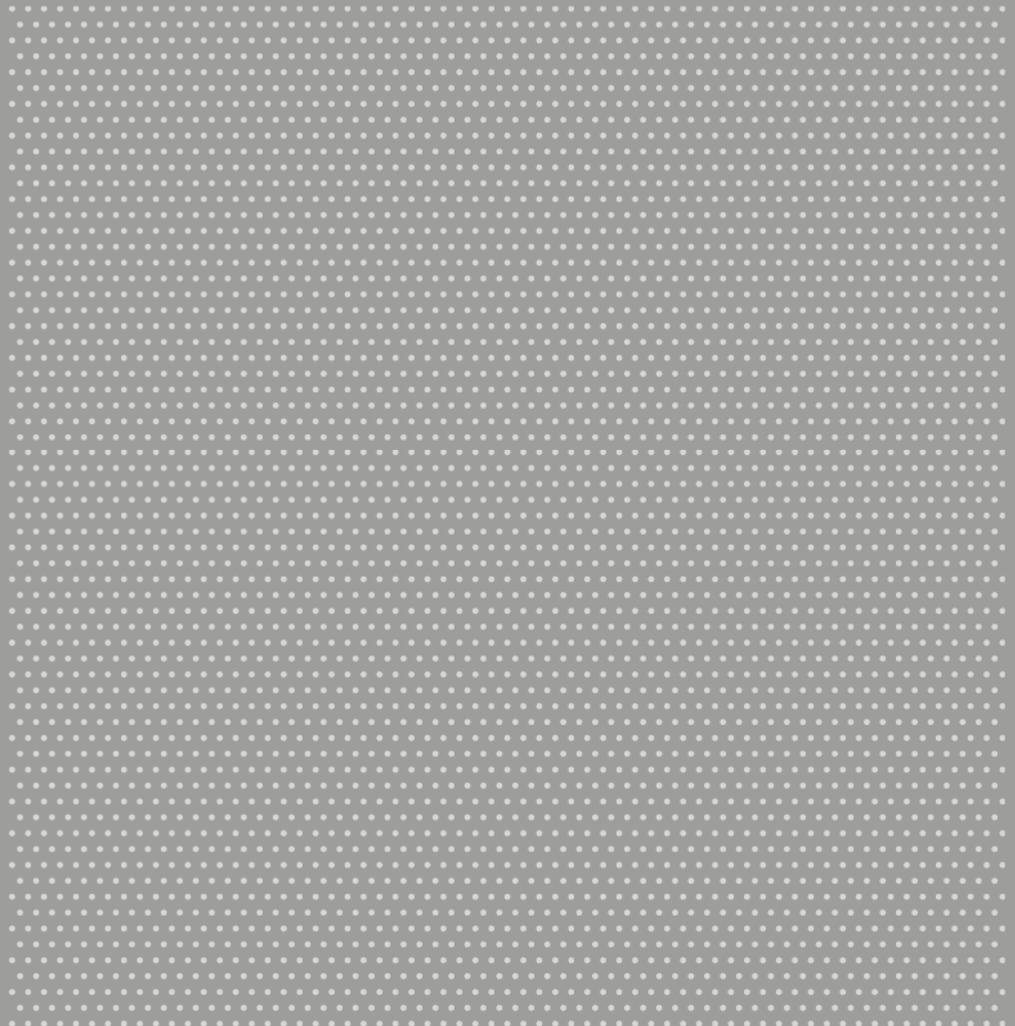


6/2011

IFA-Report

4. Fachgespräch Ergonomie 2010



Bearbeitet von: Rolf Ellegast
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
Alte Heerstr. 111
53757 Sankt Augustin
Tel.: 02241 231-02
Fax: +49 2241 231-2234
Internet: www.dguv.de/ifa

Redaktion: Zentralbereich des Instituts für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Mittelstr. 51
10117 Berlin
– Oktober 2011 –

ISBN: 978-3-86423-009-7
ISSN: 2190-7994

4. Fachgespräch Ergonomie 2010

Zusammenfassung

Das 4. Fachgespräch Ergonomie fand am 10. und 11. November 2010 in Sankt Augustin statt. Es richtet sich an die Ergonomie- und Präventionsexperten der Unfallversicherungsträger. Themenschwerpunkte waren bei dieser Veranstaltung „Konzeptive Ergonomie“, „Angewandte Ergonomie“, „Berufskrankheit und Prävention“ sowie „Physische Inaktivität an Arbeitsplätzen/Strategie Gefährdungsbeurteilung“. In diesem IFA-Report sind die Vorträge der Veranstaltung zusammengestellt.

4th Ergonomics Talks 2010

Abstract

The 4th Ergonomics Talks were held in Sankt Augustin on 10 and 11 November 2010. They were intended for the ergonomics and prevention experts of the German Social Accident Insurance Institutions. The key topics at this event were conceptual ergonomics, applied ergonomics, occupational disease and prevention, and physical inactivity at workplaces/risk assessment strategy. This IFA Report contains the papers of the event.

4^{ème} colloque « Ergonomie » en 2010

Résumé

Le 4^{ème} colloque « Ergonomie » s'est tenu les 10 et 11 novembre 2010 à Sankt Augustin. Ce colloque s'adresse aux experts en ergonomie et prévention des organismes d'assurance sociale allemande des accidents du travail et des maladies professionnelles. Les thèmes principaux abordés lors de cette manifestation étaient : « Ergonomie pendant la phase de conception », « Ergonomie appliquée », « Maladie professionnelle et prévention » et « Inactivité physique aux postes de travail / stratégie d'évaluation des risques ». Les exposés présentés au cours de la manifestation sont rassemblés dans ce compte rendu de l'IFA.

4ª Conferencia Especializada “Ergonomie 2010”

Resumen

La 4ª Conferencia Especializada “Ergonomie” se celebró los días 10 y 11 de noviembre de 2010 en Sankt Augustin. Se dirigió a los expertos en ergonomía y prevención de los organismos de seguros de accidentes. Los temas principales de este evento fueron “Ergonomía conceptual”, “Ergonomía aplicada”, “Enfermedades profesionales y prevención” así como la “Inactividad física en puestos de trabajo / Estrategia de la valoración del peligro. En este Informe del IFA (Instituto para la Protección Laboral) están recopiladas las disertaciones del evento.

Inhalt

Vorwort	11
R. Ellegast, H. Zieschang	
Themenblock „Konzeptive Ergonomie“	
Einsatz von Menschmodellen zur konzeptiven Arbeitsgestaltung.....	13
M. Brütting, C. Böser, R. Ellegast	
Einsatz von VR zur Sichtfeldgestaltung von Baumaschinenführer	19
C. Böser, M. Brütting, R. Ellegast	
Einsatz von Virtueller Realität zur Unfallverhütung und zur Usability.....	25
P. Nickel, A. Lungfiel, M. Hauke, G. Nischalke-Fehn, M. Huelke, M. Schaefer	
Konzeptive Ergonomie bei der Weiterentwicklung von Flugzeugküchen	31
I. Herrmanns, R. Lietz, R. Ellegast	
Konzeptive Ergonomie in einem mittelständischen Unternehmen – ein Erfