100 Hz betrieben werden. Können im Bestand die technischen Daten nicht mehr vom Hersteller erfragt werden, dann gibt es einen einfachen Schnelltest: Das Licht muss direkt auf einen schnell bewegten Gegenstand scheinen. Das kann die Hand (Abbildung 1) oder beispielsweise auch ein ausgeklappter Meterstab sein, die schnell hin und hergeschwenkt werden. Sind diese dann mehrfach wahrnehmbar, ist die Frequenz zu niedrig und das Lichtflimmern ist sichtbar. Jüngere Personen sind flimmerempfindlicher.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurde eine Fachbereich AKTUELL [3] erstellt, die Hintergründe und Lösungen sowie Kriterien für den Kauf geeigneter Leuchtmittel näher erläutert.

2 Praxisbeispiele zur Umsetzung der nichtvisuellen Lichtwirkungen

Licht am Auge hat Einfluss auf die Gesundheit, das ist wissenschaftlich erwiesen. Die Erkenntnisse lassen sich für die Lichtplanung und Gestaltung von Arbeitsplätzen und Produktionsstätten positiv nutzen. Gleichwohl gilt es, Fehler zu vermeiden. Grundlegende Prinzipien dafür sind in der DGUV Information 215-220 [4] erläutert, beispielsweise „viel Licht tagsüber und wenig Licht in der Nacht“ (Abbildung 3).



Abbildung 3: Viel Licht tagsüber und wenig Licht in der Nacht (Grafik: Jörg Block/BG ETEM)

Tageslicht erreicht das Auge über große Himmelsflächen und stimuliert dadurch weite Bereiche der Netzhaut. Es enthält einen hohen Blauanteil, der besonders aktivierend ist. Bei künstlicher Beleuchtung wird die entsprechende Lichtfarbe als „tageslichtweiß“ bezeichnet.

Nachts gelten umgekehrte Anforderungen: Es sollte möglichst wenig Licht am Auge ankommen und entsprechend nur dort eingesetzt werden, wo es benötigt wird – mit einem hohen Rotanteil. Bei künstlicher Beleuchtung wird die entsprechende Lichtfarbe als „warmweiß“ bezeichnet.

Was den Betrieben für die Umsetzung fehlt, sind konkrete Musterbeispiele, an denen sie sich orientieren können. Diese wurden in einem Projekt wissenschaftlich fundiert und auf Basis der Technischen Regel für Arbeitsstätten (ASR) A3.4 [5] in Form von idealisierten Zeichnungen mit ausführlichen Erläuterungen zur Umsetzung erarbeitet.

Die Ergebnisse sind als Whitepaper [6] frei verfügbar im Netz. Einen einfachen Zugang zum Thema bietet der Artikel „Licht im Rhythmus von Tag und Nacht“ [7], der in der Online-Ausgabe des Magazins etem erschienen ist.

Literatur

[1] Vandahl, C.; Schierz, Ch.: Untersuchung des Stroboskopeffekts in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke. Fachgebiet Lichttechnik, TU Ilmenau (2025) https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/uvtbgetem23-004.jsp

[2] Vandahl, C.; Schierz, Ch.: Untersuchung des Stroboskopeffekts in Abhängigkeit vom Tastgrad und der Umgebungsbedingungen. Fachgebiet Lichttechnik, TU Ilmenau 2026. https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/uvtbgetem25-003.jsp

[3] Fachbereich AKTUELL: Wenn der Schein trügt – Gefahren durch Lichtflimmern (FBVW-203). Hrsg.: Sachgebiet Beleuchtung im Fachbereich Verwaltung, Berlin (2025)

[4] DGUV Information: Nichtvisuelle Wirkung von Licht auf den Menschen (215-220). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin (2018)

[5] Technische Regel für Arbeitsstätten: Beleuchtung und Sichtverbindung (ASR A3.4). Ausg. 5/2023. GMBl. (2023), S. 679, zul. geänd. GMBl 2022, S. 248

[6] Whitepaper: stilisierte Praxisbeispiele zur Umsetzung der nichtvisuellen Lichtwirkung. Hrsg.: Center for Open Science (OSF). https://osf.io/ajez5/overview

[7] Hubalek, S.; Zauner, J.: Licht im Rhythmus von Tag und Nacht. etem 5.2025

Session 5

Die neue DGUV Information 208-062 „Mensch und Arbeitsplatz – Auswahl und Einsatz von Exoskeletten“

Ines Schalk

Schulter-Exoskelette in der Flugzeugmontage

Kai Heinrich, Mirko Kaufmann

Schnelllieferdienstleistende (Riders) im Fokus: Körperhaltung und Vibrationseinwirkungen

Nastaran Raffler, Mark Prismak, Nick Kleinewalter, Thomas Wilzopolski, Omar El-Edrissi, Detlef Sayn, Christian Freitag

Effektivität und Akzeptanz einer hybriden Kühlweste bei Schnelllieferdiensten

Elisabeth Ibenthal, Rolf Ellegast



Die neue DGUV Information 208-062 „Mensch und Arbeitsplatz – Auswahl und Einsatz von Exoskeletten“

Ines Schalk
Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)

Kurzfassung

Exoskelette werden zunehmend als Maßnahme zur Verbesserung der Arbeitsergonomie in Unternehmen erprobt und genutzt. Seitens der Betriebe bestehen dabei zahlreiche ungeklärte Fragen, etwa zur Funktionsweise, zu möglichen Entlastungseffekten, zu geeigneten Einsatzbereichen, zu arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben sowie zur sachgerechten Erprobung und Einführung von Exoskeletten im betrieblichen Umfeld. Die neu entwickelte DGUV Information 208-062 verfolgt das Ziel, eine verständliche und praxisnahe Orientierungshilfe bereitzustellen, die Verantwortliche für Sicherheit und Gesundheit in Unternehmen schrittweise durch den gesamten Auswahlprozess eines geeigneten Exoskeletts begleitet.

1 Einleitung

Exoskelette stellen eine neuartige Möglichkeit zur Prävention von Muskel-Skelett-Erkrankungen im Sinne einer personenbezogenen Maßnahme dar. An Arbeitsplätzen, die mit körperlicher Belastung verbunden sind, können sie dazu beitragen, diese Belastung zu verringern [1]. Dennoch ist es erforderlich, jeden einzelnen Arbeitsplatz individuell zu prüfen, um festzustellen, ob durch den Einsatz eines Exoskeletts tatsächlich eine nachhaltige Entlastung erreicht werden kann und welches Exoskelett sich für den jeweiligen Einsatzbereich am besten eignet. Hierfür ist eine Bewertung der Eignung von Exoskeletten notwendig, wobei bislang keine einheitlichen und verlässlichen Standards existieren. Aufgrund der großen Vielfalt an Produkten auf dem Markt erweist sich die Auswahl und Bewertung für Unternehmen als herausfordernd [2]. Exoskelette unterscheiden sich hinsichtlich der Zielkörperregion, ihrer Konstruktion und Bauweise sowie ihrer mechanischen und biomechanischen Funktionsprinzipien. Darüber hinaus sind sie in der Regel speziell für bestimmte Einsatzbereiche konzipiert, die in gewerblichen Arbeitsumgebungen in unterschiedlicher Ausprägung, Häufigkeit und Intensität auftreten können [3].

Die DGUV Information 208-062 „Mensch und Arbeitsplatz – Auswahl und Einsatz von Exoskeletten“ verfolgt das Ziel, eine fundierte Grundlage für die Bewertung von Exoskeletten im gewerblichen Bereich bereitzustellen. Zu diesem Zweck wird ein systematisches Vorgehen in mehreren Schritten beschrieben, das durch Checklisten, Leitfragen, Diagramme sowie Empfehlungen für das weitere Vorgehen ergänzt wird. Auf diese Weise sollen verlässliche und vergleichbare Untersuchungsergebnisse ermöglicht und die Auswahl eines geeigneten Exoskeletts für den jeweiligen Anwendungsfall erleichtert werden.

Adressiert werden insbesondere Verantwortliche für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in Betrieben, die den Einsatz von Exoskeletten planen oder begleiten.

2 Grundlagen zu Exoskeletten

Exoskelette sind technische Systeme, die am Körper getragen werden und über eine mechanische Kopplung auf diesen einwirken. An Arbeitsplätzen dienen sie dazu, die Funktionen des Muskel-Skelett-Systems bei körperlich belastenden Tätigkeiten zu unterstützen.

Exoskelette können nach unterschiedlichen Kriterien klassifiziert werden, darunter ihr Antriebsprinzip (aktiv oder passiv), die unterstützte Körperregion (am häufigsten Rücken oder Schultern), die Bauform, die eingesetzten Materialien sowie ihre mechanische Wirkungsweise. Passive Systeme (Abbildung 1 – links) verwenden die von der tragenden Person aufgebrachte Energie, speichern diese beispielsweise in Federn oder elastischen Komponenten und geben sie anschließend mechanisch wieder ab. Aktive Exoskelette (Abbildung 1 – rechts) hingegen verfügen über eine externe Energiequelle, etwa in Form elektrischer oder pneumatischer Antriebe. Für den gewerblichen Einsatz existieren Exoskelette zur Unterstützung des Rückens sowie der oberen und unteren Extremitäten, wobei insbesondere Systeme zur Entlastung von Schultern und Rücken am häufigsten genutzt werden.

Nach Material und Bauform lassen sich aktuell starrgliedrige Exoskelette mit festen Strukturen und Gelenken (Abbildung 2 – links) sowie Exoskelette mit elastischen Textilien unterscheiden (Abbildung 2 – rechts).

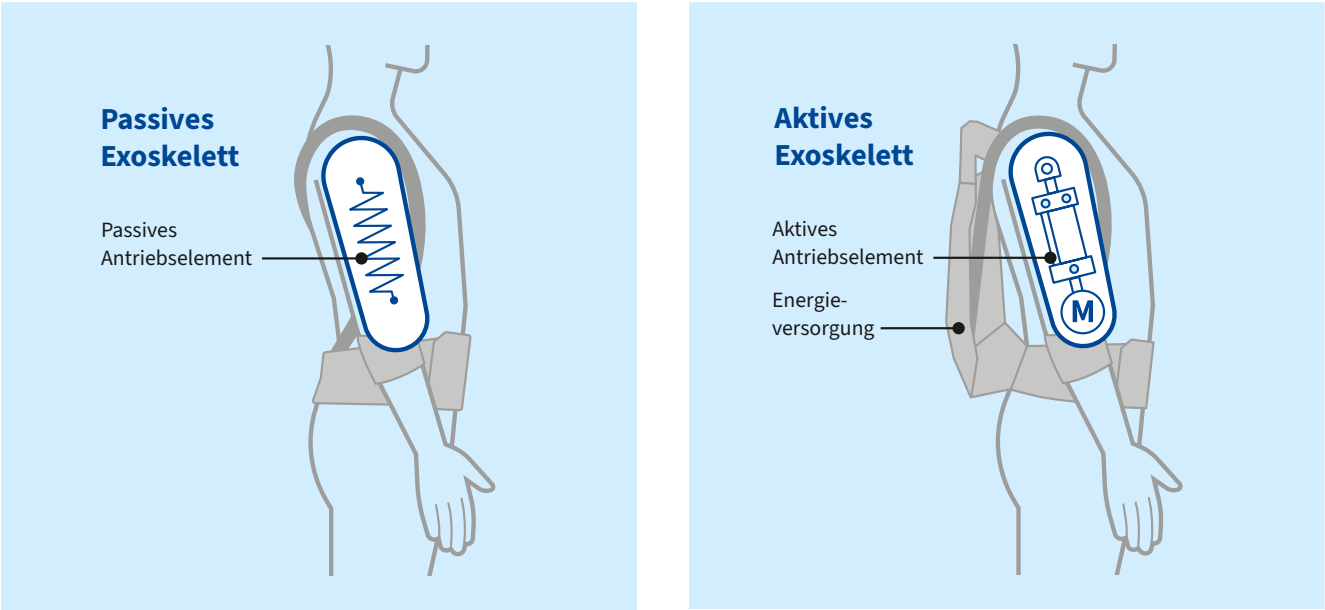


Abbildung 1: Unterscheidung von Exoskeletten nach dem Antriebsprinzip (© DGUV – KonzeptQuartier GmbH)

Die Wirkungsweise von Exoskeletten unterscheidet sich je nach Antrieb, unterstützter Körperregion, Bauform und verwendetem Material. Indem sie Kräfte aufnehmen oder umlenken, können sie Ermüdungserscheinungen und Überlastungen in beanspruchten Körperbereichen reduzieren und gleichzeitig die Körperhaltung stabilisieren. Die derzeit überwiegend verfügbaren Exoskelette bieten jedoch lediglich eine begrenzte Entlastung und sind nicht in der Lage, Belastungen durch nicht ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze vollständig zu verhindern, sondern können diese nur verringern.

In der betrieblichen Praxis können Exoskelette belastende Bewegungsabläufe und Zwangshaltungen, wie beispielsweise statische Rumpfbeugung oder Tätigkeiten über Kopf, erleichtern. Aktive Systeme bieten den Vorteil einer anpassbaren Unterstützung und sind besonders für Tätigkeiten mit variierenden Bewegungen und Lasten geeignet, während passive Exoskelette vor allem bei gleichförmigen Arbeiten mit konstanten Gewichten sinnvoll eingesetzt werden können.

Rücken-Exoskelette tragen bei starkem Vorbeugen oder beim Anheben von Lastgewichten zur Entlastung bei, während Schulter-Exoskelette vor allem bei Arbeiten mit angehobenen Armen unterstützen, ohne die Kraftleistung wesentlich zu steigern. Der Einsatz von Exoskeletten ist jedoch nur dann zielführend, wenn andere ergonomische Maßnahmen oder technische Hilfsmittel entweder nicht realisierbar sind oder bereits ausgeschöpft wurden.

3 Die Auswahl des richtigen Exoskeletts

Für die Auswahl eines geeigneten Exoskeletts ist ein systematisches Vorgehen notwendig. Zunächst erfolgt eine Vorbereitungsphase, in der die auszuführenden Tätigkeiten, das Arbeitsumfeld sowie die organisatorischen und kulturellen Rahmenbedingungen des Unternehmens analysiert werden. In diesem Zusammenhang werden auch relevante Einflussfaktoren identifiziert und konkrete Zielsetzungen für den Einsatz des Systems definiert. Darauf aufbauend schließen sich begleitete Test- und Erprobungsphasen an, in denen die Eignung des Exoskeletts am jeweiligen Arbeitsplatz sowohl aus subjektiver Perspektive der Beschäftigten als auch anhand objektiver Kriterien beurteilt wird. Abschließend werden die gewonnenen Ergebnisse ausgewertet und als Grundlage für die Auswahl sowie die Einführung des Exoskeletts genutzt.

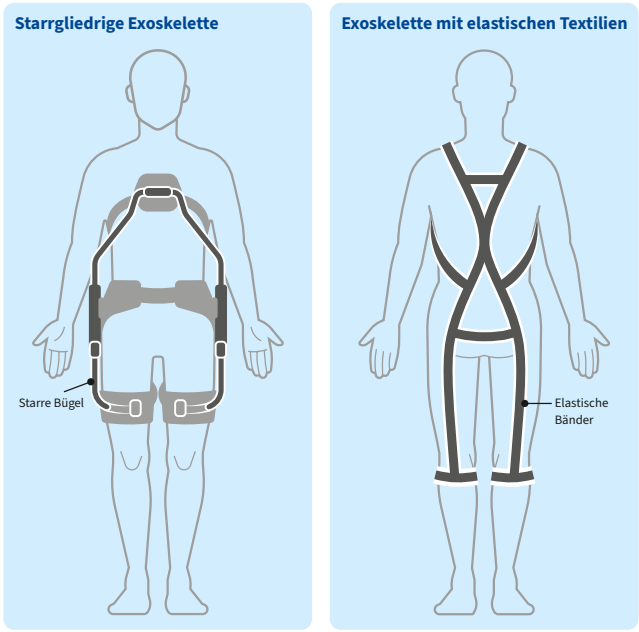


Abbildung 2: Unterscheidung von Exoskeletten nach der Funktionsweise (© DGUV – KonzeptQuartier GmbH)

Im Zuge der **Vorbereitung** wird zunächst mindestens ein Exoskelett für die anschließende Erprobung ausgewählt. Die Auswahl des Systems basiert auf einer Analyse der Tätigkeiten, bei denen das Exoskelett unterstützend wirken soll, ebenso wie auf den Aufgaben, die dadurch nicht beeinträchtigt werden dürfen. Ebenso spielt die Kompatibilität mit vorhandenen Werkzeugen und Hilfsmitteln eine wesentliche Rolle. Auf Grundlage der zu unterstützenden Tätigkeiten und Bewegungsabläufe wird bestimmt, welche Körperregion besonders stark beansprucht ist und daher gezielte Unterstützung benötigt. Entsprechend sollte das Exoskelett genau auf diesen Belastungsschwerpunkt ausgelegt sein, beispielsweise zur Entlastung des unteren Rückens bei überwiegender Beanspruchung dieses Bereichs.

Für die **Erprobung** eines Exoskeletts sind geeignete Bewertungsmethoden festzulegen. Eine Kriterien-Methoden-Matrix dient dabei der Auswahl sowohl objektiver Verfahren (z. B. Belastungsmessungen) als auch subjektiver Methoden (z. B. Befragungen), die idealerweise miteinander kombiniert werden. Testphasen, die nach einem einheitlichen und systematischen Vorgehen unter realen Arbeitsbedingungen durchgeführt werden, ermöglichen belastbare Ergebnisse. Eine arbeitsmedizinische Begleitung trägt dazu bei, mögliche Beschwerden frühzeitig zu erkennen.

Die **Auswertung** der Test- und Erprobungsphase bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Auswahl und Einführung eines geeigneten Exoskeletts. Die Ergebnisse einer standardisierten und strukturierten Erprobung liefern die notwendigen Erkenntnisse, um auf Basis der zuvor definierten Anforderungen an die jeweilige Tätigkeit eine fundierte Entscheidung für ein passendes Exoskelett zu treffen. Neben der Beurteilung der objektiven Eignung sollte dabei stets auch die subjektive Wahrnehmung der Beschäftigten berücksichtigt werden.

4 Empfehlungen für den Einsatz und die Erprobung von Exoskeletten

4.1 Allgemeine Empfehlungen

- **Maßnahmenhierarchie nach dem TOP-Prinzip des Arbeitsschutzes beachten:** Vor dem Einsatz von Exoskeletten muss grundsätzlich geprüft werden, ob technische oder organisatorische Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen umgesetzt werden können. Personenbezogene Maßnahmen wie Exoskelette kommen erst dann in Betracht, wenn vorrangige Optionen bereits ausgeschöpft sind.
- **Sicherheitsrelevante Aspekte beachten:** Abhängig von Arbeitsplatz und Tätigkeitsprofil bestehen spezifische Sicherheitsanforderungen, die durch den Einsatz eines Exoskeletts nicht beeinträchtigt werden dürfen. So muss beispielsweise sichergestellt sein, dass das Exoskelett die Nutzung der notwendigen persönlichen Schutzausrüstung (PSA) nicht behindert.
- **Herstellerinformationen beachten:** In der Regel geben Hersteller den vorgesehenen Einsatzzweck, die Zielgruppe der Nutzenden (zum Beispiel unter Ausschluss bestimmter Vorerkrankungen), potenzielle Gefährdungen sowie technische Merkmale der Produkte an.
- **Eine Körperregion für die Unterstützung festlegen:** Exoskelette entlasten in der Regel nur eine spezifische Körperregion. Daher ist es entscheidend, gezielt die Körperregion auszuwählen, die einer besonders hohen Belastung ausgesetzt ist.
- **Unterstützte Teiltätigkeiten beachten:** Häufig sind Exoskelette auf einzelne Bewegungen ausgelegt und können bei anderen Bewegungsabläufen sogar störend wirken. Deshalb sollten Exoskelette vorrangig für die Tätigkeiten eingesetzt werden, für die sie entwickelt wurden (siehe hierzu auch die Herstellerangaben).
- **Bewegungsbereiche der Teiltätigkeiten beachten:** Exoskelette sind oftmals nur in bestimmten Bewegungs- oder Winkelbereichen wirksam beziehungsweise einsetzbar. Es ist daher darauf zu achten, dass das jeweilige Tätigkeitsprofil mit den Unterstützungsbereichen des Exoskeletts übereinstimmt.
- **Anforderungen an die Dynamik berücksichtigen:** Die dynamischen Eigenschaften des Exoskeletts müssen mit den Anforderungen der jeweiligen Tätigkeit übereinstimmen. So sollte ein Exoskelett beispielsweise häufige Bückbewegungen schnell und ohne Einschränkungen ermöglichen.
- **Nebentätigkeiten beachten:** Tätigkeitsprofile umfassen häufig auch Nebenaufgaben wie Gehen, Sitzen oder Treppensteigen, bei denen das Exoskelett nicht störend wirken darf. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob sich der Anteil an nicht unterstützten oder beeinträchtigenden Nebentätigkeiten durch organisatorische Anpassungen reduzieren lässt, ohne neue ergonomische Nachteile zu verursachen. Wenn das Exoskelett häufig an- und abgelegt werden muss oder nur wenige Tätigkeiten unterstützt, kann dies die Akzeptanz beeinträchtigen.
- **Führen von Fahrzeugen vermeiden:** Das Führen von Fahrzeugen während des Tragens eines Exoskeletts sollte vermieden werden. Ist dies unvermeidbar, dürfen ausschließlich Systeme verwendet werden, die vom Hersteller ausdrücklich für diesen Zweck freigegeben sind. Zudem müssen potenzielle Risiken im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ausgeschlossen werden.

- **Erste-Hilfe-Maßnahmen sicherstellen:** Das Tragen eines Exoskeletts kann Erste-Hilfe-Maßnahmen wie die stabile Seitenlage oder die Herzdruckmassage erschweren. Daher ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu klären, wie das Exoskelett im Notfall schnell abgelegt werden kann. Beschäftigte sowie Ersthelfende sind entsprechend zu unterweisen. Entsprechende Hinweise finden sich in der Betriebsanleitung oder beim Hersteller.
- **Arbeitsmedizinische Vorsorge ermöglichen:** Führt die Erprobung zu einem dauerhaften Einsatz, sollte eine arbeitsmedizinische Vorsorge angeboten werden, um mögliche langfristige gesundheitliche Auswirkungen frühzeitig zu erkennen.

4.2 Empfehlungen in Bezug auf Nutzbarkeit und Akzeptanz

- **Individuelle Unterschiede berücksichtigen:** Je nach Körpergröße und persönlichen Anforderungen können Nutzerinnen und Nutzer unterschiedliche Unterstützungsbedarfe aufweisen, beispielsweise in Bezug auf die Winkelbereiche, in denen eine Unterstützung erforderlich ist.
- **Einfluss auf Arbeitsqualität und Zeitvorgaben beachten:** Wenn das Exoskelett die Qualität der Arbeit oder die Einhaltung vorgegebener Zeitrahmen beeinträchtigt, ist mit einer geringeren Akzeptanz seitens der Beschäftigten zu rechnen.
- **Eine gute Passform sicherstellen:** Das Exoskelett muss optimal sitzen und sollte durch geeignete Formgebung, passende Kontaktflächen sowie Einstellmöglichkeiten an die individuelle Körperkonstitution angepasst werden, um sowohl die Gebrauchstauglichkeit als auch die Akzeptanz zu erhöhen. Dabei sind die Herstellerangaben und verfügbaren Größen zu berücksichtigen.
- **Unterstützungsleistung des Exoskeletts berücksichtigen:** Abhängig vom jeweiligen Belastungsprofil kann es sinnvoll sein, die Unterstützungsleistung des Exoskeletts für verschiedene Bewegungen oder Winkelbereiche individuell einzustellen. Entsprechende Einstellmöglichkeiten sollten daher bereits vor der Auswahl geprüft werden.
- **Systemeinführung und Testphase planen:** Eine durchdachte Erprobung, bei der die Nutzerinnen und Nutzer frühzeitig einbezogen werden, trägt wesentlich zur Akzeptanz bei. Bei der Einführung sind die Empfehlungen der Hersteller zu beachten und sowohl die Nutzungsdauer als auch der Unterstützungsgrad sollten schrittweise erhöht werden, damit sich die Anwender daran gewöhnen können.
- **Transparente Kommunikation fördern:** Die aktive Einbindung der betroffenen Personen während der Vorbereitung, Erprobung und Einführung sowie ein offener Umgang mit Vorteilen, Nachteilen und möglichen Vorbehalten gegenüber Exoskeletten tragen zur Steigerung der Akzeptanz bei.

4.3 Empfehlungen für die Erprobung von Exoskeletten im Betrieb

- **Auswahl geeigneter Messmethoden sicherstellen:** Für jede Erprobung sind passende qualitative und quantitative Messverfahren auszuwählen. Eine universell anwendbare Methode existiert nicht; stattdessen müssen die wesentlichen Parameter der zu unterstützenden Tätigkeiten identifiziert werden. Die Einbindung erfahrener Fachleute ist dabei grundsätzlich empfehlenswert.
- **Messmethoden korrekt anwenden:** Um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, ist eine korrekte Anwendung der gewählten Messmethoden erforderlich. Hierfür sollte auf entsprechend geschultes Fachpersonal zurückgegriffen werden.
- **Qualitative und quantitative Messmethoden kombinieren:** Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Perspektiven ist in der Regel eine Kombination beider Methodenarten sinnvoll. Da quantitative Messungen, beispielsweise durch am Körper angebrachte Sensorik, das subjektive Empfinden beeinflussen können, sollten getrennte Testdurchläufe durchgeführt werden.
- **Standardisierte und charakteristische Bewegungsabläufe beachten:** Unabhängig von der gewählten Methode ist es sinnvoll, standardisierte und charakteristische Bewegungsfolgen als Grundlage der Erprobung festzulegen. Diese ermöglichen nicht nur einmalige Analysen, sondern schaffen auch die Voraussetzung für Vergleichbarkeit über einen längeren Zeitraum. Vorgehensweisen und Methoden sollten dabei individuell angepasst und für zukünftige Erprobungen weiter optimiert werden.
- **Überprüfung des Exoskelett-Einsatzes regelmäßig wiederholen:** Eine einmalige Erprobung ist nicht ausreichend, um langfristige Effekte zu bewerten. Insbesondere bei dauerhafter Nutzung sind regelmäßige Wiederholungen empfehlenswert, um Veränderungen im Verhalten sowie Lerneffekte erfassen zu können.
- **Vorgehensweise zum Effektnachweis beachten:** Eine standardisierte Methodik ist erforderlich, um die Wirkungen eines Exoskeletts zuverlässig und vergleichbar nachweisen zu können.

Literatur

[1] Luger, T.; Bär, M.; Rieger, MA.; Steinhilber, B.: Exoskeletons for reducing physical stress and strain in occupational tasks: a systematic review. Safety and Health at Work 13:336 (2022)

[2] Weidner, R.; Linnenberg, L.; Hoffmann, N.; Prokop, G.; Edwards, V.: Exoskelette für den industriellen Kontext: Systematisches Review und Klassifikation. In: 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeits-wissenschaften: Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch (2020)

[3] Ralfs, L.; Hoffmann, N.; Glitsch, U.; Heinrich, K.; Johns, K.; Weidner, R.: Insights into evaluating and using industrial exoskeletons: Summary report, guideline, and lessons learned from the interdisciplinary project “Exo@Work”. International Journal of Industrial Ergonomics 97 (2023)

Schulter-Exoskelette in der Flugzeugmontage

Kai Heinrich[1], Mirko Kaufmann[2,3]

[1] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
[2] Hochschule Koblenz, RheinAhrCampus
[3] Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Kurzfassung

Muskel-Skelett-Beschwerden und -Erkrankungen stellen eine der häufigsten Ursachen für arbeitsbedingte Fehlzeiten dar, insbesondere bei Überkopfarbeiten in industriellen Produktionsumgebungen. Ziel dieser Feldstudie war die Untersuchung des Einflusses eines schulterunterstützenden Exoskeletts auf biomechanische Belastungen in der Flugzeugmontage.

Am Airbus-Standort Bremen wurden 20 Messungen bei typischen Tätigkeiten der Struktur- und Ausrüstungsmontage durchgeführt. Die Bewegungsanalyse erfolgte mittels Inertialsensorik über vollständige Arbeitsschichten hinweg. Ergänzend wurden Exoskelett-Effekte teilweise experimentell erfasst und simulationsbasiert modelliert.

Die Ergebnisse zeigen keine relevanten Veränderungen der Armhaltungen durch den Exoskelett-Einsatz. Dennoch reduzierte sich die muskuläre Schulterbeanspruchung im Durchschnitt um etwa 10,5 %. Besonders in der Strukturmontage ergaben sich mögliche Entlastungen hinsichtlich der kumulativen Beanspruchung und damit verbundener Ermüdungsrisiken.

Einschränkungen bestehen aufgrund der begrenzten Stichprobe, männlicher Referenzwerte sowie der Annahme maximaler Exoskelettunterstützung, die in der Praxis individuell variiert. Weitere Langzeitstudien sind erforderlich, um gesundheitliche und betriebliche Effekte des Exoskelett-Einsatzes belastbar zu bewerten.

1 Einleitung und Hintergründe

Muskel-Skelett-Beschwerden (MSBe) und Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) zählen weiterhin zu den häufigsten Ursachen arbeitsbedingter Krankheitsausfälle. Daten des BKK-Gesundheitsreports 2024 zeigen, dass die jährliche durchschnittliche Anzahl der durch MSE verursachten Arbeitsunfähigkeitstage je beschäftigtem BKK-Mitglied zwischen 2011 und 2024 von 3,8 auf 4,5 Tage angestiegen ist. Im Jahr 2024 entfielen 20,1 % aller Arbeitsunfähigkeitstage auf MSE, wodurch sie den größten Anteil ausmachten und Erkrankungen des Atmungssystems (19,9 %) knapp übertrafen [1].

Auch Befragungsdaten unterstreichen die hohe Prävalenz von MSBe in der erwerbstätigen Bevölkerung. In der BAuA-Arbeitszeitbefragung 2021 gaben 54,7 % der abhängig Beschäftigten bis 65 Jahre an, in den vergangenen zwölf Monaten bei der Arbeit unter MSBe in Form von Nacken- und Schulterschmerzen gelitten zu haben. Diese Beschwerden traten häufiger auf als Schmerzen im unteren Rücken beziehungsweise Kreuzschmerzen, die von 47,5 % der Befragten berichtet wurden [2].

MSBe und MSE treten insbesondere in Produktionsumgebungen auf, in denen Beschäftigte repetitive Tätigkeiten sowie körperlich belastende Arbeiten ausführen [3]. Tätigkeiten oberhalb der Schultergelenkhöhe führen in Kombination mit Kraftaufwendungen im Schulterbereich zu erhöhten biomechanischen Belastungen der oberen Extremitäten sowie des Schulter-Nacken-Bereichs und sind mit einem deutlich erhöhten Risiko für die Entstehung von MSE verbunden [4].

Präventionsmaßnahmen gelten als wirksames Instrument zur Reduktion berufsbedingter Muskel-Skelett-Erkrankungen und tragen zur Verbesserung der individuellen sowie kollektiven Lebensqualität bei. Zur Verringerung der Belastungen des Bewegungsapparates an Industriearbeitsplätzen stehen verschiedene Ansatzpunkte zur Verfügung. Arbeitsschutzmaßnahmen folgen dabei dem sogenannten STOP-Prinzip. Gemäß § 4 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) ist zunächst zu prüfen, ob Gefährdungen durch Substitution (S), also durch den Ersatz gefährdender Arbeitsmittel oder -verfahren, vermieden werden können. Ist dies nicht möglich, sind technische Maßnahmen (T) zur Beseitigung oder Verminderung der Gefährdung an der Quelle umzusetzen. Führt auch dies nicht zum gewünschten Ergebnis, kommen organisatorische Maßnahmen (O) zum Einsatz. Personenbezogene Maßnahmen (P) stellen die letzte Stufe der Maßnahmenhierarchie dar; hierzu zählen beispielsweise persönliche Schutzausrüstungen.

In den vergangenen Jahren wurde der Einsatz von Exoskeletten zunehmend als ergänzende Möglichkeit diskutiert, um arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Belastungen zu reduzieren und die Zahl der daraus resultierenden Fehlzeiten nachhaltig zu senken. Einige Laborstudien konnten in einzelnen Situationen (situativ) einen entlastenden

Effekt schulterunterstützender Exoskelette auf die Beanspruchung der Schultermuskulatur nachweisen [u. a. 5]. Allerdings basieren etwa 75 % dieser Studien auf elektromyografischen Messverfahren [6]. Trotz des wachsenden Interesses an Exoskeletten für die oberen Extremitäten als Assistenzsysteme in industriellen Anwendungen ist die belastbare biomechanische Evidenz hinsichtlich ihrer kumulativen langfristigen Wirksamkeit bislang unklar [7].

Gleichwohl lässt sich in der industriellen Praxis beobachten, dass sowohl passive als auch aktive Exoskelette in Pilotanwendungen eingesetzt werden, um ihren Einfluss auf die Reduktion von Muskel-Skelett-Belastungen, insbesondere bei Überkopfarbeiten, zu untersuchen.

Vor dem Hintergrund der hohen Prävalenz arbeitsbedingter Muskel-Skelett-Beschwerden sowie des zunehmenden Interesses am Einsatz von Exoskeletten als präventive Maßnahme besteht weiterhin ein Bedarf an systematischen Untersuchungen ihrer biomechanischen und physiologischen Wirkungen unter realitätsnahen Arbeitsbedingungen.

Ziel dieser Studie war die Untersuchung des Effekts eines schulterunterstützenden Exoskeletts auf die biomechanische Belastung und Beanspruchung bei besonders kritischen industriellen Überkopfarbeiten in der Flugzeugmontage.

2 Methodik

Die Feldstudie wurde am Airbus-Standort Bremen mit insgesamt 20 erfahrenen männlichen Beschäftigten durchgeführt, die regelmäßig Überkopfmontagearbeiten ausführen. Untersucht wurden zwei repräsentative Tätigkeiten: die Strukturmontage (SM) sowie die Ausrüstungsmontage (AM). Personenbezogene Daten wie Alter, Körpergröße und Körpergewicht wurden nicht erhoben.

Die Auswahl des untersuchten Exoskeletts (Paexo Shoulder, Ottobock SE & Co. KGaA, Duderstadt, Deutschland) basierte auf vorangegangenen Analysen [8]. Zur Bestimmung des winkelabhängigen Unterstützungsmoments des Exoskeletts wurde ein kollaborativer Roboter (UR5 CB3, Universal Robots A/S, Odense, Dänemark) eingesetzt. Dieser führte standardisierte repetitive Armhebebewegungen über den gesamten Bewegungsbereich mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit von 10°/s aus (Abbildung 1). Die Wahl dieser Geschwindigkeit basiert auf Untersuchungen des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), in denen biomechanisch belastende Arbeitsaufgaben analysiert wurden [9].

Zur Erfassung der Bewegungsmuster kamen XSens-Dot-Inertialsensoren (IMU; Movella Holdings Inc., Henderson, Nevada, USA) zum Einsatz. Insgesamt wurden fünf IMUs angebracht: ein IMU am Oberkörper (auf Höhe des dritten Brustwirbelkörpers) sowie jeweils zwei im distalen Bereich der Oberarme und Unterarme (Abbildung 2). Zu Beginn der Messung wurde eine Referenzaufnahme durchgeführt, bei der jeder Proband eine standardisierte neutrale Körperhaltung einnahm: aufrechte Haltung mit Blick nach vorne, herabhängende Arme, nach vorn gerichtete Daumen und parallel positionierte Füße. Diese Ausgangslage entspricht der Neutral- bzw. Nullstellung, in der alle Gelenkwinkel mit 0° definiert sind. Die Bewegungsaufzeichnung erfolgte über die gesamte Arbeitsschicht hinweg, um eine schichtbezogene Analyse der Belastung zu ermöglichen.

Zur Beschreibung des Effektes des Exoskeletts wurden sowohl situative als auch schichtbezogene, kumulative Belastungsanalysen durchgeführt. Der Analyseansatz umfasste die Bestimmung der Oberarmhebewinkel im Schultergelenk sowie der daraus und unter Berücksichtigung der Gewichte der Werkzeuge resultierenden Schultergelenkmomente. Im Rahmen einer situativen Analyse

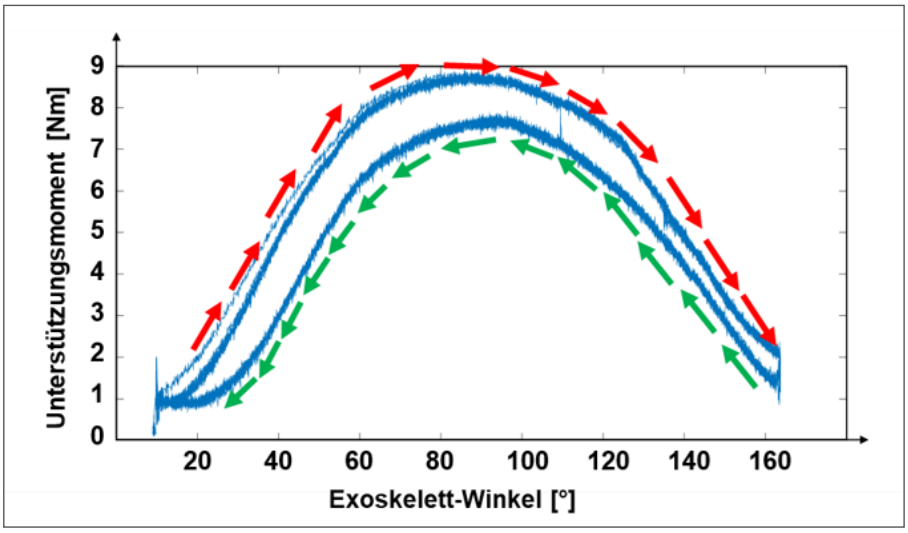


Abbildung 1: Kennlinie des untersuchten Exoskeletts bei maximaler Unterstützungseinstellung. Dargestellt ist das winkelabhängige Unterstützungsmoment über den Bewegungsbereich des Exoskeletts. Die roten Pfeile kennzeichnen die Phase der Oberarmabsenkung, während die grünen Pfeile die Oberarmanhebung markieren. In der Hebephase treten geringere Unterstützungsmomente auf als in der Absenkphase, was eine Hysterese im Systemverhalten zeigt (Energieverlust).



Abbildung 2: Instrumentierung zur Erfassung der Bewegungsmuster mittels XSens-Dot-Inertialsensoren. Insgesamt wurden fünf Sensoren platziert: ein IMU am Oberkörper (auf Höhe des dritten Brustwirbelkörpers) sowie jeweils zwei im distalen Bereich der Oberarme und Unterarme (DGUV).

wurde das maximale Schultergelenkmoment als 95. Perzentil (P95) während der Aufgabenausführung ermittelt. Da das absolute Gelenkmoment allein keine vollständige Aussage über die muskuläre Beanspruchung erlaubt, wurde dieses in Relation zum maximal möglichen Schulterdrehmoment gesetzt. Auf diese Weise konnte die relative muskuläre Beanspruchung bestimmt und eine differenzierte Beschreibung der tatsächlichen Belastung der Schultermuskulatur vorgenommen werden (vgl. [10]).

Die Tätigkeiten (SM und AM) wurden unter zwei Bedingungen analysiert: ohne Unterstützung sowie unter dem Einfluss des simulierten bzw. virtuell berücksichtigten passiven Schulterexoskeletts. Die mit Exoskelett ermittelten Beanspruchungen basieren auf einem biomechanischen Simulationsmodell, das durch experimentelle Messungen validiert wurde. Aus organisatorischen Gründen konnten lediglich drei Messungen mit tatsächlich angelegtem Exoskelett durchgeführt werden (zwei in der AM, eine in der SM). Diese Messungen dienten der Validierung und ergänzenden Analyse des Einflusses des Exoskeletts auf die Armhaltung.

Die biomechanischen Effekte des Exoskeletts wurden auf Grundlage seiner charakteristischen Unterstützungskennlinien sowie in Anlehnung an kinematische normative Bewertungsansätze und die in [10] beschriebene Methodik zur Analyse situativer muskulärer Beanspruchung beschrieben.

Zur ganzheitlichen Beschreibung des Effektes des Exoskeletts wurde die kumulative muskuläre Beanspruchung über eine vollständige Arbeitsschicht analysiert. Grundlage hierfür bildet die von Potvin 2012 [11] entwickelte Kurve der maximal akzeptablen Beanspruchung, welche die ermüdungsrelevanten Effekte in Abhängigkeit vom Duty Cycle beschreibt (vgl. [10]).

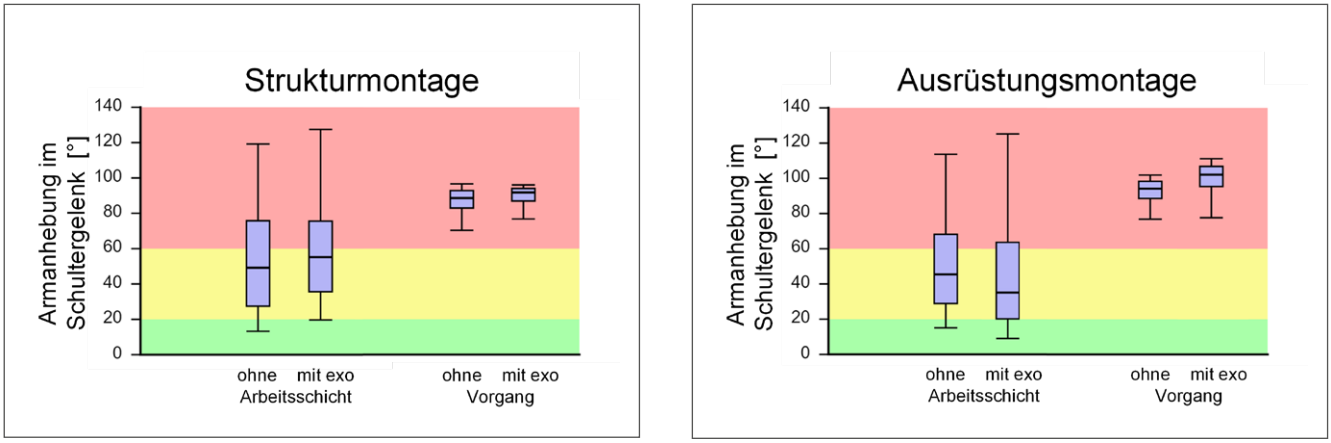


Abbildung 3: Die Analyse der Armhebung im Schultergelenk zeigt keine relevanten Veränderungen, weder in der Verteilung der Armhaltungen über die gesamte Arbeitsschicht noch bei einzelnen Montagevorgängen. Die Montagearbeiten finden überwiegend in kritischen Winkelbereichen des Schultergelenks statt.

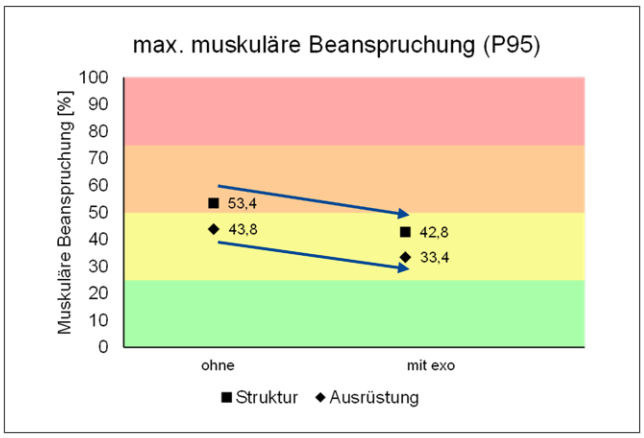


Abbildung 4: Effekt des Exoskeletts auf die muskuläre Schulterbeanspruchung. Einstufung der Montagevorgänge in der Strukturmontage als schwer und in der Ausrüstungsmontage als mittelschwer.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die insgesamt 20 Einzelmessungen verteilten sich auf fünf Messungen in der Ausrüstungsmontage (AM) ohne Exoskelett, zwölf Messungen in der Strukturmontage (SM) ohne Exoskelett sowie drei Messungen mit angelegtem Exoskelett (mit EXO), davon zwei in der AM und eine in der SM.

Hinsichtlich der Armanhebung im Schultergelenk konnte keine relevante Veränderung festgestellt werden – weder in der Verteilung der Armhaltungen über die gesamte Arbeitsschicht noch bei der Analyse einzelner Montagevorgänge (Abbildung 3). Dies deutet darauf hin, dass der Einsatz des Exoskeletts das Bewegungsverhalten der Beschäftigten nicht wesentlich beeinflusst. Allerdings finden die Montagearbeiten überwiegend in kritischen Winkelbereichen des Schultergelenks statt, was mit einer erhöhten muskulären und gelenkbezogenen Belastung einhergeht.

Demgegenüber zeigte sich beim Einsatz des Exoskeletts eine Reduktion der relativen muskulären Schulterbeanspruchung um durchschnittlich etwa 10,5 %, sowohl in der SM als auch in der AM (Abbildung 4). Die maximale muskuläre Beanspruchung ist dabei in der SM als schwer und in der AM als mittelschwer zu klassifizieren (vgl. [10]).

Die Betrachtung der kumulativen muskulären Beanspruchung über eine vollständige Arbeitsschicht verdeutlicht darüber hinaus eine Entlastung insbesondere bei Tätigkeiten der Strukturmontage. Abbildung 5a illustriert die Verteilung der muskulären Beanspruchung über die gesamte Schicht. Ohne den Einsatz eines Exoskeletts (durchgezogene Linie) sind die Schultermuskeln teilweise Belastungsniveaus ausgesetzt, bei denen eine vollständige Regeneration bis zum nächsten Arbeitstag unter Umständen nicht gewährleistet ist (vgl. [11]). Dies erhöht das Risiko kumulativer Ermüdungserscheinungen sowie langfristiger muskuloskelettaler Beschwerden. Beim Einsatz des Exoskeletts (gestrichelte Linie) könnte die Beanspruchung hingegen auf ein Niveau reduziert werden, das eine ausreichende Regeneration begünstigen und somit zu einer nachhaltigen Entlastung beitragen könnte.

In der Ausrüstungsmontage ist die muskuläre Beanspruchung insgesamt geringer und bewegt sich bereits ohne Unterstützung (durchgezogene Linie) überwiegend in einem Bereich, der eine ausreichende Regeneration bis zum nächsten Arbeitstag erwarten lässt (Abbildung 5b). Der zusätzliche Einsatz eines Exoskeletts (gestrichelte Linie) könnte die Belastung weiter reduzieren und dadurch sowohl die kurzfristige Erholung als auch die langfristige Belastbarkeit möglicherweise positiv unterstützen.

4 Limitation und Ausblick

Es ist zu berücksichtigen, dass die Beschreibung der Effekte des Exoskeletts auf Referenzwerten basiert, die

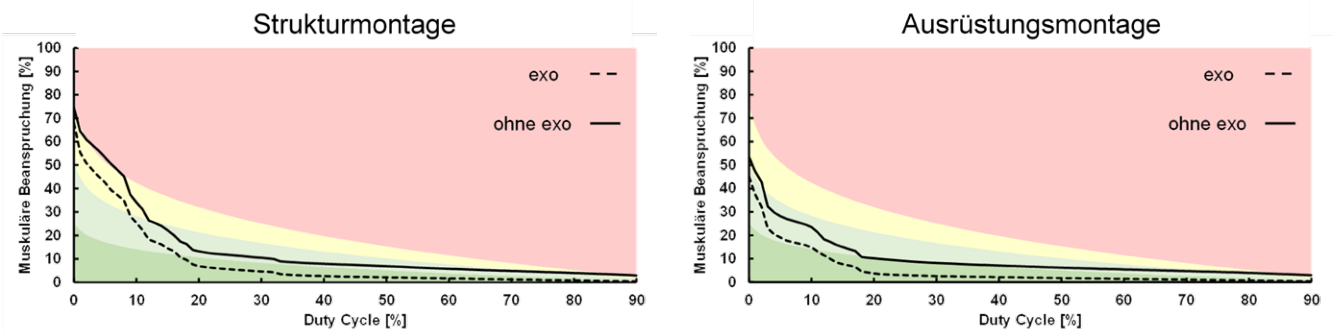


Abbildung 5: Verteilung der muskulären Beanspruchung im Schichtverlauf:

a) **Strukturmontage:** Ohne Exoskelett (durchgezogene Linie) treten teils hohe Belastungsniveaus auf, die eine vollständige Regeneration beeinträchtigen können (vgl. [11]). Mit Exoskelett (gestrichelte Linie) wird die Beanspruchung reduziert, was die Regeneration begünstigen und langfristige Belastungsfolgen verringern kann.

b) **Ausrüstungsmontage:** Ohne Exoskelett (durchgezogene Linie) liegt die muskuläre Beanspruchung überwiegend im regenerationsfähigen Bereich (vgl. [11]). Mit Exoskelett (gestrichelte Linie) kann die Belastung weiter gesenkt werden, was sowohl die kurzfristige Erholung als auch die langfristige Belastbarkeit unterstützen kann.

für männliche Personen abgeleitet wurden. Dies betrifft insbesondere die zugrunde gelegten Annahmen zum maximalen Schulterdrehmoment sowie zur relativen muskulären Beanspruchung. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Personengruppen, insbesondere auf weibliche Beschäftigte, ist daher nur eingeschränkt möglich. Zudem wurde der Einfluss des Exoskeletts auf das Schultergelenk unter der Annahme einer maximalen Unterstützungseinstellung bestimmt. In der praktischen Anwendung werden die Unterstützungsmomente jedoch individuell angepasst und variieren in Abhängigkeit von Körpergröße und anthropometrischen Merkmalen der jeweiligen Person. Dies kann zu Abweichungen zwischen den hier dargestellten Ergebnissen und realen Einsatzbedingungen führen.

Vor diesem Hintergrund besteht weiterer Forschungsbedarf, um sowohl geschlechtsspezifische Unterschiede als auch die Effekte individueller Anpassungen der Exoskelettunterstützung systematisch zu untersuchen. Zwar zeigen die vorliegenden Ergebnisse potenzielle Vorteile des Exoskeletts hinsichtlich der Reduktion körperlicher Belastung und muskulärer Beanspruchung, jedoch lässt sich daraus derzeit keine unmittelbare Verringerung des Gesamtrisikos für die Entstehung muskuloskelettaler Erkrankungen ableiten.

Zur weiteren Validierung und Einordnung der Ergebnisse werden ergänzende Langzeituntersuchungen empfohlen. Insbesondere bieten sich Analysen von Krankheits- und Fehlzeiten sowie prospektive Studien über einen Zeitraum von mindestens 24 Monaten an, um mögliche Auswirkungen auf gesundheitliche Outcomes und betriebliche Kennzahlen belastbar bewerten zu können.

Hinweis

Die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegenden Daten und Studien bilden teilweise die Basis einer derzeit noch in Arbeit befindlichen Dissertation [9]. Da das Promotionsverfahren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch nicht abgeschlossen ist und weitere englischsprachige Publikationen geplant sind, konnte auf einzelne Aspekte nicht in der üblichen Detailtiefe eingegangen werden.

Über weiterführende Veröffentlichungen sowie den Abschluss des Promotionsverfahrens wird auf der Website des IFA Referat Muskel-Skelett-Belastungen informiert.

Literatur

[1] Klemm, A.-K.; Knieps, F.; Pfaff, H. (Hrsg.): Spurwechsel Prävention. MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin (2024)

[2] BAuA: Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit - Berichtsjahr 2021. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2022)

[3] Da Costa, B. R.; Vieira, E. R.: Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. Am. J. Ind. Med. (2010) Nr. 53, S. 285–323

[4] Dalbøge, A.; Frost, P.; Andersen, J. H.; Svendsen, S. W.: Associations between single and combined occupational mechanical exposures and surgery for subacromial impingement syndrome: a nationwide Danish cohort study. Scand J Work Environ Health (2022) Nr. 48, S. 490–497

[5] Jorgensen, M. J.; Hakansson, N. A.; Desai, J.: Influence of different passive shoulder exoskeletons on shoulder and torso muscle activation during simulated horizontal and vertical aircraft squeeze riveting tasks. Applied Ergonomics (2022) Nr. 104, S. 103822

[6] De Bock, S.; Ghillebert, J.; Govaerts, R.; Tassignon, B.; Rodriguez-Guerrero, C.; Crea, S.; Veneman, J.; Geeroms, J.; Meeusen, R.; De Pauw, K.: Benchmarking occupational exoskeletons: An evidence mapping systematic review. Applied Ergonomics (2022) Nr. 98, S. 103582

[7] Steinhilber, B.; Luger, T.; Schwenkreis, P.; Middeldorf, S.; Bork, H.; Mann, B.; von Glinski, A.; Schildhauer, T. A.; Weiler, S.; Schmauder, M.; Heinrich, K. u. a.: The use of exoskeletons in the occupational context for primary, secondary, and tertiary prevention of work-related musculoskeletal complaints. IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors (2020) Nr. 8, S. 132–144

[8] Kaufmann, M.; Hartmann, U.; Harth, V.; Heinrich, K.: Der Effekt passiver Exoskelette auf die oberen Extremitäten bei typischen Über-Schulter-Montagetätigkeiten im Flugzeugbau. In: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.): DGUV Report 1/2023. Berlin (2023)

[9] Kaufmann, M.: Eingereicht: Biomechanical effectiveness of occupational shoulder exoskeletons in reducing musculoskeletal load during tasks at or above shoulder level. Hamburg: Universität Hamburg, (2026)

[10] Heinrich, K.; Weber, B.; Schellewald, V.; Hermanns, I.; Ellegast, R.: Messwertbasierte Gefährdungsbeurteilung von Schulterbelastungen. In: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.): DGUV Report 1/2023. Berlin (2023)

[11] Potvin, J. R.: Predicting Maximum Acceptable Efforts for Repetitive Tasks: An Equation Based on Duty Cycle. Hum Factors (2012) Nr. 54, S. 175–188

Schnelllieferdienstleistende (Riders) im Fokus: Körperhaltung und Vibrationseinwirkungen

Nastaran Raffler, Mark Prismak, Nick Kleinewalter, Thomas Wilzopolski,
Omar El-Edrissi, Detlef Sayn, Christian Freitag
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Der Klimawandel sowie der zunehmende Verkehr in städtischen Gebieten führen dazu, dass immer mehr Lieferdienste Fahrräder und Pedelecs für den Transport kleiner Bestellungen einsetzen. Während sich die Zahl der Unfälle mit Pedelecfahrenden seit 2019 verdoppelt hat, blieb die Unfallzahl bei klassischen Radfahrenden weitgehend konstant.

Darüber hinaus ist das Fahrpersonal verschiedenen physikalischen Belastungen ausgesetzt, die langfristig zu irreversiblen gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können. Dazu zählen unter anderem Vibrationen, Lärm, Strahlung sowie körperliche Belastungen durch Heben und Tragen in ungünstigen Körperhaltungen.

Da diese Fahrzeuge erst seit relativ kurzer Zeit im beruflichen Kontext genutzt werden, liegen bislang nur begrenzte Erkenntnisse über die spezifischen Expositionen vor – insbesondere im Hinblick auf Vibrationen. Ziel des vorliegenden Projekts ist es daher, die Dauer und Intensität der Vibrationseinwirkungen im Bereich der Schnelllieferdienste systematisch zu analysieren. Hierfür sind sowohl Untersuchungen vor Ort als auch Feldmessungen während der regulären Arbeitstätigkeiten erforderlich.

Erste Ergebnisse weisen bereits auf eine hohe Vibrationsbelastung im Bereich des Sattels hin. Für eine belastbare, auf Messdaten gestützte Gefährdungsbeurteilung sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig. Auf dieser Basis sollen geeignete Präventionsmaßnahmen entwickelt werden, um die Gesundheit des Fahrpersonals langfristig zu schützen.

1 Einleitung

Um den Herausforderungen des dichten Stadtverkehrs zu begegnen und zugleich einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, setzen zunehmend mehr Lieferdienste auf Fahrräder und Pedelecs für den Transport kleinerer Bestellungen. Dieser Trend könnte mitverantwortlich für den deutlichen Anstieg von Zweiradunfällen in Deutschland in den vergangenen Jahren sein. Unfallstatistiken zeigen, dass die Zahl der verletzten Pedelecfahrenden seit 2019 signifikant zugenommen und sich in diesem Zeitraum etwa verdoppelt hat, während die Anzahl verletzter Radfahrenden weitgehend konstant geblieben ist [1].

Neben Zeitdruck und verkehrsbedingten psychischen Belastungen ist das Fahrpersonal bei langfristiger Nutzung dieser Fahrzeuge auch verschiedenen physikalischen Einwirkungen ausgesetzt, die potenziell zu irreversiblen gesundheitlichen Schäden führen können. Dazu zählen insbesondere Vibrationen, Lärm- und Strahlungseinflüsse sowie körperliche Belastungen durch Heben und Tragen in ungünstigen Körperhaltungen.

Da diese Fahrzeuge erst seit relativ kurzer Zeit im beruflichen Kontext eingesetzt werden, bestehen bislang nur begrenzte Erkenntnisse über Art und Intensität der tatsächlichen Expositionen unter realen Arbeitsbedingungen. Erste Untersuchungen deuten darauf hin, dass Vibrationen im Bereich des Sattels bereits nach etwa zwei Stunden eine gesundheitliche Gefährdung darstellen können [2].

Für eine fundierte, messwertbasierte ergonomische Bewertung der Arbeitsplätze sowie eine Gefährdungsbeurteilung gemäß der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung sind daher detaillierte Untersuchungen im Bereich der Schnelllieferdienste erforderlich. Ziel dieses Projekts ist es, sowohl psychische als auch physikalische Belastungen im Rahmen der Routinetätigkeiten mittels Feldmessungen und Fragebogenerhebungen systematisch zu erfassen.

In diesem Beitrag werden die geplanten Untersuchungen sowie erste vorläufige Ergebnisse zur Vibrationsbelastung vorgestellt.

2 Methode

2.1 Mechanik

Zur Detektion physikalischer Kennwerte wie z. B. Leistung, Geschwindigkeit, Trittfrequenz und GPS-Daten, werden die Pedale des zu untersuchenden Fahrrads/Pedelecs mit einem Garmin Rally RS200 Powermeter









Abbildung 1: Untersuchung der mechanischen und physikalischen Expositionen; 1: Garmin Rally RS200 Powermeter, 2: Beschleunigungsaufnehmer auf dem Sattel und Sattelstütze, 3: Beschleunigungsaufnehmer auf dem Lenkergriff und Lenkerstange

ersetzt (Abbildung 1, Nr. 1). Die mit einer Garmin-Uhr (Forerunner 255) gespeicherten Daten werden in die vom IFA entwickelte Analyse-Software „CUELA“ [3] importiert und ausgewertet.

2.2 Vibrationen

Die Expositionen durch Vibrationen werden an zwei Einleitungsstellen untersucht. Die Ganzkörper-Vibrationen (GKV) werden durch den Sattel in das Gesäß eingeleitet und die Hand-Arm-Vibrationen (HAV) werden durch die Lenkergriffe an das Hand-Arm-System weitergeleitet. Deshalb werden angelehnt an DIN EN ISO 5349-1:2001-12 [4], DIN EN ISO 5349-2:2015-12 [5] und ISO 2631-1:1997-05 [6] dreiachsige Beschleunigungsaufnehmer angebracht und die Schwingungsexpositionen auf dem Sattel sowie an den Lenkergriffen mittels Svantek 106 mit einer Abtastrate von 6000 Hz gemessen und ausgewertet (Abbildung 1, Nr. 2 und 3).

Für GKV (HAV) werden Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigungen für jede Achse als a_{wx}, a_{wy}, a_{wz} (a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}) berechnet. Die Expositionswerte für Hand-Arm-Vibrationen werden zusätzlich als Schwingungsgesamtwert a_{hv} als Vektorbetrag dargestellt:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (1)$$

Zusammen mit einer Tagesexpositionsdauer Ti, wird der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) für GKV (Formel 2) und für HAV (Formel 3) wie folgt berechnet:

$$A(8) = \mathrm{k} \cdot a_{\mathrm{wx}} \sqrt{\frac{Ti}{8h}} \quad \text{mit k = 1,4 für x- und y-Richtung, k = 1,0 für z-Richtung} \quad (2)$$

$$A(8) = a_{\mathrm{hv}} \sqrt{\frac{Ti}{8h}} \quad (3)$$

Für die Beurteilung der Tages-Vibrationsexposition A(8) werden Expositionsauslöse- und Grenzwerte nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [7] herangezogen. Abbildung 2 zeigt die Expositionsbereiche und die dafür erforderlichen Maßnahmen für die Prävention.

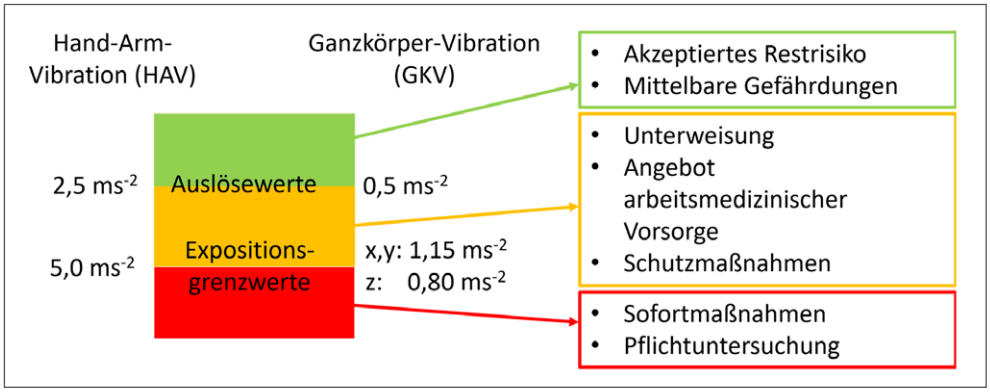


Abbildung 2: Auslöse- und Grenzwerte für eine Tages-Vibrationsexposition nach Vibrations-Arbeitsschutzverordnung für Ganzkörper- und Hand-Arm-Vibrationen mit dazugehörigen erforderlichen Präventionsmaßnahmen

3 Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurden bis jetzt zwölf Teilnehmende (zwei weiblich, zehn männlich) während ihrer Routinetätigkeit untersucht. Die anthropometrischen und physikalischen Daten sind für Fahrrad und Pedelec in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Bei der Analyse der anthropometrischen Daten zeigt sich ein markanter Unterschied im Gewicht zwischen den Fahrenden von Pedelecs und Fahrrädern. Die durchschnittlichen Gewichte der Fahrradfahrenden betrugen 66 kg, während die Pedelecfahrenden im Durchschnitt 88 kg wogen. Bei der Betrachtung der zurückgelegten Strecke pro Stunde ist kaum ein Unterschied zwischen den beiden Fahrzeugtypen festzustellen mit 9 km/h für Fahrräder und 10 km/h für Pedelecs. Allerdings wurde eine signifikant höhere mittlere Geschwindigkeit für Pedelecs ermittelt, die bei 18 km/h lag im Vergleich zu 15 km/h für Fahrräder. Darüber hinaus wurden beim Fahren von Fahrrädern Leistungswerte von über 53 W gemessen, was mehr als doppelt so hoch ist wie die 24 W, die bei der Nutzung von Pedelecs erfasst wurden.

Fahrzeugart	Messung Anzahl	Messdauer mit Wartezeiten [min]	Messdauer Fahren	Körperlänge [cm]	Gewicht [kg]	Alter [Jahre]	gefahrene Kilometer / h	Geschwindigkeit km/h	Leistung Pedale [Watt]
Fahrrad	5	122 ± 38	67 ± 14	169 ± 8	66 ± 8	36 ± 9	9 ± 1	15 ± 1	53 ± 28
Pedelecs	7	114 ± 40	55 ± 20	178 ± 6	88 ± 16	38 ± 12	10 ± 2	18 ± 2	24 ± 29

Tabelle 1: Anthropometrische und mechanische Daten der untersuchten Personen

Fahrzeugart	Einleitungsstelle	A(8) für 6 Std. [m/s²]	Arbeitsdauer bis zum Auslösewert [Std.]	Arbeitsdauer bis zum Grenzwert [Std.]
Fahrrad	GKV	1,0 ± 0,6	0,6 ± 0,1	1,5 ± 0,2
Pedelec	GKV	1,2 ± 0,2	0,6 ± 0,2	1,5 ± 0,6
Fahrrad	HAV rechts	2,6 ± 0,6	3,4 ± 1,3	13,7 ± 5,2
Pedelec	HAV rechts	3,1 ± 0,7	1,8 ± 0,9	7,4 ± 3,8

Tabelle 2: Auswertung der Vibrationen für den Bereich Ganzkörper-Vibrationen und Hand-Arm-Vibrationen (Mittelwert ± Standardabweichung)

Die Belastungsauswertung der Vibrationen sind in der Tabelle 2 je nach Einleitungsstelle und Fahrzeugart angegeben. In diesem Beitrag werden die Expositionsdaten im Hand-Arm-Bereich auf die rechte Seite begrenzt. Da die meisten Teilnehmenden in einer sechsstündigen Schicht tätig waren, wurde der Tagesvibrationsexpositionswert A(8) dementsprechend berechnet und liegt im Mittel bei 1,0 m/s² für Fahrräder und 1,2 m/s² für Pedelecs im GKV-Bereich. Im Gegensatz dazu beträgt der Ahv(8) für HAV im Mittel 2,6 m/s² beim Bedienen des Fahrrads und 3,1 m/s² beim Bedienen von Pedelecs. Bei der Betrachtung der zulässigen Arbeitsdauer, sowohl hinsichtlich des Auslösewertes als auch für Grenzwerte, fällt die extrem geringe zulässige Arbeitsdauer besonders auf. Während der Grenzwert im Bereich GKV nach 1,5 h für beide Fahrzeugarten erreicht wird, beträgt die zulässige Arbeitsdauer bis zum Erreichen des Expositionsgrenzwerts im Bereich HAV 13,7 Std. und 7,4 Std. für Fahrrad und Pedelec im Mittel.

4 Zusammenfassung

Die bisher erhobenen Expositionsdaten zeigen, dass beim Einsatz von Fahrrädern und Pedelecs im Bereich der Schnelllieferdienste erhebliche Vibrationseinwirkungen auftreten. Dabei ist die Belastung durch Ganzkörpervibrationen deutlich höher als die durch Hand-Arm-Vibrationen. Dennoch überschreiten beide Expositionsarten die in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung festgelegten Auslösewerte [7]. Eine langfristige Einwirkung dieser Belastungen kann das Risiko für irreversible Berufskrankheiten erhöhen. Die vorläufigen Ergebnisse stimmen zudem gut mit den in der Literatur beschriebenen Belastungswerten für elektrische Lastenräder überein [2].

Durch die Tretunterstützung konnte die von den Fahrenden aufgebrachte Leistung und damit auch der energetische Arbeitsaufwand um mehr als die Hälfte reduziert werden. Gleichzeitig wurden im Vergleich zu herkömmlichen Fahrrädern signifikant höhere Geschwindigkeiten festgestellt. Ein entsprechender Anstieg der pro Stunde zurückgelegten Strecke konnte bislang jedoch nicht beobachtet werden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass automatisierte Bestellvergabesysteme darauf ausgelegt sind, die Entfernungen zwischen Kundschaft und Zubereitungsort möglichst gering zu halten. Auch die topografischen Bedingungen der bisher untersuchten Städte – mit überwiegend flachen Strecken (etwa 13 Meter Höhenunterschied auf 5 km pro Lieferung) – könnten hierzu beitragen. In stärker hügeligem oder bergigem Gelände ist hingegen mit längeren Fahrzeiten und einem höheren körperlichen Leistungsbedarf zu rechnen.

Zudem wurde beim Fahren mit Pedelecs ein signifikanter Anstieg der Hand-Arm-Vibrationen festgestellt, was zu einer deutlichen Verringerung der zulässigen Expositionsdauer führt. Eine zusätzlich ungünstige Handhaltung kann das Risiko gesundheitlicher Beeinträchtigungen weiter erhöhen. Vor diesem Hintergrund sind weiterführende Untersuchungen erforderlich, um die Expositionen präziser zu erfassen und darauf aufbauend gezielte Präventionsmaßnahmen zu entwickeln.

Danksagung

Unser großer und herzlicher Dank richtet sich an unsere Kolleginnen und Kollegen der BGHW für ihre organisatorische und fachliche Unterstützung

Literatur

[1] Schneller als man denkt. Das Magazin der BG-Verkehr. https://www.bg-verkehr.de/redaktion/medien-und-downloads/sicherheitsprofi/sipro-ent-1-2024-web.pdf

[2] Nordhaus, M.; Schlechter, S.: Vibrationen an Lastenpedelecs, ein unterschätztes Thema? sicher ist sicher, 2017, Heft 12, S. 546–549. ISSN 21997330 1424

[3] Hermanns, I.; Raffler, N.; Ellegast, R. P. ; Fischer, S.; Göres, B.: (2008) Simultaneous field measuring method of vibration and body posture for assessment of seated occupational driving tasks. International Journal of Industrial Ergonomics 38: 255–263

[4] DIN EN ISO 5349-1:2001-12 Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

[5] DIN EN ISO 5349-2:2015-12 Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

[6] ISO 2631-1:1997-05 Mechanische Schwingungen und Stöße – Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

[7] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) Bundesministerium für Arbeit und Soziales. 2007. https://www.gesetze-im-internet.de/l_rmvibrationsarbschv/BJNR026110007.html

Effektivität und Akzeptanz einer hybriden Kühlweste bei Schnelllieferdiensten

Elisabeth Ibenthal, Rolf Ellegast
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Hohe Außentemperaturen stellen in vielen Berufsgruppen ein wachsendes Gesundheits- und Sicherheitsrisiko dar. Kühlwesten werden als personenbezogene Maßnahme diskutiert, um die individuelle Hitzebelastung zu reduzieren. Ihre Wirksamkeit unter realen Einsatzbedingungen ist jedoch bislang nur unzureichend untersucht. Ziel dieser Studie war es daher, den Einfluss einer hybriden Kühlweste auf die thermische Belastung und den subjektiven Komfort von Kurierfahrenden im Arbeitsalltag zu bewerten. Dafür absolvierten neun Kurierfahrende zwei vergleichbare Arbeitstage (mit vs. ohne Kühlweste) bei prognostizierten Außentemperaturen von über 25 °C. Zur Bewertung der thermischen Belastung wurden während der Arbeit Herzfrequenz, Haut- und Körperkerntemperatur kontinuierlich aufgezeichnet. Zusätzlich wurde die Wet Bulb Globe Temperature stationär mit einem Thermohygrometer im 5-Minuten-Intervall gemessen. Nach der Arbeit bewerteten die Kurierfahrenden die Gebrauchstauglichkeit der Kühlweste sowie ihre subjektive Belastung und den thermischen Komfort mithilfe standardisierter Fragebögen. Im Ergebnis war die durchschnittliche Hauttemperatur mit Kühlweste (33,2 °C ± 1,1 °C) signifikant niedriger als ohne Kühlweste (33,9 °C ± 1,4 °C; p = 0,047), während Effekte auf Körperkerntemperatur und Herzfrequenz ausblieben. Subjektiv wurde die Kühlweste überwiegend positiv bewertet, jedoch wurden Gewicht und die schnell nachlassende Kühlwirkung kritisiert. Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass hybride Kühlwesten an Sommertagen eine praktikable Ergänzung im Hitzeschutz darstellen können. Weiterführende Studien mit größeren Stichproben sind jedoch notwendig.

1 Situation

Das Arbeiten bei hohen Außentemperaturen stellt ein erhebliches Gesundheits- und Sicherheitsrisiko für Beschäftigte dar. Hitze beeinträchtigt die kardiovaskuläre Regulation, beschleunigt die Ermüdung und reduziert die Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit [1, 2]. Daraus resultieren messbare Leistungseinbußen, besonders bei körperlich fordernden Tätigkeiten im Freien sowie bei Arbeitsaufgaben mit hoher zeitlicher Verdichtung. Neben der Produktivität beeinflusst Hitze auch die Arbeitssicherheit. Mehrere Studien dokumentieren einen Anstieg von Arbeitsunfällen bei erhöhten Temperaturen [3; 4].

Besonders betroffen sind Beschäftigte im Bau, Handwerk und in der Landwirtschaft sowie in Bereichen mit hoher Mobilität und Taktung wie in der Pflege oder bei Schnelllieferdiensten. Der DAK-Gesundheitsreport dokumentiert deutliche Leistungseinschränkungen in diesen Branchen während Hitzeperioden [5]. Global sind über 2,4 Milliarden Erwerbstätige regelmäßig übermäßiger Hitze ausgesetzt; etwa ein Drittel davon berichtet über hitzetypische Symptome wie Erschöpfung oder Schwindel [6].

Infolge des Klimawandels ist in den nächsten Jahren mit einer Zunahme der thermischen Belastung zu rechnen. So stieg in Deutschland bereits die Zahl der Hitzetage (≥ 30 °C) von durchschnittlich 3,5 Tagen pro Jahr in den 1950er-Jahren auf 8,9 Tage pro Jahr im Zeitraum 1991-2020 [7]. Und auch die mittleren Jahrestemperaturen lagen in Deutschland in der letzten Dekade 2,3 °C über dem Niveau der Jahre 1881 bis 1910 [8]. Angesichts dieser Entwicklung und der damit verbundenen gesundheitlichen Risiken wird es zunehmend wichtiger, geeignete Schutzmaßnahmen zu identifizieren und gezielt auf besonders exponierte Beschäftigtengruppen auszurichten.

Eine Möglichkeit zur Reduktion der individuellen thermischen Belastung bieten Kühlwesten. Sie werden über der (Arbeits-)Kleidung getragen und senken die Hitzebelastung direkt am Körper. Je nach Funktionsweise lassen sich verschiedene Arten von Kühlwesten unterscheiden:

- **aktive Kühlwesten** mit elektrischem Antrieb, die über Ventilatoren oder Flüssigkeitskreisläufe kühlen,
- **evaporative Kühlwesten,** die durch Befeuchten und dadurch entstehende Verdunstungskälte kühlen,
- **PCM-Kühlwesten,** in denen ein Phasenwechselmaterial (PCM, *engl. Phase Change Material*) Schmelzwärme aufnimmt, sowie
- **hybride Kühlwesten,** die mehrere dieser Kühlprinzipien kombinieren.

Laborstudien zeigen ein differenziertes Bild hinsichtlich der Wirksamkeit der verschiedenen Kühlwestenarten.

Aktive Kühlwesten bieten in der Regel eine konstante Kühlleistung, während PCM- und hybride Kühlwesten durch eine praktische Handhabung überzeugen [9; 10]. Für PCM- und hybride Kühlwesten wurden in Laboruntersuchungen positive Effekte auf die Hauttemperatur, den thermischen Komfort sowie auf Leistungsparameter nachgewiesen [11; 12].

Die Herausforderung liegt im Praxistransfer. Reale Arbeitsumgebungen im Freien unterliegen schwankenden Klimabedingungen wie Sonneneinstrahlung, Wind und Luftfeuchte, die die Kühlleistung beeinflussen. Feldstudien zur Wirkung von Kühlwesten im Arbeitskontext wurden bisher nur sporadisch durchgeführt. Während im Pflegebereich Komfortgewinne durch das Tragen einer Kühlweste dokumentiert wurden, reichen die Befunde zur Wirkung von Kühlwesten in Landwirtschaft, Bau und Feuerwehr von praktikabel bis bedingt wirksam, abhängig von Tätigkeit sowie Umgebungs- und Tragebedingungen [13; 14].

Daraus ergibt sich ein klarer Forschungsbedarf. Erforderlich sind Felduntersuchungen unter realen Umgebungsbedingungen sowie Berufs- und aufgabenspezifische Empfehlungen, die auch organisatorische Rahmenbedingungen des Arbeitskontexts berücksichtigen. Die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) hat hierzu kürzlich einen Vergleich von zehn Kühlwesten sowie Empfehlungen zur Auswahl geeigneter Kühlwestenmodelle veröffentlicht [15]. Allerdings liegen auch diesen Empfehlungen Laboruntersuchungen zur Kühlleistung und zum Tragekomfort zugrunde.

In dieser Studie wurde daher eine hybride Kühlweste unter realen Einsatzbedingungen bei Kurierfahrenden von Schnelllieferdiensten getestet. Ziel war es, den Einfluss der Kühlweste auf die thermische Belastung sowie den subjektiven Komfort der Kurierfahrenden im Arbeitsalltag zu bewerten.

2 Methode

2.1 Aufbau und Ablauf der Studie

Die Untersuchung wurde als Feldstudie mit intraindividuellem Vergleich durchgeführt. Kurierfahrende von zwei Schnelllieferdiensten in Berlin, Köln und Bonn, die Mahlzeiten und Lebensmittel mit dem Fahrrad ausliefern, absolvierten zwei Messtage; einen Arbeitstag mit Kühlweste und einen vergleichbaren Arbeitstag ohne Kühlweste. Die Messtage wurden anhand von Wetterprognosen so gewählt, dass während der gesamten Arbeitsschicht eine Außentemperatur von mindestens 25 °C zu erwarten war. Als Intervention wurde eine hybride Kühlweste (Bodycool Hybrid, Fa. Inuteq) eingesetzt, die eine evaporative Kühlung mit einem Phasenwechselmaterial (Schmelztemperatur ab 29 °C) kombiniert.

An beiden Messtagen wurden zunächst die Ruhewerte von Herzfrequenz, Hauttemperatur und Körperkerntemperatur erhoben. Die Messung erfolgte im Sitzen über einen Zeitraum von zehn Minuten vor Arbeitsbeginn. Zur Erfassung der physiologischen Parameter kamen ein Brustgurt (HRM-Pro) und ein CORE-Sensor (Garmin) in Kombination mit einer Smartwatch (Garmin Forerunner 965; Abtastrate 1 Hz) zum Einsatz. Am Messtag mit Kühlweste wurde diese im Anschluss aktiviert, d. h. mit Wasser befeuchtet und mit den Kühlpacks bestückt (Abbildung 1). Die Kurierfahrenden trugen die Kühlweste über ihrer regulären Arbeitskleidung.

Während der nachfolgenden Arbeitsschicht wurden an beiden Messtagen die Herzfrequenz sowie die Haut- und Körperkerntemperatur kontinuierlich aufgezeichnet. Parallel dazu wurden die klimatischen Bedingungen anhand der Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) mit einem stationär platzierten Thermohygrometer in 5-Minuten-Intervallen gemessen. Eine erneute Aktivierung der Kühlweste während der Arbeitsschicht erfolgte nicht.



Abbildung 1: Befeuchtung der hybriden Kühlweste (links) und Einlegen der Kühlpacks (rechts)

Nach der Arbeit bewerteten die Teilnehmenden die Kühlweste mit einer angepassten Version des BGW-Fragebogens zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit (Ergebniswert 0–100), ihr subjektives Belastungsempfinden mit der BORG-CR10-Skala (Skala 0–10) und den thermischen Komfort mit der deutschen Version der ASHRAE-Thermal-Comfort-Skala (Skala -3 „kalt“ bis +3 „heiß“) [16 bis 18]. Ergänzend wurden Freitextangaben zu positiven und negativen Nutzungserfahrungen erhoben.

2.2 Auswertung

Die Auswertung der WBGT- und Fragebogendaten erfolgte deskriptiv. Aus der Herzfrequenz wurde die Arbeitsherzfrequenz berechnet (HFArbeit = HF − HFRuhe). Für die Arbeitsherzfrequenz sowie die Haut- und Körperkerntemperatur wurden die Mittelwerte über die gesamte Arbeitsschicht bestimmt und anhand der Bewertungsbereiche in Tabelle 1 beurteilt. Zusätzlich wurden die Zeitanteile ermittelt, in denen die Haut- und Körperkerntemperatur während der Arbeit unter den jeweiligen individuellen Ruhewerten lagen.

Weiter wurde die Kühldauer der Kühlweste über die Hauttemperatur operationalisiert (Zeit vom Anlegen der Kühlweste bis zum erneuten Erreichen des Ruhewerts der Hauttemperatur). Unterschiede zwischen den Messtagen mit und ohne Kühlweste wurden mit einem t-Test für verbundene Stichproben ($\alpha = 0{,}05$) geprüft; als Effektstärke wurde Cohen’s d berechnet. Die Freitextangaben wurden qualitativ nach Mayring ausgewertet [19].

3 Ergebnisse

3.1 Stichprobe

An der Feldstudie nahmen neun Kurierfahrende teil (7 Männer, 2 Frauen; Alter: 29 ± 7 Jahre; Körpergewicht: 77 ± 13 kg; Körpergröße: 175 ± 7 cm). Sieben Personen fuhren mit einem E-Bike, zwei mit einem herkömmlichen Fahrrad („Biofahrrad“). Die Ware wurde überwiegend im Rucksack transportiert (6 Personen), seltener in einer Gepäckträgertasche (3 Personen).

Ohne Kühlweste wurden die Kurierfahrenden im Mittel 3 h 01 min bei der Arbeit begleitet, mit Kühlweste 2 h 41 min. Die zurückgelegten Distanzen betrugen ohne Kühlweste 27 ± 10 km mit 105 ± 60 Höhenmetern und an Messtagen mit Kühlweste 26 ± 8 km mit 110 ± 41 Höhenmetern. Die WBGT lag an beiden Tagen im Mittel im hohen Risikobereich (ohne Kühlweste: 25,4 ± 2,3 °C; mit Kühlweste: 24,9 ± 2,3 °C; $p = 0{,}707$).

3.2 Physiologische Effekte

Mit Kühlweste lag die Hauttemperatur während eines höheren Anteils (63 ± 41 %) der Arbeitszeit unter den individuellen Ruhewerten als ohne Kühlweste (22 ± 31 %; $p = 0{,}025$; $d = 0{,}916$). Auch die über die Arbeitsschicht gemittelte Hauttemperatur war mit Kühlweste signifikant niedriger (33,2 ± 1,1 °C) als ohne Kühlweste (33,9 ± 1,4 °C; $p = 0{,}047$; $d = 0{,}681$), lag jedoch an beiden Messtagen im physiologischen Normalbereich (Abbildung 2). Die Kühldauer betrug im Mittel 63 ± 54 Minuten, variierte aber stark (0 bis 179 Minuten).

Belastung/Risiko			**gering**	**leicht erhöht**	**wesentlich erhöht**	**hoch**	**extrem**
Messparameter	**Arbeitsherzfrequenz** (HF_{Arbeit})	bpm	< 15	15–24	25–34	≥ 35	
	Hauttemperatur (T_{skin})	°C	32,0–36,0			< 32,0 > 36,0	
	Körperkerntemperatur (T_{core})		35,0–38,5			< 35,0 > 38,5	
	Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)		< 18	18–23		23–28	> 28
Fragebogen	**Anwenderakzeptanz**		0–50	51–69		70–100	
	Subjektives Belastungsempfinden		0–2	3–4	5–8	9–10	

Tabelle 1: Bewertungsbereiche der physiologischen Parameter und Fragebogenergebnisse [16 bis 18; 20]

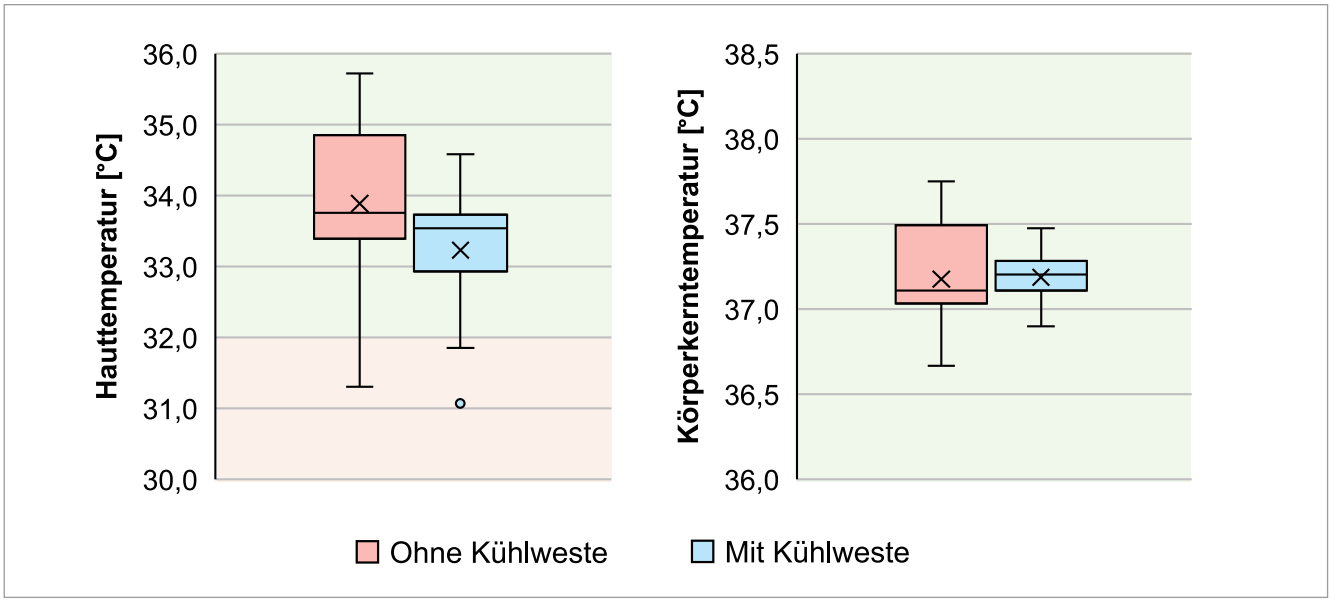


Abbildung 2: Verteilung der Mittelwerte der Hauttemperatur (links) und Körperkerntemperatur (rechts) während der Arbeitsschicht mit und ohne Kühlweste (n = 9)

Interindividuell lag die Hauttemperatur ohne Kühlweste bei fünf Kurierfahrenden ausschließlich im Normalbereich. Bei einem Kurierfahrenden erreichte die Hauttemperatur ohne Kühlweste den hohen Risikobereich von > 36,0 °C. In diesem Risikobereich verbrachte der Kurierfahrende 35 % seiner Arbeitszeit; mit Kühlweste blieb er durchgehend im Normalbereich. Unterschreitungen des Normalbereichs der Hauttemperatur (< 32 °C) wurden bei drei Kurierfahrenden ohne Kühlweste aufgezeichnet, und zwar für 3 %, 28 % und 76 % ihrer Arbeitszeit. Mit Kühlweste veränderten sich diese Anteile. Die Unterschreitung von zunächst 28 % der Arbeitszeit stieg auf 68 %, während der Anteil von 76 % auf 56 % zurückging. Bei dem Kurierfahrenden mit einem ursprünglichen Zeitanteil von 3 % blieb die Hauttemperatur mit Kühlweste vollständig im Normalbereich.

Die Körperkerntemperatur lag an beiden Messtagen im optimalen Temperaturbereich und unterschied sich nicht zwischen den Bedingungen mit (37,2 ± 0,2 °C) und ohne Kühlweste (37,2 ± 0,3 °C, p = 0,905).

Auch bei der Arbeitsherzfrequenz ergaben sich keine signifikanten Unterschiede durch das Tragen der Kühlweste. Die Arbeitsherzfrequenz lag sowohl mit Kühlweste (21 ± 16 bpm) als auch ohne Kühlweste (18 ± 10 bpm, p = 0,281) im leicht erhöhten Belastungsbereich. Deutlich war hingegen der Einfluss des Fahrradtyps. Kurierfahrende mit Biofahrrad zeigten eine wesentlich erhöhte bis hohe Beanspruchung (Biofahrrad: 45 ± 4 bpm mit Kühlweste, 32 ± 4 bpm ohne Kühlweste), während die Beanspruchung der E-Bike-Fahrenden im Mittel im geringen bis leicht erhöhten Beanspruchungsbereich lag (14 ± 11 bpm mit Kühlweste, 14 ± 6 bpm ohne Kühlweste).

3.3 Subjektive Bewertung und Akzeptanz

Die Kühlweste wurde insgesamt positiv beurteilt. Im BGW-Fragebogen erreichte sie einen Gebrauchstauglichkeitswert von 74 ± 19 und wird damit als „sehr geeignet“ eingestuft. Der thermische Komfort wurde mit Kühlweste tendenziell behaglicher bewertet (0,9 ± 1,2) als ohne Kühlweste (1,8 ± 0,6; Skala -3 bis +3, 0 = behaglich). Das subjektive Belastungsempfinden (BORG-CR10) blieb vergleichbar (3,6 ± 1,3 mit Kühlweste vs. 3,8 ± 1,9 ohne Kühlweste; p = 0,631). In den Freitextangaben wurden der gute Tragekomfort (n = 5) und der anfängliche Kühleffekt (n = 4) genannt. Als Kritikpunkt wurden das Gewicht (n = 4) und die schnell nachlassende Kühlwirkung (n = 4) genannt. Zusätzlich wurde das Durchnässen der unter der Kühlweste liegenden Kleidung (n = 2) bemängelt.

4 Diskussion

Die Feldmessungen zeigen, dass die Belastung der Kurierfahrenden an Sommertagen auch ohne Kühlweste überwiegend im akzeptablen Bereich lag und die Arbeitsherzfrequenz sowie die Haut- und Körperkerntemperatur meist unkritisch blieben. Der größte Effekt der hybriden Kühlweste zeigte sich dennoch bei der Hauttemperatur. Mit Kühlweste war sie im Mittel niedriger und kritische Anstiege in den hohen Belastungsbereich konnten bei einzelnen Kurierfahrenden vermieden werden.

Die in einer Laborstudie berichtete Kühldauer von ca. 3–4 Stunden wurde in dieser Studie jedoch nicht erreicht [9]. Mögliche Gründe hierfür sind ein anderes Mikroklima (z. B. höhere Luftfeuchte, geringere Luftbewegung) und die Arbeitssituation selbst. Beispielsweise kann der Rucksack zum Transport der Waren die Verdunstung am

Rücken behindern. Damit wird deutlich, dass die Wirksamkeit einer Kühlweste nicht allein von der Kühlweste selbst, sondern auch vom Anwendungskontext abhängt. Daraus folgt zugleich eine organisatorische Konsequenz. Wenn die Kühlwirkung schnell nachlässt, braucht es praktikable Optionen zur Reaktivierung der Kühlwirkung, z. B. Wasserzugang oder Zeitfenster zum erneuten Befeuchten bzw. Wechsel der Kühlpacks.

Dass sich keine Effekte auf die Körperkerntemperatur und die Herzfrequenz zeigten, ist unter den gegebenen Bedingungen nachvollziehbar. So war die Beanspruchung besonders bei E-Bike-Fahrenden bereits ohne Kühlweste nur gering bis leicht erhöht, sodass ein messbarer Effekt weniger zu erwarten war. Die Unterschiede zwischen E-Bike und Biofahrrad deuten jedoch darauf hin, dass stärker belastete Beschäftigte potenziell eher von einer Kühlweste profitieren könnten. Für weitere Untersuchungen ergeben sich daher mehrere Prioritäten. Zum einen werden weitere Untersuchungen der Kühlwesten an Hitzetagen (≥ 30 °C) bzw. bei deutlich höheren WBGT-Werten benötigt, um ihre Wirksamkeit unter Extrembedingungen zu prüfen. Zum anderen bedarf es größerer Stichproben und einer gezielten Betrachtung stärker belasteter Personen (z. B. bei Kurierfahrenden mit Biofahrrad), um das volle Potenzial von Kühlwesten auszuschöpfen.

5 Fazit

Die vorliegende Studie zeigt, dass eine hybride Kühlweste im Arbeitsalltag von Kurierfahrenden vor allem die Hauttemperatur senken und den thermischen Komfort verbessern kann. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Wirkung nicht bei allen Personen gleich ist. Die Kühlweste eignet sich daher vor allem als gezielte Ergänzung im Hitzeschutz an warmen Tagen und in Phasen hoher Belastung. Für eine breite und nachhaltige Nutzung müssen bestehende Kritikpunkte adressiert werden, insbesondere das Gewicht der Kühlweste und die begrenzte Kühldauer. Da für Schnelllieferdienste bislang nur wenige etablierte Hitzeschutzstrategien existieren und Maßnahmen oft eher organisatorisch ansetzen, können Kühlwesten ein geeignetes personenbezogenes Hilfsmittel zur Reduktion thermischer Belastungen darstellen.

Literatur

[1] Jung, W. S.; Kim, S. W.; Park, H. Y.; Kim, J.; Lim, K.: Effects of Acute Exposure to Thermal Stress on Cardiorespiratory Function, Skeletal Muscle Oxygenation, and Exercise Performance in Healthy Males. Int J Environ Res Public Health (2021) Nr. 18(14)

[2] Gonzalez-Alonso, J.; Teller, C.; Andersen, S. L.; Jensen, F. B.; Hyldig, T.; Nielsen, B.: Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. J Appl Physiol (1999) Nr. 86(3), S. 1032–1039

[3] Mangelsdorf, S. P. D.; Meier, K. D.: Der Einfluss von Temperatur auf das Arbeits- und Wegeunfallgeschehen in Deutschland. DGUV Forum (2025) Nr. 7

[4] Fatima, S. H.; Rothmore, P.; Giles, L. C.; Varghese, B. M.; Bi, P.: Extreme heat and occupational injuries in different climate zones: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. Environ Int. (2021) Nr. 148, S. 106384

[5] Dehl, T.; Hildebrandt, S.; Zich, K.; Nolting, H. D.: Gesundheitsreport 2024. Analyse der Arbeitsunfähigkeiten. Gesundheitsrisiko Hitze. Arbeitswelt im Klimawandel. Hamburg: DAK (2024)

[6] World Health Organization. Workplace heat stress 2025. https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/workplace-heat-stress

[7] Deutsches Klima Konsortium: Was wir heute übers Klima wissen. Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind. Berlin (2023)

[8] Deutsches Klima Konsortium: Klimafaktenpapier. Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind. Berlin (2025)

[9] Ciuha, U.; Valencic, T.; Mekjavic, I. B.: Cooling efficiency of vests with different cooling concepts over 8-hour trials. Ergonomics (2021) Nr. 64(5), S. 625–639

[10] Chan, A. P.; Song, W.; Yang, Y.: Meta-analysis of the effects of microclimate cooling systems on human performance under thermal stressful environments: potential applications to occupational workers. J Therm Biol. (2015) Nr. 49–50, S. 16–32

[11] Morrissey-Basler, M. C.; Brewer, G. J.; Anderson, T.; Adams, W. M.; Navarro, J. S.; Marcelino, M. et al.: The effect of heat mitigation strategies on thermoregulation and productivity during simulated occupational work in the heat in physically active young men. Front Sports Act Living (2023) Nr. 5, S. 1274141

[12] Zhao, Y.; Yi, W.; Chan, A. P. C.; Wong, F. K. W.; Yam, M. C. H.: Evaluating the Physiological and Perceptual Responses of Wearing a Newly Designed Cooling Vest for Construction Workers. Ann Work Expo Health (2017) Nr. 61(7), S. 883–901

[13] Chicas, R.; Xiuhtecutli, N.; Dickman, N. E.; Flocks, J.; Scammell, M. K.; Steenland, K. et al.: Cooling Interventions Among Agricultural Workers: Qualitative Field-Based Study. Hisp Health Care Int. (2021) Nr. 19(3), S. 174–181

[14] de Korte, J. Q.; Bongers, C.; Catoire, M.; Kingma, B. R. M.; Eijsvogels, T. M. H.: Cooling vests alleviate perceptual heat strain perceived by COVID-19 nurses. Temperature (Austin) (2022) Nr. 9(1), S. 103–113

[15] Hinricher, N.; Müller, L.: Kühlwesten auf dem Prüfstand. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (Hrsg.). Hamburg (2025)

[16] Borg, G.: Borg´s Perveived Exertion And Pain Scales: Human Kinetics (1998)

[17] BGW. Bewertungsbogen: Gebrauchstauglichkeit von Medizinprodukten. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (Hrsg.) Hamburg (2019)

[18] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ANSI/ASHRAE Standard 55-2020: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. (2020)

[19] Mayring, P.: Qualitative Content Analysis: Demarcation, Varieties, Developments. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research (2019) Nr. 20(3)

[20] Weber, B.; Seidel, D. H.; Brütting, M.; Ditchen, D.; Eul, M.; Glitsch, U.; Heinrich, K.; Hermanns-Truxius, I.; Hoehne-Hückstädt, U.; Lietz, R.; Post, M.; Barrero, L. H.; Ellegast, R.: (2020). Weiterentwicklung und Evaluierung von Ansätzen zur Gefährdungsanalyse bei physischen Belastungen für die Methodenebene Messtechnische Analyse im Feld. DGUV Report 3/2020 MEGAPHYS. Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Berlin

Workshop

Ergonomie und ökologische Nachhaltigkeit – Einblicke aus dem Workshop

Maria Klotz



Ergonomie und ökologische Nachhaltigkeit – Einblicke aus dem Workshop

Maria Klotz,
DGUV Akademie

Im Rahmen des Fachgesprächs Ergonomie 2025 wurde ein Workshop durchgeführt, der sich mit den Schnittstellen zwischen Ergonomie und ökologischer Nachhaltigkeit befasste. Ziel des Workshops war es, diese Überschneidungen transparent zu machen und darüber hinaus zu diskutieren, welche Rolle naturnahe Gestaltung derzeit in der Ergonomie spielt und welches Potenzial sie haben könnte.

Zentrale gemeinsame Klammer der Diskussion war ein arbeitswissenschaftliches Verständnis von Ergonomie als menschen- und systemgerechte Gestaltung von Arbeit. Ergonomie zielt darauf ab, Arbeitssysteme so zu gestalten, dass sie mit den biologischen, psychischen und sozialen Voraussetzungen des Menschen vereinbar sind und Gesundheit, Wohlbefinden sowie Leistungsfähigkeit langfristig erhalten. Ergänzend wurde die Perspektive ökologischer Nachhaltigkeit einbezogen, die auf den Erhalt des Ökosystems Erde und damit der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen abzielt (siehe Abbildung 1).

Vor diesem Hintergrund wurden im Workshop Gestaltungsansätze diskutiert, welche geeignet sind, Arbeitstätigkeiten gesundheitsförderlich zu gestalten und gleichzeitig einen Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit zu leisten. Dabei rückten Prinzipien naturnaher Gestaltung als potenzielle Schutz- und Ausgleichsfaktoren in den Fokus.

Es wurden Befunde aus der Umwelt- und Gesundheitsforschung aufgegriffen, welche verdeutlichen, dass Naturerleben bzw. Naturkontakt zahlreiche positive Effekte für den Menschen mit sich bringen [1], so z. B. eine Reduktion von Stress, verbesserte Aufmerksamkeit, Konzentration, emotionale Regulation und Regeneration. In der Workshop-Diskussion wurde daher thematisiert, wie Natur als eine Ressource genutzt werden kann, um die Passung zwischen Arbeitsanforderungen und menschlichen Bedürfnissen zu verbessern.

Aus ergonomischer Perspektive wurde betont, dass Naturkontakt dabei nicht isoliert als Zusatzangebot verstanden werden sollte, sondern als integraler Bestandteil von Arbeitssystemen. Dazu zählen beispielsweise naturnah gestaltete Arbeitsplätze, der Einbezug von kreislauffähigen Naturmaterialien (wie Holz, Lehm, Pflanzen), die aktive Nutzung von Außenräumen für Pausen und Besprechungen, der Zugang zu Tageslicht sowie Bewegungs- und Aufenthaltsmöglichkeiten im Grünen. Solche

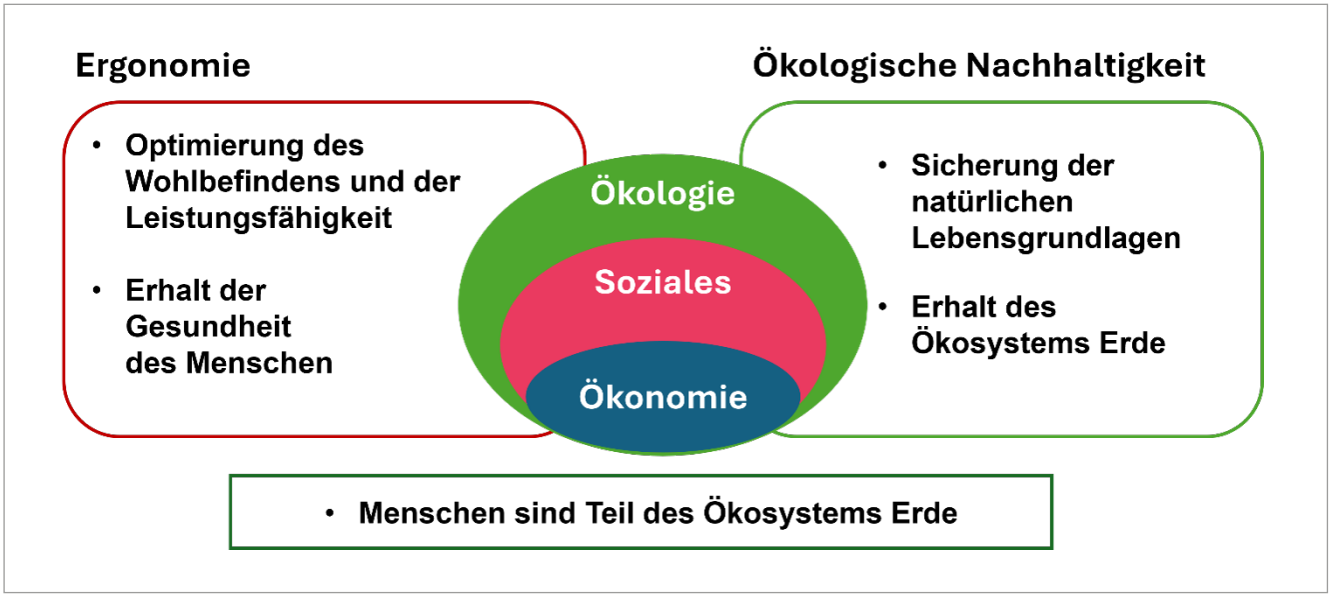


Abbildung 1: Ziele von Ergonomie und ökologischer Nachhaltigkeit

Ansätze können dazu beitragen, Arbeitsplätze gesundheitsgerechter und erholungsförderlicher zu gestalten und damit zentrale Ziele der ergonomischen Prävention zu unterstützen.

Gleichzeitig wurde im Workshop herausgearbeitet, dass naturnahe Gestaltung nicht nur ergonomisch relevant ist, sondern auch Bezüge zur ökologischen Nachhaltigkeit aufweist. Zum einen kann in der Ergonomie darauf geachtet werden, kreislauffähige Materialien ressourcenschonend einzusetzen, auf der anderen Seite wurde deutlich, dass naturnahe Arbeitsumgebungen auch dazu beitragen können, das Bewusstsein für ökologische Zusammenhänge und die persönliche Naturverbundenheit zu stärken. Diese Naturverbundenheit ist wiederum ein Prädiktor für umweltfreundliche Einstellungen und nachhaltiges Verhalten [2].

Zusammenfassend zeigte der Workshop, dass sich die Themenfelder Ergonomie und ökologische Nachhaltigkeit dort überschneiden, wo menschen- und umweltgerechte Gestaltung zusammengedacht werden. Naturnahe, ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze haben einen Mehrfachnutzen: Sie fördern Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten, sind umweltschonender und können zugleich die Naturverbundenheit stärken.

Literatur

[1] Köhler, T.: Future Skills: Nachhaltiges und naturbasiertes Ressourcen- und Stressmanagement. Springer. ISBN 978-3-662-71604-5 (2025)

[2] Mayer, F. S.; Frantz, C. M.: The connectedness to nature scale. Journal of Environmental Psychology, 24(4), 503–515. (2004) https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001

Poster

Aktualisierung der Checkliste zur ergonomischen Maschinengestaltung unter Berücksichtigung der neuen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230

Matthias Clermont, Markus Post, Peter Nickel, Christoph Meyer, Sarah Busse, Jochen Eckardt, Torsten Wagner, Jan Zimmermann

Digitale Bildungsangebote der DGUV Akademie – Web Based Trainings (WBTs) zu Ergonomie und Demografie

Susan Freiberg, Jenny Hook, Kati van der Seylberg, Hanna Zieschang

Instrumente zur Ermittlung von Belastung und Beanspruchung durch Headsets im Handel

Anne Gebhardt, Florian Schelle, Jan Selzer, Frank Rokosch, Kathrin Schwarzmann

Klima in Büro und Industriehallen

Carina Jehn

Entdecken von Personen auf Kamera-Monitor-Systemen mobiler Maschinen in der Betriebspraxis

Peter Nickel, Shuaixin Qi, Andy Lungfiel, Martin Ulrich, Marino Menozzi, Carlo Menon

DGUV Barometer Arbeitswelt: Analyse der Belastungen – Stellschrauben für die Prävention

Annekatrin Wetzstein, Anna-Maria Hessenmöller

VR-SRF-Simulationsschulungstools für das ENTRAPon-Projekt

Jan Zimmermann, Andy Lungfiel, Albert Bohlscheid, Peter Nickel



Aktualisierung der Checkliste zur ergonomischen Maschinengestaltung unter Berücksichtigung der neuen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230

Matthias Clermont[1], Markus Post[1], Peter Nickel[1], Christoph Meyer[2], Sarah Busse[2], Jochen Eckardt[2], Torsten Wagner[3], Jan Zimmermann[1]

[1] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
[2] Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)
[3] Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

1 Hintergrund

Die neue europäische Maschinenverordnung 2023/1230 (MVO) fordert, wie die vorherige Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, die Umsetzung ergonomischer Gestaltung von Maschinen nach harmonisierten Normen oder alternativen Grundlagen. Eine Umsetzung muss für alle Maschinen, die auf dem Markt der Europäischen Union in Verkehr gebracht werden, mit dem Stichtag am 20. Januar 2027 erfolgen [1]. Hersteller sollten bereits jetzt die neuen Anforderungen umsetzen, um lange Entwicklungs- und Anpassungszyklen zu berücksichtigen.

Die neue MVO wird zum Anlass genommen, die DGUV Informationen 209-068/069 zu aktualisieren, neue Anforderungen aus der MVO aufzugreifen und über anstehende Überarbeitungen harmonisierter Normen zu informieren. Die neue Verordnung stellt Normungsausschüsse vor die Aufgabe, die über 800 bestehenden harmonisierten Normen auf Konformität mit der neuen Verordnung zu prüfen [3]. Bei der Überarbeitung bzw. Aktualisierung der DGUV Informationen 209-068 und 209-069 „Ergonomische Maschinengestaltung von Werkzeugmaschinen der Metallbearbeitung“ wurde zunächst betrachtet, welche Anforderungen aus der neuen MVO z. B. an Beleuchtung, Bedienplätze und Sitze aus der alten Maschinenrichtlinie übernommen wurden und für die DGUV Informationen relevant sind. Zu klären ist, ob sich dabei Neuerungen für die ergonomische Gestaltung von Werkzeugmaschinen der Metallbearbeitung ergeben, die in die Checkliste (DGUV I 209-068) sowie in das Begleitdokument (DGUV I 209-069) aufgenommen werden sollten [7; 8]. Eine Überarbeitung der DGUV Informationen ist zu diesem Zeitpunkt sinnvoll.

2 Entstehung und Allgemeines

Die erste Auflage einer „Prüfliste für die Prüfung und Zertifizierung der ergonomischen Gestaltung von Maschinen“ als BGI 5048 wurde 2006 in Zusammenarbeit mit den Fachausschüssen „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau“ (FA MFS) und „Metall und Oberflächenbehandlung” (FA MO) der Abteilung „Sicherheit und Gesundheit“ (SiGe) der DGUV sowie dem Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) veröffentlicht (BIA5088) [5].

Die DGUV Informationen DGUV I 209-068 und DGUV I 209-069 sollen Anwender und Maschinenhersteller dabei unterstützen, eine Beurteilung der ergonomischen Maschinengestaltung an Bearbeitungszentren sowie CNC- und handgesteuerten Dreh-, Fräs- und Bohrmaschinen, an Sägen, an Schwenkbiegemaschinen und Tafelscheren sowie an CNC-Flachschleifmaschinen, Außen- und Innenrundschleifmaschinen durchzuführen. Beide Dokumente beinhalten wesentliche Anforderungen und Empfehlungen zur Ergonomie, die aus verschiedenen Fachpublikationen und Einzelnormen zusammengetragen werden und jeweils den Stand der Technik darstellen. Da die zugrunde liegenden Einzelnormen Änderungen unterliegen, werden sie auf Aktualität und Relevanz geprüft. Die Checkliste der DGUV Information legt nicht fest, welche Normen vom Maschinenhersteller und Konstrukteur im Einzelfall angewendet werden sollten. Die Checkliste ist nicht abschließend und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Angaben der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Die Downloadzahlen für die Checkliste sprechen für eine große Nachfrage und einen entsprechenden Bedarf für die zusammengestellten Informationen. Neben der Verwendung der Checkliste als Arbeitshilfe bei der

Konstruktion von Neumaschinen und von Maschinenumbauten ist die Checkliste ebenfalls als konkrete Handlungshilfe geeignet. Sie unterstützt den Betreiber bei der Abnahme von Maschinen oder Maschinenumbauten, sie dient als Diskussionsgrundlage bei einer Gefährdungsbeurteilung vorhandener Maschinen und sie hilft bei der Festlegung von notwendigen Schutzmaßnahmen für eine sichere Bereitstellung von Arbeitsmitteln in Bezug auf ergonomische Gestaltungsprinzipien (siehe auch Betriebssicherheitsverordnung, insbesondere §§ 3 und 4) [2]. Eine erste inhaltliche Überarbeitung wurde bereits 2011 durchgeführt und dann in 2018 nochmals als 3. Auflage aktualisiert (IFA 5109) [6] (vgl. Abbildung 1). Zwischenzeitliche Änderungen in Ergonomie-Normen und neue technologische Trends sowie aktualisierte Anforderungen an Mensch-Maschine-Schnittstellen sollen nun im Rahmen einer Überarbeitung der Dokumente zu DGUV Informationen auf neustem Stand führen.

3 Überarbeitungsbedarf und neue Inhalte

Überarbeitungsbedarf ergibt sich zum Beispiel aus neuen Anforderungen an die Bedienung der Maschinen und der Überprüfung von Lastgewichten bei der Bedienung, da diese Arbeitsplätze nicht mehr rein männerdominiert sind und somit ein breitgefächerter Personenpool für solche Arbeitsplätze in Frage kommt. Zudem sind in der Checkliste der DGUV Information einige abgefragte Technologien bezogen auf Benutzungsschnittstellen wie Anzeigen bzw. Displays nicht mehr gebräuchlich und sollten um neue, etablierte Technologien (z. B. Touchscreens) erweitert werden. Aufgrund der zunehmenden Interaktion eines Bedieners mit Touchscreens erhält diese Schnittstelle ein eigenes Unterkapitel mit dem inhaltlichen Schwerpunkt der Ausrichtung bzw. Anbringung des Touchscreens sowie der Gestaltung von sensitiven Berührungsflächen auch in Kombinationen mit Stellteilen (Hardware) (vgl. [4]). Für die Überprüfung der Softwareergonomie empfiehlt sich ein stärkerer Bezug auf nach Maschinenverordnung harmonisierte Normen der Reihe DIN EN 894 statt wie bisher auf die DIN EN ISO 9241, die Anforderungen der Arbeitssicherheit unberücksichtigt lässt. Gestaltungsprinzipien für Mensch-Maschine-Schnittstellen werden mit Fokus auf den Anwendungsbereich der Checkliste konkretisiert und zusammenfassend gekürzt. Neue Inhalte in Bezug auf die Informationsdarstellung werden aufgegriffen. In der neuen Maschinenverordnung wurden ergonomische Anforderungen an den hochautomatisierten Betrieb aufgenommen. Diese bleiben bei der aktuellen Überarbeitung noch weitgehend unberücksichtigt, bis sie stärker durch neue Inhalte in Normen unterlegt sind.

Für die Struktur der DGUV Information als Prüfliste mit Auswertebogen werden Alternativen diskutiert, da der Auswertebogen von Teilen der Anwender als „umständlich“ angesehen wurde und gegebenenfalls nicht gebrauchstauglich strukturiert ist. Stattdessen könnte die Abfrage von Anforderungen und Empfehlungen direkt an der jeweiligen Frage gekennzeichnet werden. Eine Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit soll im Rahmen der nun anlaufenden Überarbeitung auch durch eine Erprobung an entsprechenden Maschinen überprüft werden. Zu klären ist noch, ob durch eine Anpassung des Layouts und modernisierte Abbildungen auch die Gebrauchstauglichkeit erhöht wird.

4 Zusammenfassung und Beteiligungen

In einem Vorbereitungstreffen mit Vertretern von BGHM, BG ETEM, KAN, DGUV und IFA wurden erste notwendige Überarbeitungen identifiziert und erste



Abbildung 1: Entwicklung der Schriftenreihe zur Ergonomischen Maschinengestaltung im Zeitstrahl

Umsetzungsideen gesammelt. Bedarf für Anpassungen und Erneuerungen der bestehenden Inhalte besteht in allen Kapiteln, insbesondere hinsichtlich der Aktualität der Normen und Regelwerke, neuer Trends zur technischen Entwicklung bei Werkzeugmaschinen und der neuen Maschinenverordnung.

Die Integration weiterer Inhalte ist noch möglich. Für Anregungen und Meldungen von weiteren Aspekten sind die Autoren dankbar. Das Projekt wird durch einen Expertenkreis mit Vertreterinnen und Vertretern von Fachverbänden, wie dem VDW und VDMA, begleitet.

Literatur

[1] Verordnung (EU) 2023/1230 des europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG und der Richtlinie 73/361/EWG, ABl. L165, S. 1–102. (2023)

[2] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV). (2015)

[3] Die neue Maschinenverordnung – Konsequenzen für die harmonisierte Normung, KAN-Brief 3/23. Hrsg.: KAN, Sankt Augustin. https://www.kan.de/publikationen/kanbrief/3/23/die-neue-maschinenverordnung-konsequenzen-fuer-die-harmonisierte-normung

[4] Display Design Principles, ISSA Section: Machine and System Safety – Human Factors, Hrsg.: Mannheimer Verein zur internationalen Förderung der Maschinen- und Systemsicherheit e.V., Mannheim. https://www.safe-machines-at-work.org/human-factors/work-equipment-design-issues/displays

[5] Prüfliste für die Prüfung und Zertifizierung der ergonomischen Gestaltung von Maschinen. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin. https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/bia_5088.jsp

[6] Aktualisierung der Checkliste Ergonomische Maschinengestaltung (BGI 5048 Teile 1 und 2). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin. https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ifa_5109.jsp

[7] DGUV Information 209-068 „Ergonomische Maschinengestaltung – Checkliste und Auswertungsbogen“. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin (2018)

[8] DGUV Information 209-069 „Ergonomische Maschinengestaltung – Informationen zur Checkliste“. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin (2018)

Digitale Bildungsangebote der DGUV Akademie – Web Based Trainings (WBTs) zu Ergonomie und Demografie

Susan Freiberg, Jenny Hook, Kati van der Seylberg, Hanna Zieschang
DGUV Akademie

In der zunehmend digitalen Arbeitswelt gewinnen flexible Lernformate an Bedeutung. Web Based Trainings (WBTs) greifen diesen Bedarf auf: Sie sind orts- und zeitunabhängig nutzbar und stellen eine sinnvolle Ergänzung zu klassischen Präsenzseminaren dar.

Als interaktive Lernformate vermitteln WBTs Inhalte multimedial, etwa durch Texte, Grafiken, Videos und Übungen. Sie fördern ein abwechslungsreiches und nachhaltiges Lernen und unterstützen selbstbestimmte Lernprozesse.

1 Einsatzmöglichkeiten

WBTs sind in der betrieblichen Qualifizierung vielseitig einsetzbar und unterstützen sowohl die Einarbeitung neuer Mitarbeitender als auch die Weiterbildung erfahrener Beschäftigter.

Im Rahmen der **Einarbeitung und des Onboardings** können Grundlagen sowie Inhalte zu neuen Tools, Prozessen und Produkten digital vermittelt werden. Dies ermöglicht eine strukturierte und einheitliche Einführung, die bereits vor oder begleitend zu Präsenzseminaren stattfinden kann.

Für die **Fort- und Weiterbildung** bieten WBTs die Möglichkeit, Fachwissen gezielt zu vertiefen und an individuelle Anforderungen anzupassen. Sie lassen sich flexibel in den Arbeitsalltag integrieren und können auch als ergänzende Bausteine in Präsenzseminaren eingesetzt werden, um Lernprozesse abwechslungsreich zu gestalten.

Zur **Auffrischung von Wissen** eignen sich WBTs ebenfalls, da Inhalte bei Bedarf wiederholt, aktualisiert oder gezielt zur Prüfungsvorbereitung genutzt werden können. Interaktive Übungen ermöglichen den Lernenden, den eigenen Wissensstand zu überprüfen und das Gelernte nachhaltig zu festigen.

2 Vorteile und Grenzen von WBTs

WBTs bringen zahlreiche Vorteile für Lernende und Organisationen:

Für Lernende:

- **Flexibilität:** WBTs können jederzeit und von überall absolviert werden – im Büro, im Homeoffice oder unterwegs.
- **Selbstbestimmtes Lernen:** Lernende können Inhalte in ihrem eigenen Tempo bearbeiten, schwierige Themen gezielt wiederholen oder bereits bekannte Inhalte überspringen.



Sicher, gesund und menschengerecht arbeiten



Hybride Arbeit sicher und gesund gestalten



Demografischer Wandel in der Arbeitswelt

Abbildung: WBT-Beispiele der DGUV Akademie zu Ergonomie und Demografie

- **Interaktivität und Motivation:** Durch Quizfragen, Übungsaufgaben und multimediale Inhalte bleibt das Lernen spannend und abwechslungsreich.

Für Organisationen:

- **Zentrale Verwaltung und Aktualisierung:** Inhalte lassen sich zentral verwalten und schnell aktualisieren, wodurch Änderungen sofort für alle Lernenden verfügbar sind.
- **Skalierbarkeit:** Einmal erstellte WBTs können einer großen Zahl von Lernenden bereitgestellt werden, ohne dass zusätzliche Ressourcen nötig sind.
- **Kosteneffizienz:** WBTs verursachen zunächst Entwicklungs- und Personalkosten, dafür entfallen jedoch Reise- und Raumkosten. Durch ihre wiederholte Nutzung sind sie insbesondere bei einer hohen Anzahl von Teilnehmenden kosteneffizient.

Natürlich haben WBTs auch ihre Grenzen:

- **Begrenzte persönliche Interaktion:** Direkter Austausch mit Lernbegleitenden und anderen Teilnehmenden, spontane Rückfragen oder Diskussionen sind nicht möglich.
- **Eingeschränkte praktische Übungen und Feedback:** Viele Übungen lassen sich nur schwer digital umsetzen und unmittelbares Feedback durch Lernbegleitende ist eingeschränkt.
- **Hohe Anforderungen an Selbstorganisation und Eigenmotivation:** Lernende müssen eigenständig arbeiten, ihre Zeit managen und motiviert sowie konzentriert bleiben.
- **Soziale Isolation:** Gruppengefühl und informelle Austauschmöglichkeiten, etwa in Pausen, fehlen weitgehend.
- **Eingeschränktes Lernen über mehrere Sinne:** Im Gegensatz zu Präsenzseminaren, in denen die DGUV Akademie Praxisfelder einsetzt, um Inhalte über mehrere Sinne (etwa durch Tasten und Riechen) erlebbar zu machen, ist dies bei WBTs nicht möglich.
- **Technische Voraussetzungen:** WBTs erfordern eine stabile Internetverbindung, geeignete Hardware und sichere Bedienung.
- **Technische Störungen:** Unterbrechungen oder Fehlfunktionen können den Lernprozess beeinträchtigen.
- **Datenschutz und Datensicherheit:** Beim Einsatz von Online-Plattformen müssen Risiken im Hinblick auf die Speicherung persönlicher Informationen berücksichtigt werden.

Fazit: WBTs sind eine gute Ergänzung zu Präsenzseminaren. Sie vermitteln Wissen anschaulich und interaktiv, ersetzen jedoch nicht die persönliche Interaktion und den direkten Erfahrungsaustausch.

3 Erstellung von WBTs in der DGUV Akademie

In der DGUV Akademie werden WBTs mit dem Autorentool Knowledgeworker Create der chemmedia AG entwickelt. Seit 2013 hat sich die Software als zentrales Instrument für die Entwicklung digitaler Lernformate etabliert. Die Trainings laufen vollständig browserbasiert und sind ohne lokale Installation zugänglich.

Das Autorentool bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten. Inhalte lassen sich durch verschiedene interaktive Elemente anschaulich aufbereiten und fördern so aktives Lernen. Visuelle Elemente wie Bilder oder Illustrationen machen die Inhalte verständlicher und leichter nachvollziehbar. Mit Quizfragen in unterschiedlichen Formaten kann der Lernerfolg überprüft werden, während eine intuitive Navigation die Orientierung erleichtert und Statusanzeigen den Lernenden einen Überblick über ihren Lernstand geben.

Die Entwicklung von WBTs in der DGUV Akademie erfolgt in mehreren klar strukturierten Schritten:

1. **Idee und Auftragsklärung:** Nachdem die Idee von den Personen mit fachlicher Expertise freigegeben wurde, wird das Thema an das Referat „Wissenstransfer, Publikationen und Mediendesign (WPM)“ übermittelt, das die Erstellung von WBTs methodisch-didaktisch begleitet und die mediale sowie technische Umsetzung übernimmt.
2. **Konzeption und Planung:** Anschließend werden die Lernziele festgelegt, die Zielgruppen definiert und die Inhalte strukturiert.
3. **Storyboard-Erstellung und Medienproduktion:** Im nächsten Schritt wird ein Storyboard erstellt, das die Fachinhalte aufbereitet und dabei eine aktivierende, lernförderliche Gestaltung berücksichtigt. Parallel dazu wird das visuelle Konzept entwickelt, bei dem das Erscheinungsbild festgelegt und zentrale Schaubilder entwickelt werden.
4. **Didaktische und fachliche Prüfung:** Das Storyboard wird im Hinblick auf inhaltliche Richtigkeit, Lernziele, Passung zur Zielgruppe, Textqualität und Interaktionsmöglichkeiten geprüft.
5. **Technische Umsetzung:** Das freigegebene Storyboard wird im Autorentool Knowledgeworker Create umgesetzt. Dabei werden die Inhalte in ein ansprechendes Lernformat gebracht.
6. **Redaktionelle Qualitätsprüfung und Testung:** Das erstellte WBT wird auf Verständlichkeit, technische Funktionalität und Wirksamkeit getestet. Feedback aus der Pilotierung fließt direkt in die Überarbeitung ein.

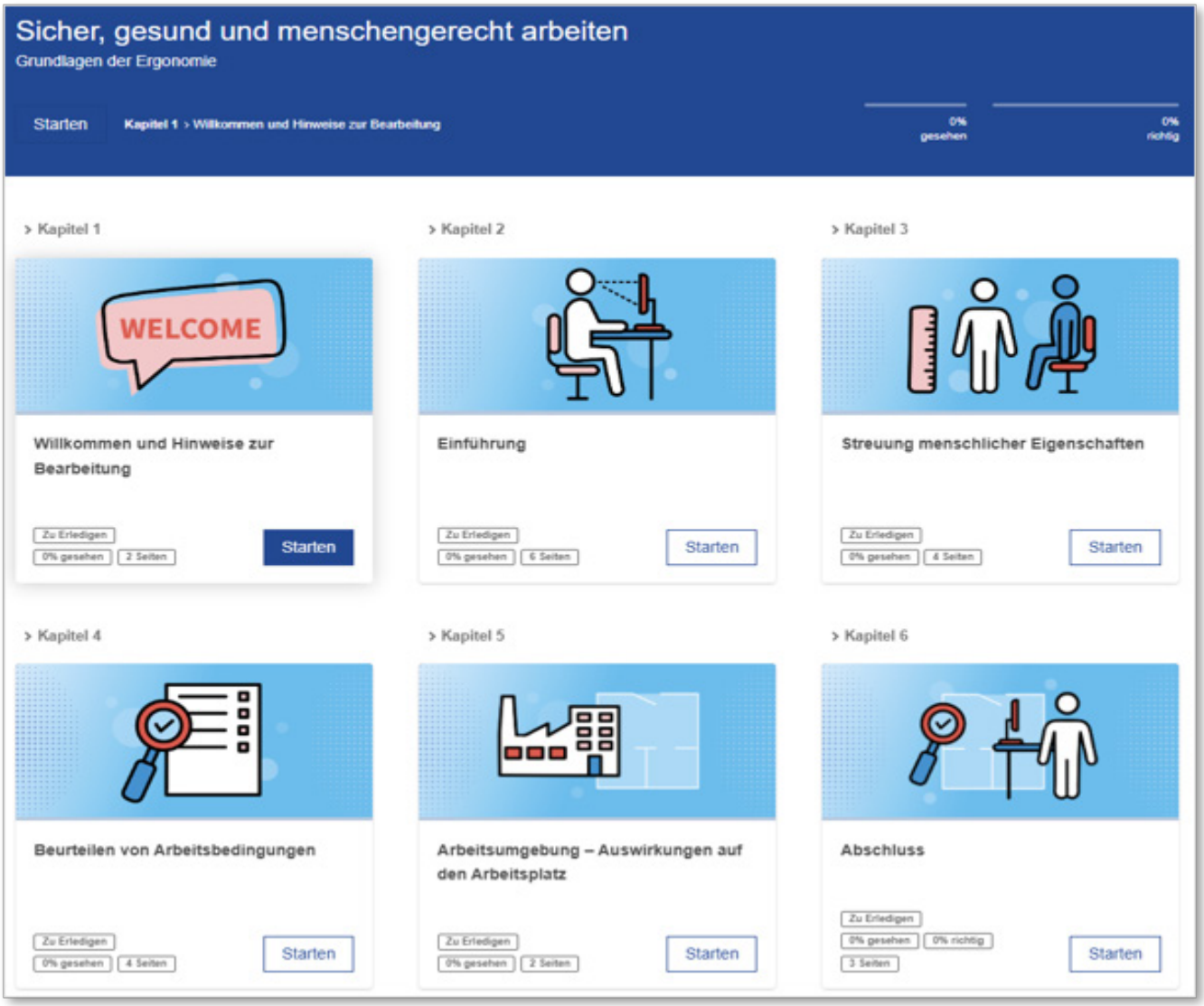


Abbildung 1: WBT-Themenübersicht – Sicher, gesund und menschengerecht arbeiten

7. **Formale Freigabe und Veröffentlichung:** Nach erfolgreicher Prüfung erfolgt die formale Freigabe des WBTs, das anschließend im Lernportal bereitgestellt wird. Die Inhalte unterliegen einer kontinuierlichen Pflege, um Aktualität und Qualität langfristig sicherzustellen.

4 WBTs zu Ergonomie und Demografie

Passend zu den Themen des DGUV-Fachgesprächs Ergonomie wurden in der DGUV Akademie folgende WBTs entwickelt:

- Sicher, gesund und menschengerecht arbeiten – Grundlagen der Ergonomie (Abbildung 1)
- Hybride Arbeit sicher und gesund gestalten – Homeoffice, Zoom-Fatigue und Desk-Sharing & Co. (Abbildung 2)
- Demografischer Wandel in der Arbeitswelt (Abbildung 3)

Auch ein WBT zum Thema „Sicherheits- und gesundheitsgerechte Arbeitszeitgestaltung“ ist zwischenzeitlich fertig gestellt worden.

4.1 Sicher, gesund und menschengerecht arbeiten – Grundlagen der Ergonomie

Dieses WBT vermittelt die grundlegenden Prinzipien der Ergonomie, von zentralen Begriffen, Zielen und Gestaltungsgrundsätzen bis hin zum Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung. Lernende erfahren, wie menschliche Eigenschaften wie Körpermaße und Körperkräfte variieren und wie Arbeitsbedingungen systematisch bewertet werden – beispielsweise beim Heben, Halten und Tragen von Lasten. Auch Einflussfaktoren der Arbeitsumgebung wie Beleuchtung und Raumklima werden berücksichtigt. Interaktive Übungen, darunter eine praxisnahe Anwendung der Leitmerkmalmethode, sowie

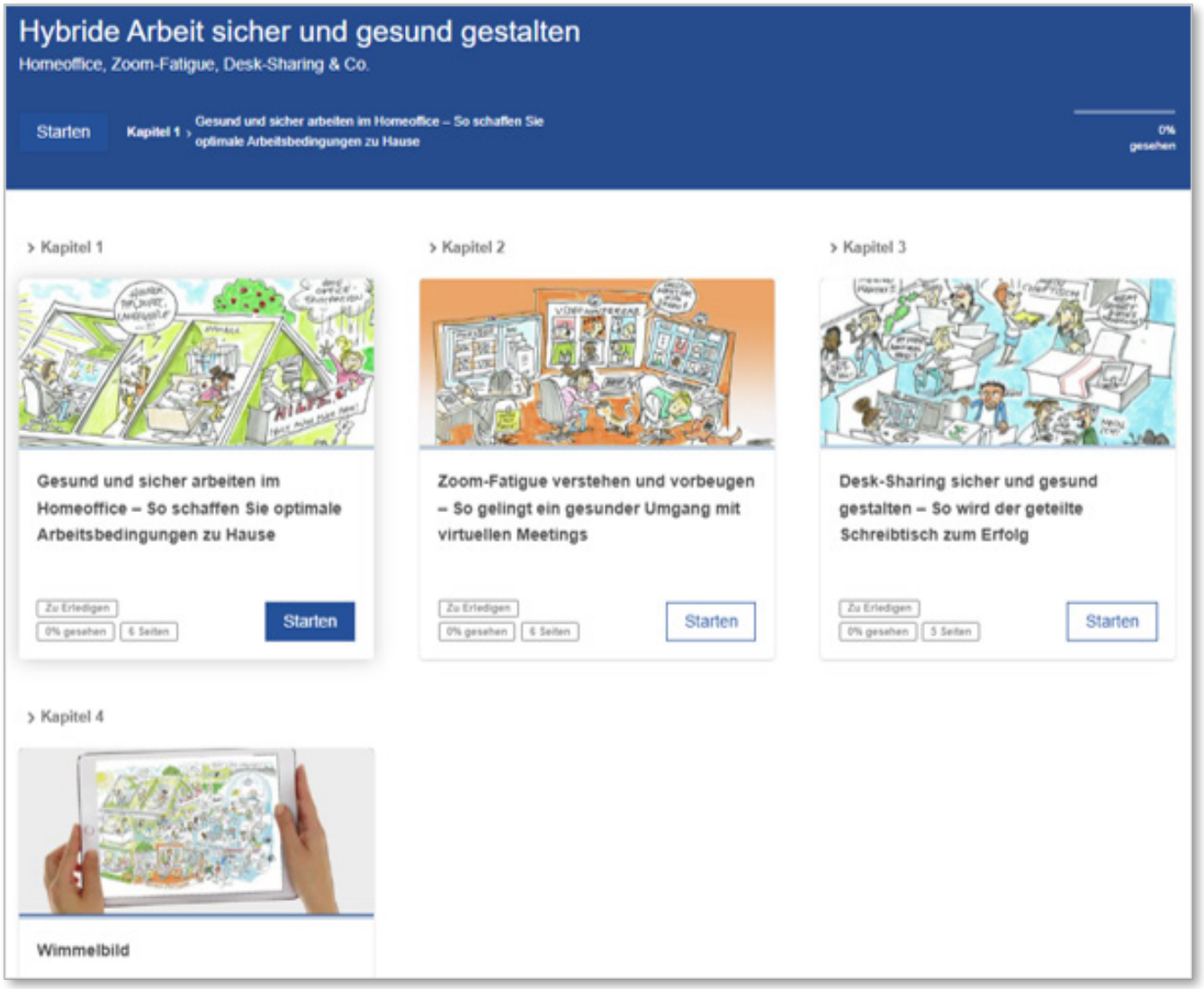


Abbildung 2: WBT-Themenübersicht – Hybride Arbeit sicher und gesund gestalten

Reflexionsaufgaben unterstützen das direkte Umsetzen des Gelernten im Arbeitsalltag. Ein abschließender Wissenscheck rundet das Training ab.

4.2 Hybride Arbeit sicher und gesund gestalten – Homeoffice, Zoom-Fatigue und Desk-Sharing & Co.

Dieses WBT zeigt, wie hybride Arbeit – also die Kombination von Homeoffice und Büroarbeit – sicher und gesund gestaltet werden kann. Lernende erfahren, worauf es bei der Einrichtung des Homeoffice ankommt, wie Zoom-Fatigue vorgebeugt werden kann und wie Desk-Sharing bestmöglich umgesetzt wird.

Interaktive Übungen und Selbstchecks, beispielsweise zur ergonomischen Sitzposition im Homeoffice, unterstützen die direkte Anwendung im Arbeitsalltag. Zum Thema Zoom-Fatigue werden zehn Maßnahmen vorgestellt, die zeigen, wie sich die Erschöpfung durch Videokonferenzen reduzieren lässt. Beim Desk-Sharing helfen Reflexionsfragen und Befragungsergebnisse, die Gestaltungsmöglichkeiten und Herausforderungen besser zu verstehen. Zusätzlich stehen Praxishilfen zu allen drei Themen bereit. Ein zentrales Wimmelbild verbindet die drei Themen und macht die Inhalte anschaulich erlebbar.

4.3 Demografischer Wandel in der Arbeitswelt

Dieses WBT vermittelt einen Überblick über die demografische Entwicklung in Deutschland, die Veränderungen im Alter sowie die Auswirkungen auf Kompetenzen und den Arbeitsplatz. Typische Mythen und Vorurteile gegenüber älteren Beschäftigten werden aufgezeigt und durch wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse ersetzt. Inter-

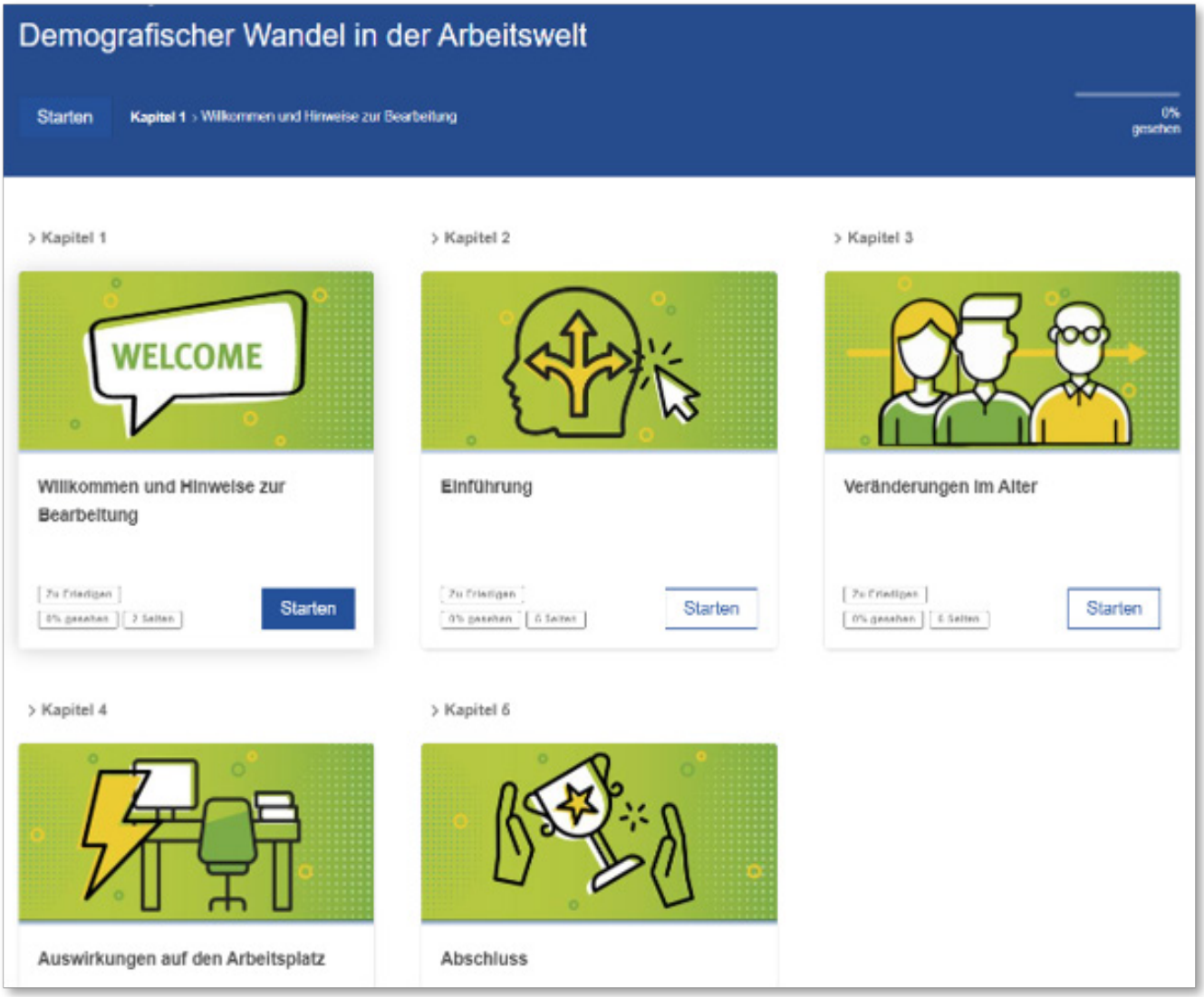


Abbildung 3: WBT-Themenübersicht – Demografischer Wandel in der Arbeitswelt

aktive Übungen und Reflexionsfragen regen dazu an, das Gelernte direkt auf die eigene Arbeitspraxis zu übertragen.

5 Ausblick

WBTs sind ein vielseitiges Instrument, das sowohl Vorteile als auch Grenzen mit sich bringt. Ihre Stärke liegt in der hohen Flexibilität und der Möglichkeit, Lerninhalte interaktiv zu gestalten. Gleichzeitig erfordern sie eine sorgfältige didaktische Planung und ein Bewusstsein für mögliche Herausforderungen wie Ablenkung, eingeschränkte soziale Interaktion oder unterschiedliche digitale Kompetenzen. Dies kann durch kurze, modulare Inhalte, interaktive Übungen und Feedbackmöglichkeiten, begleitende Austauschformate sowie eine benutzerfreundliche, barrierefreie Gestaltung aufgefangen werden.

Die DGUV Akademie wird ihr Angebot an WBTs kontinuierlich erweitern, um aktuelle Themen abzudecken und die digitale Weiterbildung zu stärken. Ausgewählte WBTs stehen im Lernportal bereit: https://lernportal-akademie.dguv.de/

Instrumente zur Ermittlung von Belastung und Beanspruchung durch Headsets im Handel

Anne Gebhardt[1], Florian Schelle[2], Jan Selzer[2], Frank Rokosch[3], Kathrin Schwarzmann[3]

[1] DGUV Akademie

[2] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

[3] Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)

Kurzfassung

Headsets kommen in vielen Bereichen des Handels zum Einsatz. In einem gemeinsamen Projekt haben daher die BGHW, das IFA und das Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV (IAG), seit 01.01.2026 DGUV Akademie, die Auswirkungen der Nutzung von Headsets auf die Beschäftigten im Handel untersucht. Ziel des Projektes war die Erstellung von Handlungshilfen für einen belastungsarmen Einsatz von Headsets im Handel. Hierzu wurden sowohl die physikalische als auch die psychische Belastung und Beanspruchung ermittelt sowie bewertet.

1 Einleitung

Im vorangehenden Projekt zur Lärmbelastung im Einzelhandel (vgl. DGUV Report 4/2020) konnte festgestellt werden, dass vermehrt Headsets zur Kommunikation in den Filialen des Einzelhandels eingesetzt werden. Zu den Einwirkungen auf die Nutzenden dieser innerbetrieblichen Kommunikation konnte jedoch keine Aussage getroffen werden. Sowohl die psychische Belastung als auch die Höhe des direkt am Ohr anliegenden Schalldruckpegels waren unbekannt. Aus diesem Grund wurde ein Folgeprojekt durch die BGHW initiiert, welches gemeinsam mit den Partnern IAG und IFA im Jahr 2022 gestartet wurde.



Abbildung 1: VINCENT – Messapparatur zur Ermittlung des ohrnahen Schalldruckpegels beim Tragen von Headsets, Foto mit Schallpegelanalysator, Funkgerät und im künstlichen Ohr eingesetztem Headset. Foto: IFA, Hintergrund KI-generiert

2 Ermittlung der physikalischen Belastung

Zur Ermittlung der tatsächlich vorliegenden Lärmbelastung unter den Headsets ist die Verwendung spezieller Messtechnik notwendig, da ohrnahe Schallquellen auf andere Weise gemessen und beurteilt werden müssen als vom Körper entfernte Quellen. Die Nutzung von kommerziell erhältlichen Messgeräten wie Kunstköpfen oder Ohr-Wangen-Simulatoren ist im betrieblichen Kontext nicht realisierbar, sodass im IFA eine eigene Messapparatur entwickelt werden musste (VINCENT, Abbildung 1).

Die Anforderungen an die Messapparatur zur Ermittlung der Lärmbelastung unter einohrig getragenen Headsets im Handel wurden zusammengestellt. Gemeinsam mit dem Team „Mechanische Entwicklung und Fertigung“ im IFA konnte ein Prototyp realisiert werden, der im Praxistest bestand. Auf Grundlage des Praxistests konnten weitere Optimierungen wie das Erreichen einer höheren Schalldämmung und kleinere, praktische Anpassungen vorgenommen werden. Damit stand VINCENT dem Messtechnischen Dienst der BGHW in fünffacher Ausführung für die Ermittlung der physikalischen Belastung im Feld zur Verfügung.

3 Ermittlung der psychischen Belastung und Beanspruchung

Die psychische Belastung und Beanspruchung wurden mittels einer Befragung online erhoben. Die befragten Beschäftigten nutzten dazu einen in ihrer Filiale samt Informationsschreiben bereitgestellten QR-Code (Abbildung 2) oder Link sowie ihr eigenes Endgerät (Smartphone).

Die Erhebung setzte sich zusammen aus Fragen zur Anwendung und Nutzung der Headsets, zur psychischen Belastung sowie zur Selbsteinschätzung hinsichtlich der individuellen Beanspruchung. Außerdem waren Fragen zur Technikaffinität und Lärmempfindlichkeit als mögliche personenbezogene Einflussfaktoren enthalten.

4 Erste Ergebnisse

Die Ergebnisse der Befragung wertet das IAG aus. Liegen alle Auswertungen der physikalischen und psychischen Belastungsfaktoren vor, wird nach möglichen Zusammenhängen zwischen den Einwirkungen gesucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Nutzung von Headsets im Handel durchaus eine Unterstützung darstellen kann (Abbildung 3). So geben die befragten Personen unter anderem an, dass die Headsets die Kommunikation mit Kolleginnen und Kollegen vereinfache oder auch Zeit spare. Zudem könne mittels Headset Unterstützung und Hilfe angefordert werden (Abbildung 4).



Abbildung 2: Informationsschreiben zur Befragung in den Filialen

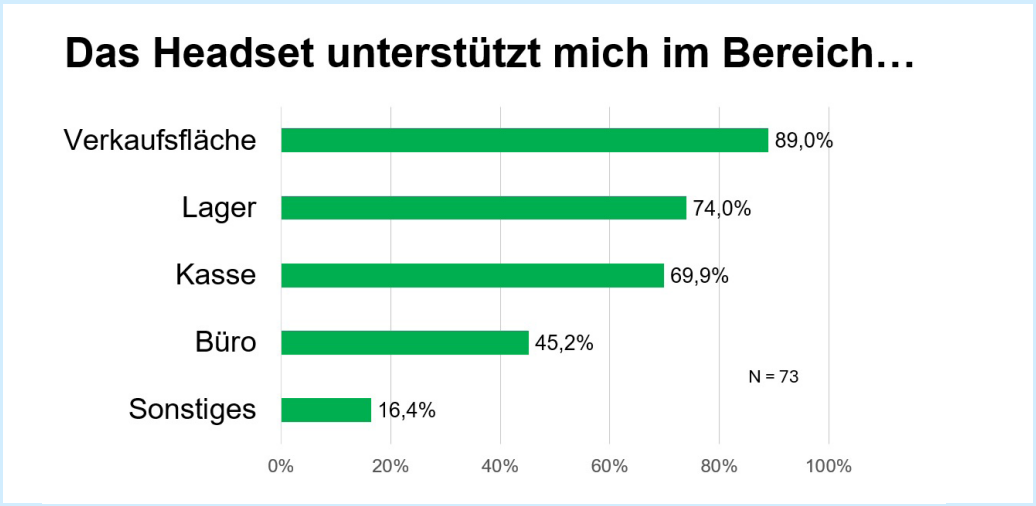


Abbildung 3: Erste Ergebnisse – Bereiche der Unterstützung

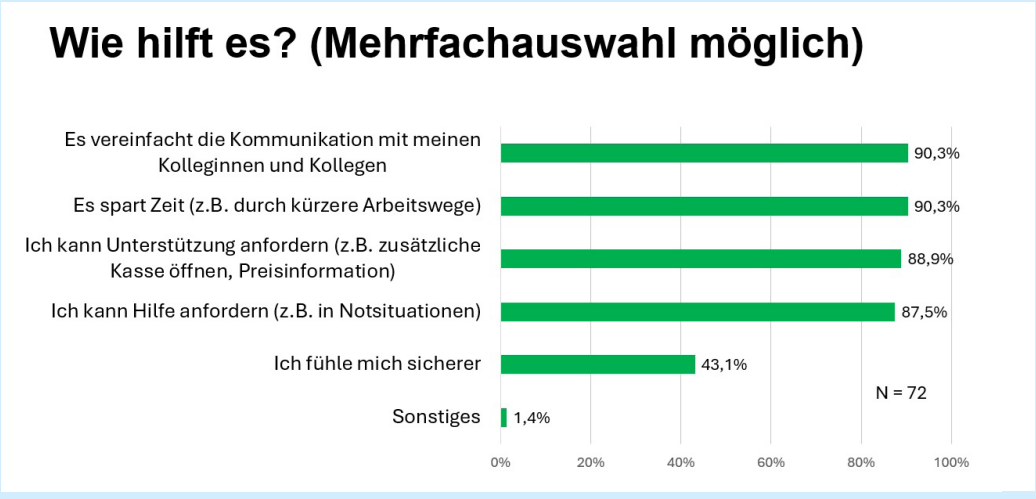


Abbildung 4: Erste Ergebnisse – Form der Unterstützung



Abbildung 5:
Erste Ergebnisse – Bereiche der Störung

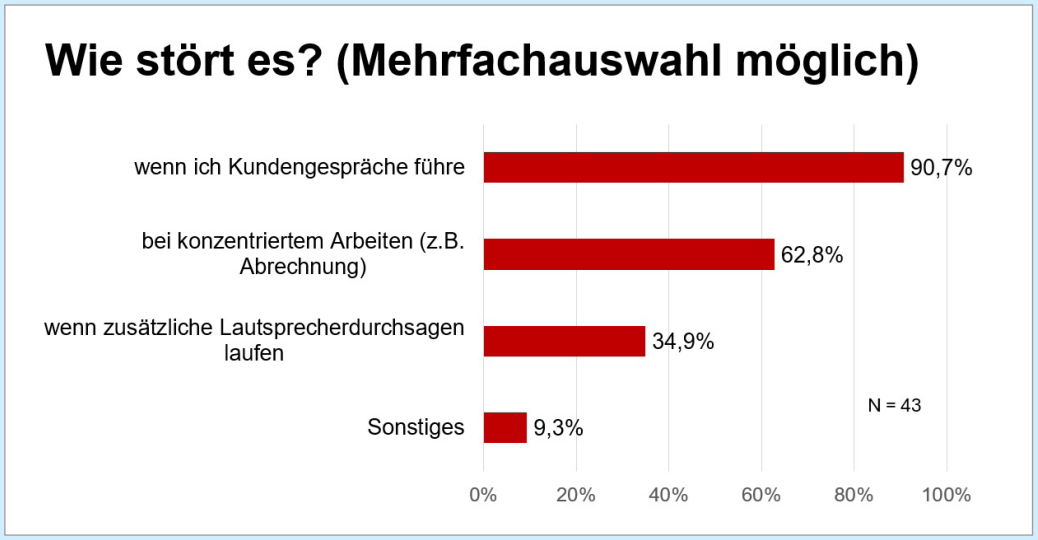


Abbildung 6:
Erste Ergebnisse – Form der Störung

In bestimmten Bereichen kann die Nutzung eines Headsets allerdings auch störend wirken. So gibt etwa ein Drittel der Befragten an, dass das Headset im Bereich Kasse sie störe (Abbildung 5).

Diese Störung äußert sich vor allem, wenn Kundengespräche geführt werden oder konzentriert gearbeitet werden muss (Abbildung 6).

Messungen der physikalischen Einwirkung mittels VINCENT wurden in 19 Filialen durchgeführt. In drei dieser Filialen wurde der untere Auslösewert nach Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) in Höhe von $LE_{X,8h}$ = 80 dB überschritten, in einem Fall auch der obere Auslösewert in Höhe von $L_{EX,8\,h}$ = 85 dB. Hier war das jeweils gemessene Headset deutlich zu laut eingestellt. Dies muss nicht zwingend auf eine Fehlbedienung zurückzuführen sein, sondern kann auch auf laute Umgebungsgeräusche oder eine schlechte Übertragungsqualität hindeuten.

5 Ausblick

Die detaillierte Auswertung der Befragung und Messung ist ausstehend. Auf dieser Basis werden Handlungshilfen zum risikoarmen Einsatz von Headsets im Handel und ein DGUV Report erarbeitet.

Klima in Büro und Industriehallen

Carina Jehn
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Das Sachgebiet „Klima am Arbeitsplatz" führt das Wissen und die Fachmeinungen von Experten der Unfallversicherungsträger zum Klima an Arbeitsplätzen zusammen und versteht sich als Ansprechstelle für Fragestellungen, die sich auf das Klima und damit auf die bestimmenden Klimafaktoren (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung) beziehen.

1 Klimabereiche

Das Klima am Arbeitsplatz wirkt als Arbeitsumgebungsbedingung auf Beschäftigte ein und kann die Leistungsfähigkeit und das Befinden positiv oder negativ beeinflussen. Je nach Klimabereich sind unterschiedliche gesetzliche Anforderungen zu berücksichtigen. Das Klima an Büroarbeitsplätzen [1] sollte im Behaglichkeitsbereich liegen, ebenso das Klima in Industriehallen, sofern es keine betriebstechnologischen Anforderungen an das Klima gibt wie z. B. in Druckereien [2]. An den Behaglichkeitsbereich schließen sich Warm- und Kaltbereich an, die den Übergang zu den jeweiligen extremen Bereichen „Hitzearbeit“ und „Kältearbeit“ darstellen. Für Tätigkeiten unter extremen Belastungen der Hitze- bzw. Kältearbeit sind arbeitsmedizinische Vorsorgen durchzuführen [3; 4].

2 Anforderung an Arbeitsplätze

Anforderungen an die Raumtemperatur leiten sich aus der Arbeitsstättenverordnung und den zugehörigen Technischen Regeln ab. Demnach soll am Arbeitsplatz eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur vorliegen. Dies wird erreicht, wenn Mindesttemperaturen in Abhängigkeit von der Arbeitsschwere und Maximaltemperaturen in Abhängigkeit von der Außentemperatur eingehalten werden. Sicherzustellen sind Mindesttemperaturen von 12 °C für schwer körperlich arbeitende Beschäftigte und 20 °C für Arbeitsplätze im Büro. Bei einer Außentemperatur von bis zu 26 °C sollte die Raumtemperatur 26 °C nicht überschreiten. Führen hohe Außentemperaturen zu Überschreitungen der Raumtemperatur von 26 °C, sollen Maßnahmen zur Verminderung der Belastung getroffen werden, bei Überschreiten von 30 °C müssen Maßnahmen getroffen werden. Übersteigt das Thermometer 35 °C am Arbeitsplatz sind, Maßnahmen wie bei Hitzearbeit erforderlich.

3 Hohe Außentemperaturen

Jahreszeitlich bedingte hohe Außentemperaturen haben keinen direkten Einfluss auf die Belastung von Beschäftigten durch Hitzearbeit oder Kältearbeit. An Büroarbeitsplätzen und an Arbeitsplätzen in Industriehallen sind Maßnahmen zum Schutz vor zusätzlichen Belastungen durch hohe Außentemperaturen zu treffen [5].

4 Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten

Führt die Sonneneinstrahlung zu einer Erhöhung der Raumtemperatur über 26µ°C ist das Gebäude mit geeigneten Sonnenschutzsystemen auszustatten. Weitere bauliche Schutzmaßnahmen wie Begrünungen, die effektive Steuerung von Lüftungseinrichtungen oder auch eine Optimierung der Gebäudehülle können notwendig werden, um langfristig Schutz vor den Auswirkungen des Klimawandels im Büro und in Industriehallen zu bieten. Organisatorische Maßnahmen, die bei Raumtemperaturen über 35 °C geeignet sind, wirken über das Klimaempfinden der Beschäftigten. Die Reduzierung des Arbeitspensums durch Herabsetzen der Arbeitsgeschwindigkeit oder Reduzierung des Lastgewichtes führen zu einer geringeren inneren Wärmeproduktion. Muskelarbeit und Stoffwechselprozesse können auch durch optimierte Körperhaltungen oder den Einsatz von mechanischen Hilfsmitteln (z. B. Hebehilfen) herabgesetzt werden und somit zu einer Erleichterung führen [6]. Bei hohen Außentemperaturen ist Trinken eine der wichtigsten Schutzmaßnahmen für Beschäftigte. Eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr sollte bei Überschreiten von 26 °C durch das Bereitstellen von Getränken gewährleiteistet sein. Bei Überschreiten von 30 °C müssen Getränke zur Verfügung gestellt werden.

Literatur

[1] DGUV Information 215-520: Klima im Büro, Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2026)

[2] DGUV Information 215-540: Klima in Industriehallen, Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2021, aktualisiert (2022)

[3] FAQ zu Hitzearbeit: Fachbereich Verwaltung, Sachgebiet Klima am Arbeitsplatz, https://www.dguv.de/fb-verwaltung/sachgebiete/klima-am-arbeitsplatz/faq-hitze/index.jsp

[4] FAQ zu Kältearbeit: Fachbereich Verwaltung, Sachgebiet Klima am Arbeitsplatz, https://www.dguv.de/fb-verwaltung/sachgebiete/klima-am-arbeitsplatz/faq-kaeltearbeit/index.jsp

[5] Fachbereich AKTUELL FBVW-505: Klimawandel und Hitzearbeit – Eine Erläuterung zu sommerlicher Wärme und Hitzearbeit, Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2024)

[6] DGUV Information 215-510: Beurteilung des Raumklimas, Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2026)

Entdecken von Personen auf Kamera-Monitor-Systemen mobiler Maschinen in der Betriebspraxis

Peter Nickel[1], Shuaixin Qi[2], Andy Lungfiel[1], Martin Ulrich[1], Marino Menozzi[2], Carlo Menon[2]

[1] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

[2] Eidgenössische Technische Hochschule (ETH)

Kurzfassung

In einem Forschungsprojekt der DGUV-Forschungsförderung untersucht die ETH Zürich die Darstellung von Personen auf Monitoren von Kamera-Monitor-Systemen (KMS), die für ein sicheres Entdecken unter realitätsnahen Arbeitsbedingungen erforderlich ist. Neben einem kurzen Einblick in Ergebnisse aus den Anfangsphasen des Projekts wird zur laufenden Feldstudie mit mobilen Maschinen auf Baustellen und in Betriebstätten berichtet.

1 Einführung

Eine steigende Anzahl an mobilen Maschinen wie beispielsweise Bagger, LKW, Walzen oder Traktoren ist mittlerweile mit Kamera-Monitor-Systemen (KMS) ausgestattet oder wird mit KMS nachgerüstet [11; 9]. In beiden Fällen sollten Auswahl und Einbau der KMS zumindest auf die Einsatzbedingungen der mobilen Maschine, die Spezifikationen der KMS und die Arbeitsaufgaben der Maschinenführerinnen und -führer abgestimmt werden. KMS sind Assistenzsysteme und sollen als Spiegelersatzsysteme die Beschäftigten bei der Einsicht in Gefahrbereiche unterstützen, die sie durch Direktsicht oder Spiegel nicht einsehen können [3; 2]. Der seit einigen Jahren geforderte Einsatz von KMS ist eine Maßnahme zur Unfallprävention, insbesondere zur Prävention von Anfahr- und Überfahrunfällen. Die Mindesthöhe zur Personendarstellung auf Monitoren von KMS wird derzeit unabhängig von den Einsatzbedingungen und mittlerweile auch außerhalb der Baubranche nach Angaben der DIN EN ISO 16001 [5] ausgelegt. Danach sei ein sicheres Entdecken bei Personenhöhen von 7 mm bzw. in Höhe von 10 % der Bildschirmhöhe möglich, wobei in vielen Fällen geteilte 10“-Monitore für eine Rück- und eine Seitenkamera zum Einsatz kommen.

Jüngere gesonderte Analysen zu Unfällen weisen allerdings darauf hin, dass allein der Einbau eines KMS nicht zur Vermeidung von solchen Unfällen ausreicht. Die Hälfte der zwischen 2020 und 2024 bei der BG BAU gemeldeten und untersuchten 94 Unfälle mit mobilen Maschinen hängen mit mangelnder oder eingeschränkter Sicht zusammen [1]. Diese mobilen Maschinen waren zum überwiegenden Anteil bereits mit KMS ausgestattet. Somit könnten solche Unfälle mit der mangelnden Beachtung und Nutzung durch Maschinenführerinnen und -führer zusammenhängen, obwohl das Ergebnisse bisheriger Studien nicht nahelegen [7]. Darüber hinaus könnten solche Unfälle mit mangelnder Erkennbarkeit von Personen auf Monitoren durch eine unzureichende Gestaltung, Auslegung und Integration der KMS als Mensch-Maschine-Schnittstelle in der mobilen Maschine verbunden sein. Mit Blick auf KMS in mobilen Maschinen unter betriebspraktischen Einsatzbedingungen und auf wissenschaftliche Erkenntnisse zur Schnittstellengestaltung aus Human Factors und Ergonomie [13] erscheint ein solcher Einfluss naheliegend.

Das Departement Gesundheitswissenschaften und Technologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) wurde daher von der DGUV-Forschungsförderung beauftragt, Personendarstellungen auf KMS zu erforschen, die zum sicheren Entdecken von Personen unter realitätsnahen Manövrierbedingungen bei mobilen Maschinen erforderlich sind. Dieses Forschungsprojekt (FF-FP0472, https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ff-fp0472.jsp) wird von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU), der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM), der Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft, Post-Logistik, Telekommunikation (BG Verkehr), Unfallkasse Hessen (UKH) und der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (suva) unterstützt. Bei Forschungsaktivitäten wie etwa den Feldstudien unter betriebspraktischen Einsatzbedingungen ist das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) beteiligt.

2 Methoden

Die Projektbearbeitung wurde in vier Phasen unterteilt, die Systemanalysen, die Simulationsanalysen, die Feldanalysen und die Gestaltungs- und Handlungsanalysen [8].

Das Vorgehen bei den Feldanalysen wird kurz skizziert und erste Ergebnisse dazu sowie zu den anderen Phasen werden im nachfolgenden Kapitel vorgestellt.

In der dritten Phase und damit dem Schwerpunkt des vorliegenden Beitrags wurden Feldanalysen auf Baustellen und in Betriebsstätten wie etwa im Tiefbau, im Metallhandel und in der Holzverarbeitung durchgeführt. Ziel war es, den Einsatz von KMS in mobilen Maschinen im praktischen Arbeitsalltag zu analysieren und zu dokumentieren. Als mobile Maschinen wurden Mobilbagger und Radlader wegen des vielseitigen Einsatzes in der Betriebspraxis und der häufigen Verwendung in unterschiedlichen Arbeitsbereichen gewählt. Für die Feldstudien eigneten sich Orte, an denen eine mobile Maschine im Arbeitsumfeld mit mehreren Personen eingesetzt wurde. Die Auswahl erfolgte unterstützt und abgestimmt mit den am Projekt beteiligten Unfallversicherungsträgern.

Die Durchführung der Feldstudien, dem Schwerpunkt des vorliegenden Beitrags, wurde über verschiedene Baustellen oder Betriebstätten hinweg vergleichbar abgesprochen. Vorgehensweise, Zeit und Ort der Feldstudien wurden mit den jeweiligen Unternehmen im Vorfeld organisiert. Nach Ankunft auf der Baustelle oder in der Betriebsstätte wurden die Arbeitsbereiche der mobilen Maschine gemeinsam mit einer Person des Unternehmens begangen und dabei über die anstehenden Arbeiten des Tages und Folgetages informiert.

Mit den beteiligten Maschinenführerinnen und -führern wurden die bevorstehenden Messungen besprochen und offene Fragen zum Ablauf geklärt. Außerdem wurde um eine Einwilligung zur Studienteilnahme gebeten (Ethikantrag ETHZ-25-Ethics-142). Anschließend wurden die mobile Maschine für die Feldstudie vorbereitet (z. B. Videoaufzeichnung des KMS-Monitors mit GoPro Hero 7 (GoPro Inc., USA)) und Maschinenführerinnen und -führer mit einem Blickbewegungssystem (Tobii Glasses 3, Tobii AB, Schweden) und einem Wearable zur Erfassung psychophysiologischer Parameter (Embrace Plus, Empatica Inc., USA) ausgestattet. In einem halbstrukturierten Interview mit Maschinenführerinnen und -führern wurden demografische Daten erhoben und im Verlauf der Arbeitsschicht Einschätzungen zur empfundenen Beanspruchung abgefragt [21]. Die beteiligten Personen wurden instruiert, ihren Arbeiten wie gewöhnlich nachzugehen und die Versuchsleiter abseits des Geschehens möglichst unbeachtet zu lassen. Die Versuchsleiter beobachteten und dokumentierten die Arbeitsabläufe mit der mobilen Maschine, indem sie vorab spezifizierte Tätigkeitskategorien (z. B. Fahrtrichtung der mobilen Maschine, Person im Gefahrbereich) mit einem Tablet aufzeichneten. Am ersten Tag wurde vorrangig die Studie vorbereitet, die Datenerhebung getestet und den Beschäftigten die Möglichkeit zur Eingewöhnung gegeben. Für die Analysen werden Datenaufzeichnungen vorrangig des zweiten Tages einbezogen.

3 Ergebnisse

In der ersten Phase der Projektbearbeitung, die Systemanalysen, wurde eine Cognitive Work Analysis (CWA) [12; 20] eingesetzt, um Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen des betriebspraktischen Einsatzes von KMS zu ermitteln und zu systematisieren [17]. Dazu wurden Arbeiten mit einem Mobilbagger, im betrieblichen Einsatz und ausgestattet mit einem KMS, in den Fokus gestellt. Die CWA stützte sich auf Literaturrecherchen, Unfalldaten, Risikofaktoren und praktische Erfahrungen aus den Aufsichtsdiensten und Prüfstellen der Unfallversicherungsträger sowie Experten der Qualifizierung von Baumaschinenführerinnen und -führern und aus der Wissenschaft. Anhand der Analysen zeigte sich, dass das Entdecken von Personen auf KMS durch Maschinenführerinnen und -führer einerseits durch Zielkonflikte zwischen Leistungseffizienz und Arbeitsschutz und andererseits durch begrenzte Ressourcen für erforderliche Prozesse der Informationsverarbeitung eingeschränkt wird. Letzteres ist so zu verstehen, dass für eine hohe Entdeckungsleistung im betriebspraktischen Kontext weniger einzelne technische Spezifikationen als vielmehr Systemfaktoren und Wechselwirkungen von Faktoren (z. B. kognitive Ressourcen, umgebungsabhängige Aufgabenbearbeitung) ausschlaggebend waren. Solche Systemfaktoren ließen sich dann auch mithilfe von Systemkonzepten wie etwa dem des Arbeitssystems aus Human Factors und Ergonomie [4] fassen [10; 15; 17]. In einem Arbeitssystem wirken Beschäftigte in einer Arbeitsorganisation mit ihren Arbeitsmitteln im Arbeitsablauf am Arbeitsplatz in Arbeitsumgebungen zur Bearbeitung ihrer Aufgaben zusammen und es bestehen Wechselwirkungen [4].

In der zweiten Phase, den empirischen Simulationsanalysen, wurden Ergebnisse aus der CWA und bisherige wissenschaftliche Erkenntnisse zur Personendarstellung auf Monitoren von KMS [6] aufgegriffen, für einen realitätsnahen und betriebspraktischen Einsatz erweitert und in simulierten Arbeitsszenarien untersucht [19]. Die Arbeitsszenarien wurden mithilfe von Techniken der virtuellen Realität modelliert und simuliert und anschließend in ein bestehendes Simulationssystem an der ETH Zürich integriert. Die Studien am Simulator wurden daher unter betriebspraktisch typischen und systematisch variierten Bedingungen der psychischen Belastung durchgeführt. Die Aufgabenbearbeitung beeinflusste die Entdeckungsleistung auf Monitoren von KMS. Diese Beeinflussung kann allerdings nur sehr begrenzt durch variierende Personenhöhen auf KMS kompensiert werden [16; 19]. Bisher geforderte Mindesthöhen zur Personendarstellung erscheinen danach unzureichend und führen selbst bei Erhöhung von Vorgaben wie in [5] noch nicht zu einer sicheren Entdeckung von Personen auf KMS im alltäglichen, betriebspraktischen Einsatzkontext einer mobilen

Maschine. Wechselwirkende Einflussfaktoren eines Arbeitssystems sind zur Gestaltung und verbesserten Entdeckungsleistung erforderlich.

In der dritten Phase konnten bisher eine Tiefbaustelle und ein Metallschrotthandel über jeweils zwei Tage in die Feldstudien einbezogen werden (Abbildung 1). Detaillierte Auswertungen der erhobenen Daten etwa zu Blickbewegungen und Beobachtungen im Arbeitsablauf stehen noch aus. Die Ergebnisdarstellung bezieht sich daher auf Nachbesprechungen im Projektteam im Anschluss an die einzelnen Studien und auf erste Sichtungen der erhobenen Daten.

Die Sicht auf mögliche Gefährdungen und insbesondere Personen im nahen Arbeitsbereich um die mobile Maschine variierte mit den Arbeitsaufgaben und Bedingungen, unter denen sie bearbeitet wurden. Arbeitsaufgaben waren neben dem Fahren in verschiedene Richtungen mit und ohne Last und in verschiedenen Arbeitssituationen das Transportieren, Baggern, Ausgleichen, Werfen und Komprimieren mithilfe von Baggerschaufeln, Gabelzinken und Greifern. Deutlich wurde beispielsweise, dass Maschinenführerinnen und -führer insbesondere mit Ladung den Blick vorrangig auf dem Anbaugerät behalten und auf Spiegel oder KMS allenfalls kurz blicken können. Beim Transportieren mit drehendem Oberwagen und pendelndem Anbaugerät ist es nahezu unmöglich, den Überblick über Personen zu behalten, insbesondere da sich Personen im Arbeitsbereich auch bewegen. Insgesamt war die summierte Verweildauer von Blicken auf dem KMS relativ zur Direktsicht über die gesamte Arbeitsschicht betrachtet sehr gering, da auf das KMS nur sehr kurz gesehen wurde.

Zu den arbeitsorganisatorischen Bedingungen der Aufgabenbearbeitung zählten Kontaktaufnahmen und Abstimmungen mit Kolleginnen und Kollegen im Arbeitsbereich einer mobilen Maschine, gegenseitige Sichtkontakte insbesondere bei Bewegungen des Unterwagens, Oberwagens und Anbauteilen eines Baggers, das Tragen von Warnwesten und die Reinigung von Monitoren und Kameras der KMS. Eingewiesene Kolleginnen und Kollegen als Fachkräfte gingen an einem Mobilbagger meist in einem größeren Bogen vorbei und näherten sich dem Mobilbagger für Kontaktaufnahmen von vorne links, da von dort möglichst früh Blickkontakt mit Maschinenführerinnen und -führern hergestellt werden konnte. Berichtet wurde, dass unter allen Fachkräften eines Arbeitsbereichs geteilte Wahrnehmungswelten dadurch gefördert wurden, dass Möglichkeiten und Grenzen von Sicht aus dem Mobilbagger und bei Arbeiten nahe dem Bagger für unterschiedliche Aufgaben in praktischen Szenarien gegenseitig erfahrbar gemacht wurden. Da Monitore und Kameras von KMS und andere Anzeigen in der Kabine eines Mobilbaggers schnell einstauben, wurde die Wahrnehmung dargestellter Informationen beeinträchtigt.

Die Bedingungen des Arbeitsraums und Arbeitsplatzes wurden für die Aufgaben angepasst. Das geschah beispielsweise durch das Einstellen von Sitzen, Spiegeln und KMS im seltenen Fall eines Fahrertauschs. Beim mobilen Umschlagbagger konnten Bedingungen für Direktsicht auch durch die höhenverstellbarere Kabine angepasst werden. Die Bauform der Mobilbagger, die eingesetzten KMS und die Aufgaben der Maschinenführerinnen und -führer unterschieden sich und führten zu einer hohen Variabilität der Sichtanforderungen [18]. Wesentliche



Abbildung 1: Mobilbagger auf Tiefbaustelle

Unterschiede in der Bauform zeigten sich im Einsatz eines kompakten Mobilbaggers mit kurzem Kontergewicht auf der Tiefbaustelle (Abbildung 1) und eines mobilen Umschlagbaggers mit höhenverstellbarer Kabine im Metallschrotthandel. Bei beiden Baggern ragte das Kontergewicht nach hinten nicht über die Hinterräder bzw. die Abstützungen bei gerader Stellung des Oberwagens auf dem Unterwagen hinaus und reduzierte dadurch konstruktionsbedingt das Risiko für Anfahrunfälle durch Drehbewegungen des Baggers. Allerdings ragte das Kontergewicht bei ca. 45°-Stellung des Ober- über dem Unterwagen etwas heraus und konnte eine Gefährdung für Kolleginnen und Kollegen darstellen, die bei Drehbewegungen des Baggers in seitlicher Nähe arbeiten. Die KMS als Arbeitsmittel unterschieden sich bei den Feldstudien nach Größe, Ausrichtung und Darstellung von Inhalten und beeinflussten die Sichtbedingungen. Die KMS waren unterschiedlich ausgelegt, indem Splitscreen-Darstellungen für Rück- und Seitenansicht auf einem Monitor im Querformat nebeneinander und auf dem anderen im Hochformat übereinander angeordnet waren. Dadurch und durch verschiedene Kamerawinkel der jeweiligen KMS unterschieden sich auch die Personendarstellungen auf den Monitoren.

Bedingungen der Arbeitsumgebung variierten im Zeitverlauf häufig bezogen auf das Vorhandensein und die Anzahl von Personen im näheren Umfeld der Mobilbagger. Gleichzeitig veränderten sich die Sichtbedingungen für Direktsicht und die Nutzung des KMS-Monitors durch Dämmerung, Nebel und Sonnenschein. Das Entdecken von Personen wurde dann durch geringere Kontraste, durch leicht unscharf wirkende Darstellungen bei vernebelter Sicht sowie Blendung und Reflexionen auf dem Monitor oder Direktblendung bei tiefstehender Sonne gelegentlich beeinträchtigt. Zusätzlich beeinflussten Vibrationen, meist verstärkt durch hohe Transportgewichte und Bodenunebenheiten die Sichtbedingungen bei variierenden Aufgaben [14].

Die vierte Phase im Forschungsprojekt, die Handlungs- und Gestaltungsanalysen, führt einerseits Ergebnisse aus bisherigen Phasen zusammen und gibt andererseits Empfehlungen zur Gestaltung, Auslegung und Integration von KMS für mobile Maschinen.

4 Ausblick

Anders als in geplanten Labor- oder Simulationsstudien treten bei Feldstudien unterschiedliche Bedingungen auf, die kaum kontrolliert werden können. Feldstudien machen es dadurch möglich, explorativ die Vielfalt von Einflussfaktoren in ihren Wechselwirkungen aufzudecken und zu beschreiben. Dennoch bieten Feldstudien auch Möglichkeiten, den Einsatz von KMS unter typischen und wiederkehrenden Arbeitsbedingungen zu untersuchen (z. B. Sicht auf Monitore von KMS während Rückwärtsfahrten) und erlauben auch allgemeine Aussagen zu KMS unter betriebspraktischen Einsatzbedingungen (z. B. Sichtdauer auf KMS relativ zu Direktsicht).

Erste Beobachtungen aus Feldstudien weisen eine hohe Übereinstimmung mit Ergebnissen der CWA [15; 17] auf und bestätigen auch die Wahl der systematisch variierten Untersuchungsbedingungen für die Simulationsstudie [16; 19]. Die noch ausstehenden Feldstudien lassen erwarten, dass

- weitere Faktoren offensichtlich werden, die auf die Entdeckungsleistung einwirken,
- weitere typische und wiederholt auftretenden Arbeitsprozesse identifiziert und analysiert werden und
- weitere Hinweise für praktisch relevante Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen für die Gestaltung, die Integration und den Einsatz von KMS zur Verbesserung der Entdeckungsleistung und damit eine sichere und gesunde Nutzung von KMS in mobilen Maschinen gegeben werden.

Bisherige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt machen deutlich, dass Vorgaben zur Auslegung von KMS allein zu Mindesthöhen von 7 mm für Personen nicht geeignet sind, um ein sicheres Entdecken auf Monitoren von KMS zu gewährleisten. Darauf weisen die Systemanalysen [15; 17] und die Simulationsanalysen [16; 19] hin. Mit ersten Beobachtungen der Feldanalysen [18] wurde deutlich, dass die Aufgabendynamik im Feld lediglich kurze Blicke auf einen Monitor eines KMS möglich macht, während gleichzeitig Bedingungen, unter denen diese Aufgaben bearbeitet werden müssen, die Sichtbedingungen deutlich einschränken. Für die vierte Phase des Forschungsprojekts, die Handlungs- und Gestaltungsanalysen, werden einerseits Ergebnisse aus bisherigen Phasen zusammengeführt und andererseits Empfehlungen zur Gestaltung, Auslegung und Integration von KMS für mobile Maschinen gegeben.

Danksagung

Die ETH Zürich bedankt sich für die Förderung durch die DGUV unter dem Kennzeichen FF-FP-0472. Besonderer Dank gilt auch beteiligten Unfallversicherungsträgern und den Unternehmen mit ihren Beschäftigten auf Baustellen und in Betriebsstätten während der Feldstudien.

Literatur

[1] Brinck, J.: Sicht: Unfallstatistik/-auswertung. Vortrag auf dem Workshop Netzwerk Baumaschinen, Zeppelin AG und BG BAU. BG BAU, München, 22.–23.04.2024

[2] DGUV Test: Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von sicherheitsrelevanten Assistenzsystemen an Maschinen und Nutzfahrzeugen

(GS BAU 70). DGUV Test, Prüf- und Zertifizierungsstelle, Fachbereich Bauwesen, München (2022)

[3] DGUV Vorschrift 38: Unfallverhütungsvorschrift Bauarbeiten. BG BAU, Berlin (2019)

[4] DIN EN ISO 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. DIN-Media, Berlin (2016)

[5] DIN EN ISO 16001: Erdbaumaschinen – Objekterkennungssysteme und Sichthilfsmittel – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren. DIN-Media, Berlin (2018)

[6] Jegen-Perrin, N.; Lux, A.; Wild, P.; Marsot J.: Preventing plant-pedestrian collisions: Camera & screen systems and visibility from the driving position. International Journal of Industrial Ergonomics 53 (2016), 284–290 [doi.org/10.1016/j.ergon.2016.02.003]

[7] Koppenborg, M.; Nickel, P.; Huelke, M.; Lungfiel, A.: Nutzung von Kamera-Monitor-Systemen bei Hydraulikbaggern. BauPortal 3 (2016), 35–37

[8] Menozzi, M.; Nickel, P.: Erforderliche Mindesthöhe auf Bildschirmen von Kamera-Monitor-Systemen zur Entdeckung von Personen unter realitätsnahen Manövrierbedingungen bei mobilen Maschinen. Posterpräsentation zum DGUV Fachgespräch Assistenzsysteme für die Unfallprävention „Sicherheit mobiler On- und Off-Road-Arbeitsmaschinen, Nutz- und Schienenfahrzeuge“, Dresden, 24.–25.05.2022

[9] Nickel, P.; Qi, S.; Menozzi, M.: Anforderungen an die Informationsverarbeitung zur Entdeckung von Personen auf Kamera-Monitor-Systemen (KMS) mobiler Maschinen. In: DGUV (Hrsg.), DGUV Report 1/2023. 8. DGUV Fachgespräch Ergonomie 2022 – Zusammenfassung der Vorträge vom 6./7. Dezember 2022. Berlin (2023), S. 172–176

[10] Nickel, P.; Qi, S.; Menozzi, M.: Design requirements related to human information processing for detecting people on camera-monitor systems (CMS) of mobile machines. In: Malm, T. (ed.), Proceedings of the Conference on „Safety of Industrial Automated Systems – SIAS 2024“ (ch. 10/1-10/7) Tampere: Suomen Automaatioseura ry (SAS) – Finnish Society of Automation (FSA), Tampere, June 12-13, 2024

[11] NWBM: Kamera-Monitor-Systeme. Sinnvoll und sicher nachrüsten. Tipps zum Einbau von Kamera-Monitor-Systemen (KMS) – Leitfaden für Unternehmer, Fachhändler und Montagewerkstätten. Netzwerk Baummaschinen der Offensive Gutes Bauen, Kassel (2019)

[12] Naikar, N.: Work domain analysis. Concepts, guidelines, and cases. CRC Press, Boca Raton (2013) [https://doi.org/10.1201/b14774]

[13] Proctor, R. W.; van Zandt, T.: Human factors in simple and complex systems. CRC Press, Boca Raton (2018) [https://doi.org/10.1201/9781315156811]

[14] Qi, S.; Menozzi, M.; Wascher, E.: Effect of simulated vibration and noise exposure on human contrast sensitivity function. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.), Nachhaltig Arbeiten und Lernen – Analyse und Gestaltung lernförderlicher und nachhaltiger Arbeitssysteme und Arbeits- und Lernprozesse (B.6.12, 1-6). GfA-Press, Dortmund (2023)

[15] Qi, S.; Menozzi, M.; Nickel, P.: Untersuchung der erforderlichen Abbildgrößen von Personen auf Kamera-Monitor-Systemen mobiler Maschinen: Erste Ergebnisse einer kognitiven Arbeitsanalyse. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.), Arbeitswissenschaft in-the-loop: Mensch-Technologie-Integration und ihre Auswirkung auf Mensch, Arbeit und Arbeitsgestaltung“ (D.1.3, S. 1-6). GfA-Press, Sankt Augustin, 2024 [https://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de//inhalt/dokumente/70_fruehjahrskongress_gfa.zip]

[16] Qi, S.; Nickel, P.; Menozzi, M.; Menon, C.: Improving visibility aids in mobile machine operation: A simulator study on mental load and detection performance. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.), Arbeit 5.0: Menschzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit (630–635). GfA-Press, Sankt Augustin, 2025 [https://doi.org/10.61063/FK2025 978-3-936804-34-8]

[17] Qi, S.; Nickel, P.; Menozzi, M.: Closing the visibility gap: From work domain analysis to design requirements for camera monitor systems in mobile machinery. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries (HFM) 36 (2, 2026), e70035 (14 pp.) [https://doi.org/10.1002/hfm.70035]

[18] Qi, S.; Nickel, P.; Lungfiel, A.; Menozzi, M.; Menon, C.: Seeing safety in the field: Analytics of visibility-aid use in heavy machinery operation. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.), Menschengerechte Arbeitsgestaltung (S. 797-802). GfA-Press, Sankt Augustin (2026) [https://doi.org/10.61063/FK2026]

[19] Qi, S.; Nickel, P.; Menozzi, M.; Menon, C.: Pedestrian detection with camera-monitor systems on mobile machinery under divided attention: A dynamic multitask approach. (under review)

[20] Rasmussen, J.; Pejtersen, A. M.; Goodstein, L. P.: Cognitive Systems Engineering. Wiley, New York (1994)

[21] Tattersall, A. J.; Foord, P. S.: An experimental evaluation of instantaneous self-assessment as a measure of workload. Ergonomics 39 (1996), 740–748

DGUV Barometer Arbeitswelt: Analyse der Belastungen – Stellschrauben für die Prävention

Annekatrin Wetzstein, Anna-Maria Hessenmöller
DGUV Akademie

Die DGUV hat im Frühjahr 2025 eine repräsentative Online-Befragung zum Thema Belastungen und Unfallrisiken in der Arbeitswelt durchgeführt. Über alle Branchen hinweg zeigt sich, dass psychische und organisatorische Risikofaktoren für Gesundheit und Unfallgeschehen vorne liegen.

1 Hintergrund

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) erfasst jährlich mit detaillierten Datenanalysen die Trends im Unfallgeschehen. Diese Zahlen und Daten zu Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten liefern wichtige Informationen über den Stand des Arbeitsschutzes in Deutschland. Allerdings beziehen sie sich auf vergangene Ereignisse und geben nur bedingt Auskunft darüber, wie der Arbeitsschutz in der Praxis umgesetzt wird. Auch die innerbetrieblichen Einstellungen zu konkreten (Schutz-) Maßnahmen und Entwicklungen, die die Arbeitsbedingungen beeinflussen (wie Arbeitsmarkttrends, die wirtschaftliche Gesamtsituation), lassen sich aus den Unfallzahlen nur schwer ableiten.

Um diese Lücke zu schließen, führte das Institut Forsa im Auftrag des Spitzenverbands der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen, DGUV, eine repräsentative Online-Befragung unter Erwerbstätigen in Deutschland durch. Vom 28.02. bis 07.03.2025 wurden insgesamt 2.018 Erwerbstätige, darunter 578 Führungskräfte und Unternehmensleitungen, in Betrieben mit mindestens zwei Beschäftigten befragt.

Im Einzelnen wurde untersucht, welche Belastungen und Unfallrisiken im Arbeitsalltag bestehen, wie in den Unternehmen damit umgegangen wird und welche Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Beschäftigten und zur Vermeidung von Unfallrisiken getroffen bzw. angeboten werden.

2 Herausforderungen für Unternehmen und am Arbeitsplatz

Um ein umfassendes Bild der aktuellen Situation und der Veränderungen in der Arbeitswelt zu erheben, wurden die Erwerbstätigen nach den größten wirtschaftlichen Herausforderungen für ihre Unternehmen und Institutionen befragt. Die Ergebnisse verdeutlichen nicht nur die Sorgen der Beschäftigten, sondern auch deren Auswirkungen auf ihren Arbeitsalltag.

Als größte wirtschaftliche Herausforderungen für ihr Unternehmen beziehungsweise ihre Institution sehen die Erwerbstätigen den Personal- und Fachkräftemangel (59 %) sowie ein Übermaß an Bürokratie und Vorschriften (50 %). 39 % nennen die Inflation und steigende Betriebskosten, jeweils 28 % einen hohen Krankenstand und die Herausforderungen durch die Digitalisierung. Für 25 % sind derzeit Nachfrageeinbrüche eine größere Herausforderung für ihr Unternehmen. Den internationalen Wettbewerb und Lieferkettenprobleme nennt jeweils ein Zehntel als bedeutende Herausforderung.

3 Arbeitsklima und Arbeitsbelastung

Mit Blick auf mögliche Veränderungen im Arbeitsalltag in den letzten beiden Jahren haben die befragten Erwerbstätigen vor allem einen höheren Zeitdruck bei der Erledigung ihrer Aufgaben festgestellt (51 %). 43 % berichten von einem gereizteren Klima unter den Kolleginnen und Kollegen. 29 % beobachten eine sinkende Bereitschaft unter der Belegschaft, über Fehler zu sprechen. Dass die Gesundheit und Arbeitssicherheit der Beschäftigten häufiger anderen Aspekten in Unternehmen untergeordnet würden, meinen 22 %.

Ein Fünftel (21 %) der Erwerbstätigen hat im eigenen Arbeitsalltag keine der genannten Veränderungen festgestellt.

Wenig Unterschiede im Hinblick auf den wahrgenommenen Wandel zeigen sich zwischen Führungskräften und Erwerbstätigen ohne Führungsverantwortung.

4 Psychische Belastung im Fokus

Um den Trend einer zunehmenden psychischen Belastung besser zu verstehen, der von den Befragten unter anderem durch den steigenden Zeitdruck beschrieben

wird, wurden in der Befragung sechs zentrale Belastungsfaktoren erfasst. Diese Faktoren orientieren sich an den Empfehlungen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA), die diese sechs Belastungsfaktoren als besonders relevant herausgearbeitet hat. So werden auf die Frage, welchen Belastungen die Erwerbstätigen am eigenen Arbeitsplatz ausgesetzt sind, am ehesten (46 %) Belastungen durch die Arbeitsorganisation genannt (etwa häufige Störungen, hohe Arbeitsintensität, unklare Zuständigkeiten). Jeweils rund ein Drittel ist auch Belastungen durch die Arbeitsinhalte und -aufgaben (33 %) sowie Belastungen in den sozialen Beziehungen am Arbeitsplatz (30 %) ausgesetzt. Jeweils ein Viertel fühlt sich am eigenen Arbeitsplatz durch die Arbeitszeitgestaltung und die Arbeitsumgebung belastet. Belastungen im Hinblick auf die Arbeitsmittel nennen nur 7 %. Neben der psychischen Belastung wurde auch die körperliche Belastung erfasst. Sie wird von 20 % als aktuell relevant eingeschätzt (Abbildung 1).

Die Beschäftigten wurden nicht nur zu den aktuellen Belastungen am Arbeitsplatz befragt, sondern auch dazu, welche Faktoren ihrer Meinung nach das Unfallrisiko erhöhen. Unter den Faktoren, die das Unfallrisiko am eigenen Arbeitsplatz erhöhen, nennen die Beschäftigten ebenfalls eine hohe Arbeitsbelastung und Zeitdruck (50 %). 32 % geben in diesem Zusammenhang Überstunden aufgrund von Personalmangel an, 27 % unzureichende Information und Kommunikation, 25 % fehlende Erholungszeitungen bzw. Pausen (vor allem Beschäftigte im Gesundheits- und Erziehungswesen) und 24 % ein schlechtes Betriebsklima. Alle anderen Faktoren werden jeweils von weniger als 20 % der Beschäftigten genannt.

Natürlich gibt es auch hier in manchen Branchen Ausnahmen. Hitze und Kälte werden zum Beispiel am Bau und in der Verkehrsbranche deutlich häufiger als wichtiger Faktor für das Unfallrisiko genannt. Über alle Branchen hinweg besteht aber Einigkeit, dass psychische und organisatorische Risikofaktoren vorne liegen (Abbildung 2).

Welchen der folgenden Belastungen sind Sie an Ihrem Arbeitsplatz zurzeit ausgesetzt? (Mehrfachnennung möglich)

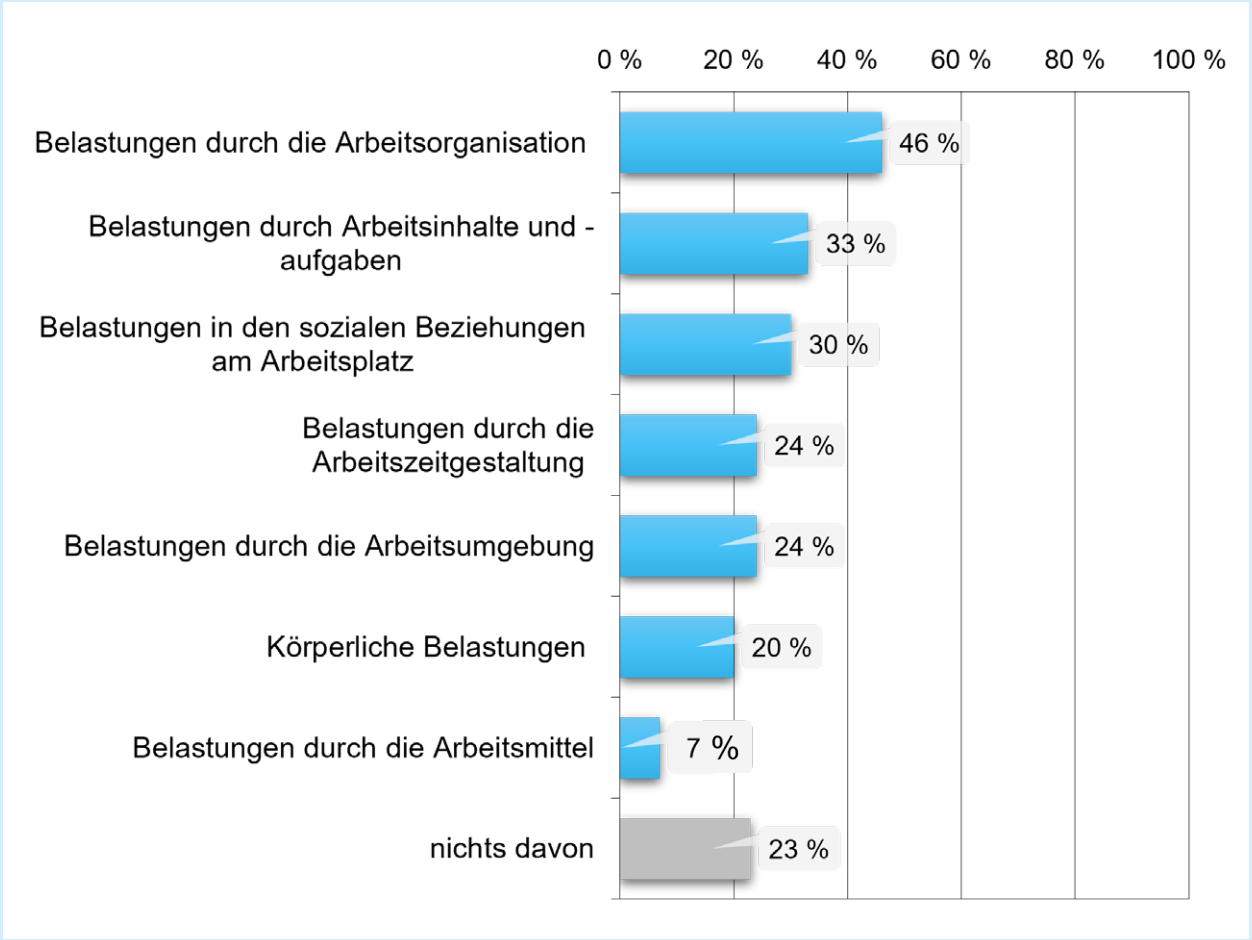


Abbildung 1: Belastungen am Arbeitsplatz

Welche der folgenden Faktoren erhöhen Ihrer Meinung nach aktuell das Unfallrisiko an Ihrem Arbeitsplatz? (Mehrfachnennung möglich)

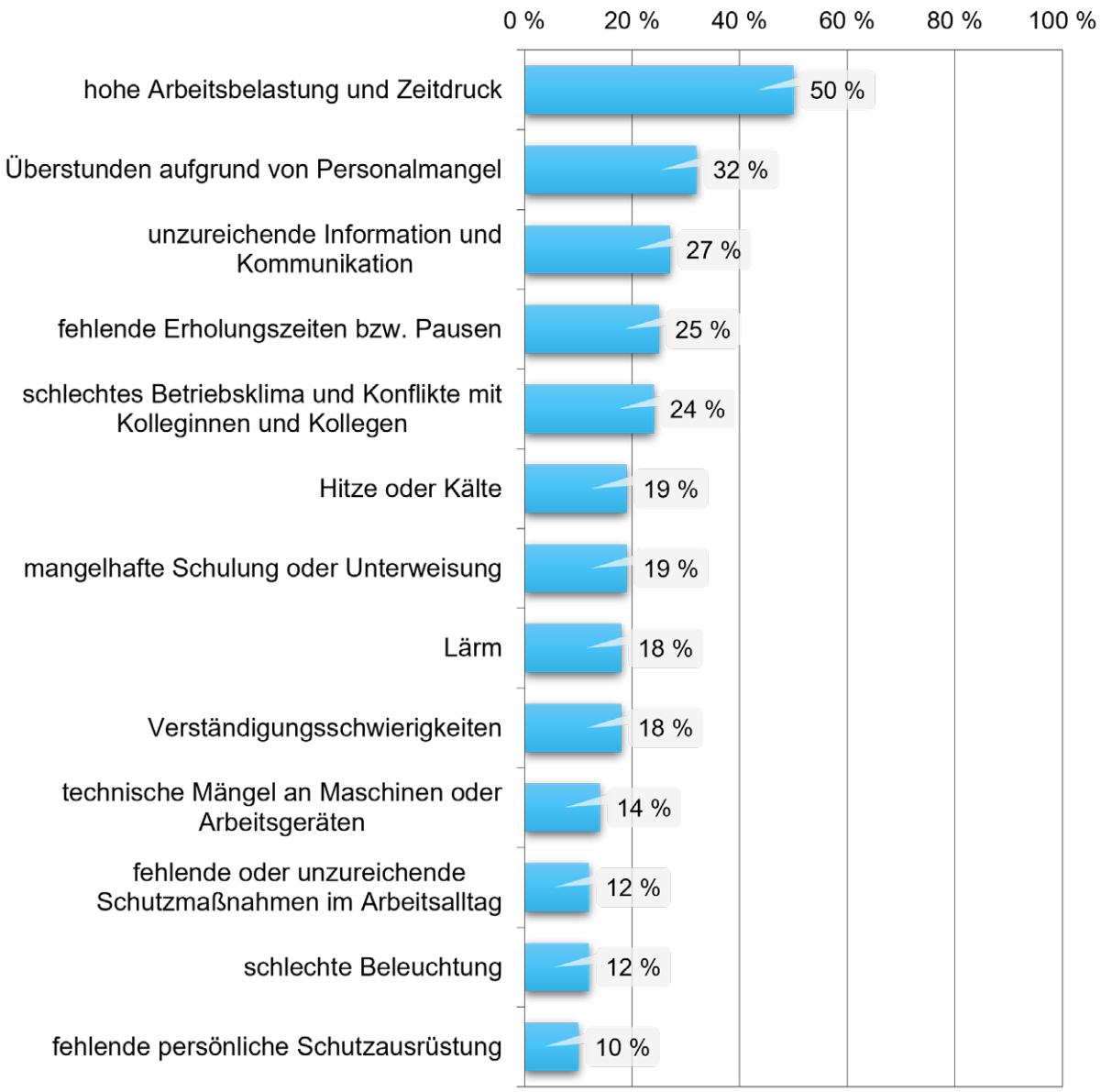


Abbildung 2: Faktoren, die das Unfallrisiko erhöhen

5 Trends und Risiken der Zukunft

Um auch einen Blick in die Zukunft zu werfen, wurden die Erwerbstätigen gebeten, die Risiken einzuschätzen, die in ihren Unternehmen bzw. Institutionen in Bezug auf Sicherheit und Gesundheit zunehmen könnten. Diese Einschätzungen geben wertvolle Hinweise darauf, welche Herausforderungen in den kommenden Jahren verstärkt in den Fokus rücken könnten.

Aus Sicht der Erwerbstätigen werden künftig vor allem zwei davon zunehmen: Risiken durch erhöhte psychische Belastung (62 %) und Risiken durch veränderte Altersstrukturen (53 %). Knapp ein Drittel (30 %) sieht auch steigende Sicherheits- und Gesundheitsrisiken durch Informationsverluste. Bei allen anderen Sicherheits- und Gesundheitsrisiken geht jeweils weniger als

Welche Risiken mit Blick auf Sicherheit und Gesundheit werden Ihrer Meinung nach in Ihrem Unternehmen/Ihrer Institution in Zukunft zunehmen? (Mehrfachnennung möglich)

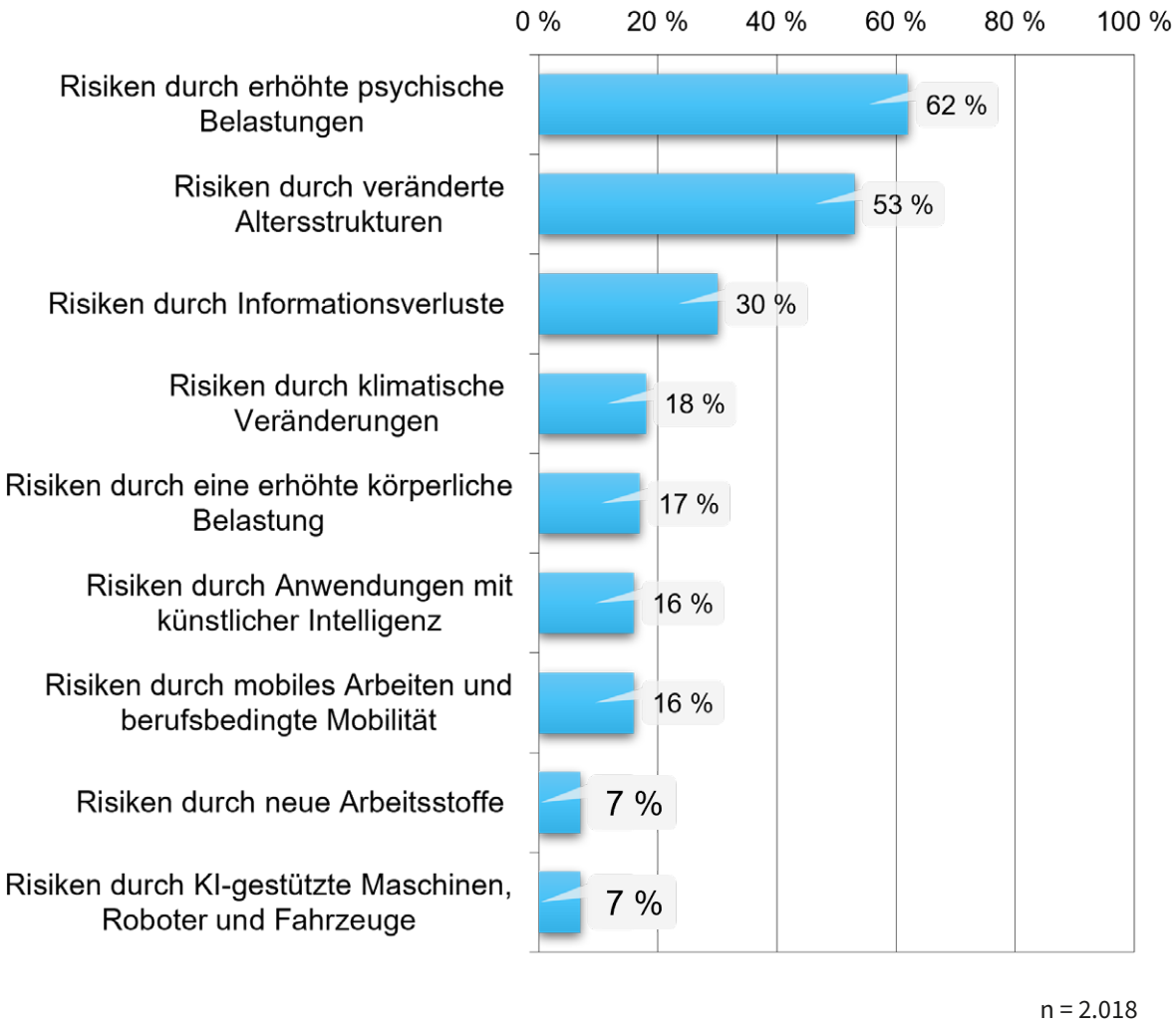


Abbildung 3: Risiken der Zukunft

ein Fünftel der Beschäftigten davon aus, dass diese in Zukunft im eigenen Unternehmen zunehmen werden (Abbildung 3).

Auch hier zeigen sich Unterschiede in der Bewertung der Risiken in Abhängigkeit der Branche. Beschäftigte im Baugewerbe und Verkehr glauben überdurchschnittlich häufig, dass Risiken durch klimatische Veränderungen (Hitze, UV-Strahlen, Unwetterereignisse) im eigenen Unternehmen zunehmen werden. Steigende Risiken durch Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz erwarten im eigenen Unternehmen vor allem Beschäftigte im Finanz- und Versicherungssektor.

6 Stellschrauben für die betriebliche Prävention

Die betriebliche Prävention ist entscheidend, um die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten langfristig zu gewährleisten. Die Befragungsergebnisse verdeutlichen die Relevanz verschiedener Maßnahmen, die aus Sicht der Erwerbstätigen besonders wichtig sind, um ihre Arbeitsbedingungen nachhaltig zu verbessern.

Weniger als zwei Drittel (61 %) der Befragten mit Führungsrolle geben an, dass in ihrem Unternehmen die gesetzlich vorgegebene Gefährdungsbeurteilung an den

Einmal unabhängig von Ihren persönlichen beruflichen Plänen: Welche der folgenden Maßnahmen würden aus Ihrer Sicht besonders dazu beitragen, dass Sie Ihre derzeitige Arbeitstätigkeit auch noch über viele Jahre gesund und sicher ausüben können? (Mehrfachnennung möglich)

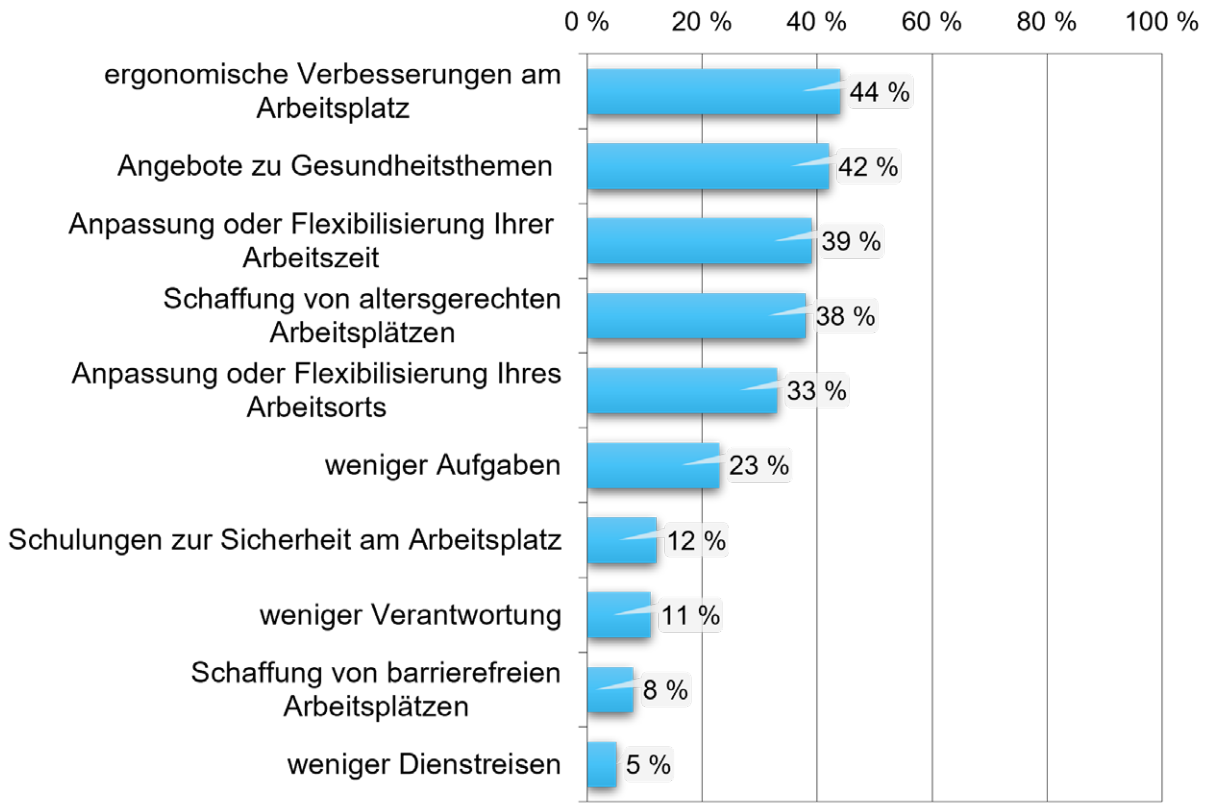


Abbildung 4: Maßnahmen

Arbeitsplätzen durchgeführt wird. Und selbst die, in deren Unternehmen eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wird, geben nur zum Teil an, dass diese auch die psychische Belastung berücksichtigt.

Rund ein Fünftel der Befragten gibt an, von ihrem Arbeitgeber nicht regelmäßig über Risiken am Arbeitsplatz unterwiesen zu werden – je kleiner das Unternehmen, desto häufiger ist dies der Fall.

Nur zwei Drittel der Erwerbstätigen können sich grundsätzlich vorstellen, ihre derzeitige Arbeitstätigkeit bis zum Erreichen des Renteneintrittsalters sicher und gesund auszuüben.

Auf die Frage, welche Maßnahmen dazu beitragen würden, die derzeitige Arbeitstätigkeit auch noch über viele Jahre gesund und sicher ausüben zu können, werden von den Erwerbstätigen vor allem ergonomische Verbesserungen am Arbeitsplatz (44 %), Angebote zu Gesundheitsthemen (42 %), eine Anpassung oder Flexibilisierung ihrer Arbeitszeit (39 %) sowie eine Schaffung von altersgerechten Arbeitsplätzen (38 %) genannt. Für 33 % ist eine Anpassung oder Flexibilisierung ihres Arbeitsorts, wie beispielsweise die Möglichkeit zum Arbeiten im Homeoffice, wichtig. 23 % wünschen sich generell weniger Aufgaben, 12 % Schulungen zur Sicherheit am Arbeitsplatz und 11 % weniger Verantwortung, um ihre derzeitige Arbeitstätigkeit langfristig ausüben zu können (Abbildung 4).

Ausführliche Informationen finden sich hier:

DGUV Barometer Arbeitswelt 2025 – Arbeitswelt im Wandel: https://publikationen.dguv.de/uebergreifende-themen/5099/dguv-barometer-arbeitswelt-2025-arbeitswelt-im-wandel

VR-SRF-Simulationsschulungstools für das ENTRAPon-Projekt

Erstellung einer Stadtumgebung für Post- und Paketzustellende in virtueller Realität (VR) zur Ergänzung des „BGHW-Lagersimulators“ in Schulungsanwendungen zur Prävention von Sturzunfällen durch Stolpern, Rutschen und Fehltreten (SRF)

Jan Zimmermann, Andy Lungfiel, Albert Bohlscheid, Peter Nickel
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Kurzfassung

Stürze von Beschäftigten durch Stolpern, (Aus-)Rutschen und Fehltritte (SRF) sind ein Unfallschwerpunkt sowohl im beruflichen als auch im privaten Umfeld. Im Bereich des Arbeitsschutzes können Beschäftigte im beruflichen Kontext für Gefährdungen und deren Folgen sensibilisiert und zu sicherem Verhalten motiviert werden. Für das durch die DGUV geförderte Projekt ENTRAPon (FP470) wird dieses „alte Thema“ mit neue Technologien – Virtual Reality (VR) – vermittelt, um das Interesse an der Problematik neu zu wecken. Die Entwicklung eines VR-Simulationsschulungstools wird anhand eines strukturierten Gestaltungsansatzes vorgestellt. Damit werden sowohl Beispielszenarien aus Unternehmen der Stahlerzeugung als auch der Post- und Paketzustellung aufgegriffen und mithilfe von VR-Techniken dargestellt. Informationen zum Entwicklungsprozess der VR-Anwendung und Erfahrungen aus der Benutzung des Simulators und der Simulation in VR durch verschiedene Stakeholder werden vorgestellt und diskutiert.

1 Einführung

Stürze durch Stolpern, (Aus-)Rutschen und Fehltritte (SRF) stellen einen bedeutenden Unfallschwerpunkt sowohl im beruflichen als auch im privaten Umfeld dar (vgl. [2]). Nationale und internationale Statistiken zeigen, dass etwa ein Fünftel aller Unfälle auf SRF zurückzuführen sind. SRF-Unfälle haben dadurch eine hohe Priorität in der Unfallprävention und erfordern die Entwicklung von Arbeitsschutzmaßnahmen auf allen Ebenen (vgl. [2]). Neben baulichen Mängeln wie rutschigen Böden oder Stolperfallen liegen Ursachen auch häufig in Verschmutzungen und herumliegenden Gegenständen, die leicht vermieden werden könnten (vgl. [2]). Das Problem selbst ist nicht neu, ganz im Gegenteil. Ordnung und Sauberkeit sind bekannte Arbeitsschutzmaßnahmen (vgl. [2]), die aber nicht pauschal und in jedem Fall ihre Wirkung entfalten können. Im Bereich des Arbeitsschutzes können Beschäftigte für Gefährdungen und deren Folgen sensibilisiert und zu sicherem Verhalten motiviert werden.

Für das DGUV-Forschungsförderungsprojekt ENTRAPon (FP470), das sich der Entwicklung neuer Trainingselemente zur Prävention von SRF-Unfällen widmet, werden Gefährdungen durch SRF wie auch Maßnahmen der Prävention mit neuen Technologien – Virtual Reality (VR) – vermittelt. Die Entwicklung des VR-Simulationsschulungstools zur SRF-Unfallprävention wird anhand eines strukturierten Gestaltungskonzepts aus „Human Factors“ vorgestellt. Das Design der VR-Anwendung und die Auswahl passender VR-Techniken beruhen auf einer für die Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) entwickelten „Lagersimulation“ (vgl. [2]). Diese Simulation wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes in den Anwendungsbereich einer virtuellen „Stadtumgebung“ übertragen und erweitert. Die bisherige Simulationsumgebung und die nun neu entwickelte lenken die Aufmerksamkeit der Beschäftigten auf ausgewählte, geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von SRF-Unfällen im Kontext der jeweiligen Beschäftigungsgebiete.

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) hat die neue VR-Schulungssimulation in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie der Ruhr-Universität Bochum und dem Arbeitsbereich Ergonomie und Virtuelle Realität am Rhein-Ahr-Campus der Hochschule Koblenz erarbeitet.

1.1 SRF-Prävention

Die Prävention von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit orientiert sich hauptsächlich an der international etablierten Maßnahmen-Hierarchie (STOP-Prinzip)

(vgl. [2]). Grundsätzlich gilt, dass Maßnahmen auf den beiden oberen Ebenen (Substitution, Technik), sobald sie umgesetzt sind, SRF-Gefährdungen für viele und auch zukünftige Beschäftigte und Passanten wirksam beseitigen oder reduzieren (vgl. [2]).

Maßnahmen der unteren Ebene tragen ebenfalls zum Schutz der betroffenen Personen bei und ihre Wirkung als zusätzliche oder ergänzende Vorkehrung ist für die Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit von großem Wert. Zur Hierarchie gehören organisatorische Maßnahmen, manchmal auch als gute Haushaltsführung bezeichnet (vgl. [2]), und personale Maßnahmen wie persönliche Schutzausrüstung und die Teilnahme an Verhaltenstrainingsprogrammen zur Verbesserung des sicheren Verhaltens (vgl. [2]).

1.2 Benutzung von VR-Techniken im Arbeitsschutz, insbesondere in der SRF-Prävention

VR-Techniken haben eine lange Tradition und einen festen Platz in der Unterstützung von Instruktionsdesign, Qualifizierung und Training (vgl. [2]). Das Gestalten von VR-Simulationsumgebungen nach Erkenntnissen der Bildungswissenschaften unterstützt Mensch-System-Interaktionen und bildet eine Brücke zu Instruktionsdesign und Konstruktivismus (vgl. [2]). Lernende konstruieren Wissen eher aktiv durch Interaktionen, als dass sie Informationen passiv aufnehmen. Wissen entsteht nicht durch die Verwaltung von Informationen, sondern im adaptiven Prozess, der die Erfahrungsumgebung des Lernenden organisiert.

Es ist nach wie vor beliebt, VR-Techniken in Schulungen auch zur SRF-Prävention, d. h. durch verhaltensbasierte Präventionsmaßnahmen, anzuwenden (vgl. [2]). Sie bieten potenzielle Lösungen, indem sie das Engagement und das Verständnis der Bildungsteilnehmenden durch erfahrungsbasiertes Lernen in sicherheitsrelevanten Szenarien fördern (vgl. [2]). Darüber hinaus können Teilnehmende mit besonderer Vorsicht gefährlichen virtuellen Umgebungen ausgesetzt werden, während das Risiko eines tatsächlichen körperlichen Schadens eher gering bleibt (vgl. [2]). Einige der Studien zeigen, dass es keineswegs einfach sondern eher aufwändig ist, geeignete VR-Techniken mit Softwareanwendungen zu entwickeln und in Trainingsumgebungen zu implementieren (vgl. [2]). Aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse und Erfahrungen mit dem Einsatz von VR-Simulationen wurde in den letzten Jahren ein Human-Factors-Konzept zur strukturierten Entwicklung virtueller Umgebungen (SDVE) nach Eastgate [6] entwickelt und in verschiedenen Anwendungsbereichen erfolgreich eingesetzt (z. B. (vgl. [2]), [1], [7]).

1.3 Human Faktors Konzept zur strukturierten Entwicklung virtueller Umgebungen

Es wird davon ausgegangen, dass eine anwendungsbezogene Qualifizierung von Beschäftigten für die Prävention von SRF-Unfällen förderlich ist. Das Human-Factors-Konzept zur strukturierten Entwicklung virtueller Umgebungen (SDVE, (vgl. [2])) nach Eastgate [6] wird verwendet, um in einem iterativen Prozess eine zielgerichtete virtuelle Anwendungsumgebung zu entwickeln, die zur SRF-Unfallprävention beiträgt. Dazu folgt SDVE den im Folgenden dargestellten Phasen.

Definition: Das Vorhaben des Projekts wird festgelegt. Ziele der Anwendung sind, Beschäftigte für die Prävention von SRF-Unfällen am Arbeitsplatz zu sensibilisieren, sie zur Teilnahme zu motivieren und ihnen konstruktive Wege für ihr eigenes Handeln aufzuzeigen. Potenzielle Präventionsmaßnahmen und das gewählte Instruktionsdesign der Anwendung sollen Beschäftigte aus allen Arbeitsbereichen ansprechen, also generisch und spezifisch für die jeweilige Domäne sein.

Anforderungsanalyse: Analysen konzentrieren sich auf Aufgaben und beteiligte Stakeholder. Sowohl das Arbeitsumfeld der Beschäftigten als auch typische Gefährdungen aus ihrem Berufsalltag werden betrachtet. Stakeholder-Analysen beziehen sowohl die Benutzer der Anwendung als auch die Personen, die die technische Ausrüstung einrichten und warten, ein. Zudem sollten die Benutzer vor, während und nach der Nutzung der Lernanwendung angesprochen, angeleitet und in den Interaktionsprozess einbezogen werden.

Spezifikation und Integration der Mensch-System-Interaktion: Die Mensch-System-Interaktion ist ein wesentlicher Bestandteil des Bildungskontextes, um die Ziele der Anwendung zu unterstützen. Die Interaktionsprozesse werden durch spezifische Szenarien und Storyboards für den didaktischen Kontext definiert. Diese können auch potenzielle Grenzen für didaktische Anforderungen sowie Möglichkeiten oder Freiräume für zusätzliche didaktische Inhalte aufzeigen.

Entwicklung der VR-Simulationsumgebung: Die Hardware-Spezifikationen und die Software-Entwicklung sind zentrale Elemente dieser Phase. Die technischen Entwicklungen sind eng an den Szenarienspezifikationen und dem Storyboard orientiert. Der Entwicklungsprozess bietet auch alternative Lösungen und Verbesserungen in der Mensch-System-Interaktion für das Instruktionsdesign.

Implementierung als didaktische Anwendung: In dieser Umsetzungsphase werden Instruktionsdesign und entwickelte VR-Simulationsumgebung so kombiniert, dass zielorientierte Interaktionen zwischen Menschen und technischem System möglich sind.

Bewertung der Ziele: Eine abschließende Evaluation überprüft die Auswirkungen der didaktischen Anwendung in der Praxis und zeigt die Zielerreichung der Anwendung nach SDVE-Konzept auf.

2 Technische Umsetzung und Design der VR-Anwendung

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Anwendung der „ENTRAPon Stadtumgebung" werden nach SDVE-Phasen dargestellt und sind dem Vorgehen der Entwicklung des BGHW-Lagersimulators ähnlich [7].

2.1 Definition

Ziel des Simulationsschulungstools ist es, das Interesse an der SRF-Prävention am Arbeitsplatz zu wecken und neben Schulungsteilnehmenden der ENTRAPon-Studie auch andere potenzielle Interessierte aus dem Bereich der Post- und Paketzustellung für Inhalte der Präventionsmaßnahme zu sensibilisieren. Die Zielgruppe wurde durch eine bereichsspezifische VR-Simulationsumgebung mit geeigneten Maßnahmen zur Verhütung von SRF-Unfällen und mit Unterweisungsdesigns erreicht und angesprochen. Die generisch gestaltete Struktur der Anwendung ermöglicht ein Übertragen auf andere Anwendungsbereiche und damit ein noch breiteres Spektrum an Unternehmen und Branchen.

2.2 Anforderungsanalyse

Analysen ergaben drei Stakeholder für die Nutzung der Anwendung: die Studienteilnehmenden des Projekts, die Studiendurchführenden sowie die Instandhaltungsingenieure für die technischen Studienaufbauten. Die Studienteilnehmenden nahmen in der Anwendung „Stadtumgebung“ verschiedene Aufgaben der Post- und Paketzustellungen wahr. Die Studiendurchführenden beaufsichtigten die Benutzung der Anwendungen, vorbereiteten, starteten und stoppten den technischen Betrieb der Anwendung und leiteten die Studienteilnehmenden während der Benutzung der Simulation an. Die Studiendurchführenden führten auch die vorgesehenen Befragungen zur Evaluation durch. Die Instandhaltungsingenieure sorgten für den Auf- und Abbau der Hardware und notwendige Software-Updates.

2.3 Spezifikation und Integration der Mensch-System-Interaktion

Typische Szenarien zu SRF-Unfällen und -Beinaheunfällen waren zunächst zu identifizieren und zu skizzieren, Unfallursachen zu sammeln und zu ordnen. Steakholder machten Vorgaben für die Szenario-Entwicklung in der Simulationsumgebung. Einige Szenarien aus anderen Anwendungsgebieten wurden durch spezifische Gefahrenquellen der Arbeit unter freiem Himmel erweitert. Damit wurden auch wechselnde Witterungsverhältnisse über die Jahreszeiten und durch Verkehr oder Baustellen beeinflusste externe bauliche und situative Gegebenheiten berücksichtigt.

Die Studienteilnehmenden mussten sich in einer städtischen Umwelt (der „Stadtumgebung“) frei bewegen können. Auf ihren Wegen zu Fuß stießen sie auf Hindernisse auf dem Boden, Störungen auf Wegen und andere Gegenstände oder Situationen, die potenzielle Risiken für SRF-Unfälle darstellen. Wenn sie Szenarien mit potenziellem Risiko identifizierten, konnten sie diese ignorieren oder sie auswählen (und dann Handlungsalternativen wählen) und ihren Fußweg fortsetzen. Im letzteren Fall wählten sie zwischen vier Handlungsalternativen, die von der Beseitigung der Gefahr über die Information von Kollegen und Kolleginnen zu den potenziell gefährlichen Situationen bis hin zum Ignorieren des Szenarios und dem Weitermachen reichten. Jede Begegnung mit Gefährdungen in der „Stadtumgebung“ forderte die Beschäftigten zu aktiven Entscheidungen zur Prävention auf, informierte über mögliche Alternativen und erlaubte eine geeignete Wahl.

2.4 Entwicklung der VR-Simulationsumgebung

Entwicklung der VR-Software. Die VR-Simulationsumgebung wurde mit der Software Unity (Unity Technologies, USA) entwickelt. Textinformationen der Anwendung wie Gefährdungsbeschreibungen und Maßnahmen und Konfigurationen wurden in einer zentralen Datei gespeichert, die beim Programmstart erkannt und im Startmenü ausgewählt werden können (Abbildung 1, links).

Wenn eine gefährliche Situation in der Simulationsumgebung vom Benutzer identifiziert wird, kann dieser über ein Auswahlfenster (Abbildung 1, rechts) eine oder mehrere Maßnahmen zur Risikominderung auswählen. Dieses Beispiel zeigt die typische Struktur mit einem Namen der Gefahr, einer Beschreibung mit Bild der Gefahrenquelle und einer Abfrage zur Aktion in dieser Situation. Jedes Menü enthält bis zu vier Antwortoptionen, um auf die Gefahr zu reagieren. Eine Antwort ist das „Ignorieren“ und die weiteren sind typische Maßnahmen zur Risikominderung. Ignorieren ist aus Sicht des Arbeitsschutzes die schlechteste Option, da die Gefahr nicht beseitigt wird, sondern in gleichem Maße bestehen bleibt. Die Studienteilnehmenden sollen am Beispiel erfahren und lernen, dass ihnen immer Möglichkeiten bzw. Maßnahmen zur Risikominderung zur Wahl stehen.

Bei der Gestaltung der Benutzungsoberflächen wurde darauf geachtet, den Interaktionsprozess einfach zu halten, d. h. ohne Animationen oder Punktesysteme für

ausgewählte Optionen. Dadurch konzentrieren sich die Studienteilnehmenden nach der Identifikation von potenziellen Gefahrenszenarien auf die Entscheidungsfindung und Ablenkungen und Überforderungen werden vermieden.

Gestaltung der VR-Hardware. Zur Navigation und Interaktion in der „Stadtumgebung“ wurden verschiedene Interaktionsschnittstellen integriert: Maus und Tastatur oder alternativ auch Head-Mounted-Displays (HMD) wie dem VIVE Pro (HTC Corporation, Taiwan) mit VIVE-Controllern. Die Controller dienten zur Gefahrenauswahl und zur Menübedienung. Realitätsnahes Gehen in den VR-Umgebungen wurde mit einem omnidirektionalen Laufband integriert, das ein Fortbewegen auf den eigenen Beinen und vollständige Bewegungen in 360 Grad ermöglicht (VIRTUALIZER, Cyberith GmbH, Österreich).

2.5 Implementierung der Unterrichtsumgebung

Die neue Lernumgebung wurde für ENTRAPon-Studien in den Räumlichkeiten eines der an der Projektstudie teilnehmenden Unternehmen neben anderen Studienstationen installiert. Alle Trainingselemente der Studie wurden lokal an einem Ort und nahe beieinander benutzt. Das erleichterte die Organisation des Studienablaufs über verschiedene Stationen (Abbildung 2). Zum sicheren Betreten des Virtualizers hilft ein Geländer zum Ein- und Aussteigen als Einstiegshilfe, die den Höhenunterschied zwischen Plattform und Fußboden ausgleicht.

Die „ENTRAPon-Stadtumgebung“ stellt eine Auswahl typischer Arbeitsumgebungen der Branche Post- und Paketzustellung dar. In der Simulationsumgebung können die Studienteilnehmenden auf verschiedene SRF-Gefahrenstellen treffen, die über verschiedene Straßenzüge der Stadtumgebung verteilt sind. Die Gefahrenstellen waren durch die Studienteilnehmenden zu identifizieren und aus einer präsentierten Auswahl von Maßnahmen waren geeignete zu wählen.

2.6 Bewertung der Ziele

Um die Prävention von Beinahe-Unfällen und Unfällen durch SRF zu verbessern, wurde eine VR-Simulationsumgebung speziell für die Post und Paketzustellbranche aufgebaut. Eine erste Evaluation zu Auswirkungen der Lernumgebung in der Praxis aus der ENTRAPon-Studie zeigte aus der Praxis positive Rückmeldungen zur Erreichung des Lernziels, wie es am Anfang der SDVE definiert wurde. Über 100 Probanden nahmen an den Schulungen teil. Davon testeten etwas weniger als die Hälfte die „Stadtumgebung“ und die übrigen den BGHW-Lagersimulator [6]. Das Erscheinungsbild und die Aufgabenstellung gefielen den Teilnehmenden und sie empfanden sie als sehr nützlich. Die Aufgabenbearbeitung bereitete viel bis sehr viel Spaß. Die Instruktionen, die Navigation und die Bedienung bewerteten sie als (sehr) verständlich und die VR-Umgebung als geeignet für eine realitätsnahe Abbildung. Die Studienteilnehmenden hatten auch den Eindruck, dass sie durch das Training Gefährdungen leichter entdecken und etwas vielfältiger mit ihnen umgehen können. Sie waren der Meinung, dass die Teilnahme der Sturz- und Stolperprävention zugutekommt und sie das Training anderen Beschäftigten empfehlen würden. Die Studienteilnehmenden bestätigten, dass viele Gefährdungen aus dem eigenen Arbeitsalltag in der Anwendung enthalten sind und sie ihr eigenes Wissen und ihre eigenen Erfahrungen einbringen konnten. Sie sahen sich nach dem Training eher in der Lage, Gefährdungen im Alltag vermehrt zu entdecken. Außerdem empfanden sie eine hohe Immersion in der VR-Umgebung. Die ersten Ergebnisse zur Studie weisen auf ein hohes Potenzial von VR-gestützten proaktiven Trainings hin.

Mit beiden Anwendungen führte die Sensibilisierung bei den Teilnehmenden auch nach sechs Monaten zu einer positiven Bewertung. Sie sahen das Training auch rückblickend als nützlich an und berichteten weiterhin von einem empfundenen Wissenszuwachs. Ausführliche und vertiefende Ergebnisse finden sich im Abschlussbericht zum Projekt ENTRAPon (Abschlussbericht, [2]).



Abbildung 1: Anfangsmenü mit Optionen zur Anwendungsauswahl per Microsoft-Excel-Datei (links), Auswahlmenü für Handlungsalternativen (z. B. ein umgefallener Cityroller) (rechts)



Abbildung 2: ENTRAPon-Stationen: SRF-Parkour (oben links), Pertubationstrainings auf Laufband (oben rechts), VR-SRF-Schulungssimulation (unten links) und 360°-Unternehmensfotos (unten rechts)

3 Zusammenfassung

Mit der „Stadtumgebung“ steht Beschäftigten nun eine weitere VR-SRF-Schulungssimulation zur Verfügung, in der sie mit VR als neuer Technologie und durch aktive Mensch-System-Interaktionen in Szenarien aus ihrer Arbeitsumwelt für die SRF-Prävention sensibilisiert werden. Mit diesem Ziel ist die vom IFA entwickelte VR-SRF-Schulungssimulation bzw. die BGHW-Lagersimulation mit Anpassungen für die ENTRAPon-Studie genutzt worden. Die Aktivitäten in der „Stadtumgebung“ führten zumeist zu lebhaften Diskussionen über SRF-Gefährdungen am Arbeitsplatz. Die Botschaft, sich persönlich zu engagieren und immer Möglichkeiten zur Vermeidung oder Abwendung von SRF-Gefahren zu haben, wurde sehr gut aufgenommen. Außerdem war es im gegebenen Schulungsumfeld möglich, mehr Beschäftigte in aktive Präventionsaktivitäten einzubeziehen.

4 Fazit

Mit dem Aufbau der „Stadtumgebung“ hat sich gezeigt, dass sich die generisch angelegte Struktur wie im „BGHW-Lagersimulator“ auch auf andere Branchen übertragen und sich spezifisch an die Arbeitsbereiche adaptieren lässt ((vgl. [2]); [3]; [7]).

Systematische Auswertungen, wie aus der ENTRAPon-Studie, waren auch hilfreich, um weitere konkrete Empfehlungen für das Schulungskonzept der VR-Simulationsumgebung zu erhalten.

Neben dem Lagersimulator wurde das Konzept auch für die Branche des Einzelhandels ((vgl. [2]); [4]) angewendet. Für eine Kampagne eines Unfallversicherungsträgers soll eine weitere Anwendung in der Verwaltung umgesetzt werden. Sie wird als Stand-Alone-Lösung mit einer HMD betrieben und kommt ohne ein omnidirektionales Laufband aus [5]. Die VR-Anwendung „Verwaltung“ kann dann als Desktop-Version weitere Beschäftigte oder neue Seminar-Kontexte ansprechen.

Weitere Informationen zum Forschungsprojekt ENTRAPon, FP470 unter: https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ff-fp0470.jsp

Literatur

[1] Nickel, P.; Lungfiel, A.; Bohlscheid, A; Huis, S.: Qualifizierung zur Risikobeurteilung mit Techniken virtueller Realität. DGUV Forum (2025) Ausgabe 10, S. 38–47 https://forum.dguv.de/ausgabe-10-2025/qualifizierung-zur-risikobeurteilung-mit-techniken-virtueller-realitaet/

[2] Abschlussbericht zum Vorhaben „Entwicklung zusätzlicher Trainingselemente zur Prävention von Stolper-, Rutsch- und Sturzunfällen, unterstützt durch den Einsatz von virtueller Realität am Beispiel von Unternehmen der Stahlerzeugung und der Post- und Paketzustellung (ENTRAPon)“ – FP-0470 (https://www.dguv.de/projektdatenbank/0470/2025_02_20_ab_final.pdf)

[3] Zimmermann, J.: In Virtueller Realität für den Berufsalltag trainieren. BG RCI.magazin: Themenschwerpunkt Stolpern, Rutschen, Stürzen: Ausgerutscht, gestolpert, umgeknickt, (2025), Ausgabe 4, S. 24

[4] Bohlscheid, A.; Lungfiel, A.; Nickel, P.; Zimmermann, J.: Training im virtuellen Supermarkt: Ursachen für Stolpern, Rutschen oder Fehltreten erkennen, Nr. 0462, Ausgabe 06/2025, 2 S. In: Aus der Arbeit des IFA. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin

[5] Projekt-5181 des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) im Auftrag der Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW) zum Thema „VR-Training: Stürzen, Stolpern, Ausrutschen in der Verwaltung“. https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ifa5181.jsp. Zugriff am 09. Oktober 2025

[6] Eastgate, R. M.; Wilson, J. R.; D’Cruz, M.: Structured development of virtual environments. In: Hale, K. S., Stanney, K.M. (eds.) Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications, pp. 353–390. CRC Press, Boca Raton (2015)

[7] Wetzel, C.; Lungfiel, A.; Nickel, P.: BGHW Warehouse Simulation – Virtual Reality Supports Prevention of Slip, Trip and Fall (STF) Accidents. In: Duffy, V.G. (eds) Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14028. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35741-1_21 (2023)

Referentinnen und Referenten



Referentinnen und Referenten

Name	Institution
Julia Block	Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), Mannheim
Theresa Braun	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Matthias Clermont	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Marlen Cosmar	DGUV Akademie, Dresden
Dirk Ditchen	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Rolf Ellegast	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Susan Freiberg	DGUV Akademie, Dresden
Anne Gebhardt	DGUV Akademie, Dresden
Ulrich Glitsch	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Dominik Gräßle	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Franziska Grellert	DGUV Akademie, Dresden
Kai Heinrich	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Christina Heitmann	DGUV Akademie, Dresden
Sylvia Hubalek	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Augsburg
Elisabeth Ibenthal	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Carina Jehn	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG), Würzburg
Markus Kelter	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln
Daniel Kern	Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM), Stuttgart

Name	Institution
Maria Klotz	DGUV Akademie, Dresden
Peter Nickel	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Nastaran Raffler	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Marlen Rahnfeld	DGUV Akademie, Dresden
Christian Richter	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG), Ludwigsburg
Dirk Römer	Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Hamburg
Ines Schalk	Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), Mannheim
Christoph Schiefer	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Anika Steger	ehem. Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW), Düsseldorf
Ursula Trinler	BG Kliniken Ludwigshafen und Tübingen gGmbH
Torsten Wagner	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln
Matthias Wanstrath	Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Hamburg
Britta Weber	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Konstatin Wechsler	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin
Annekatrin Wetzstein	DGUV Akademie, Dresden
Hanna Zieschang	DGUV Akademie, Dresden
Jan Zimmermann	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Impressum

Herausgegeben von:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: +49 30 13001-0
E-Mail: info@dguv.de
www.dguv.de

Ausgabe:
September 2026

Redaktion:
Susan Freiberg, Hanna Zieschang
DGUV Akademie

Layout:
DGUV Akademie, Referat WPM

www.dguv.de/publikationen

Webcode: p022955

Titelbild (Originalbilder) von links nach rechts:
kaj.Kandler/kombinatrotweiss.de, Stephan Floß,
kaj.Kandler/kombinatrotweiss.de;
Alle Bilder aus der Präventionskampagne: Dein Rücken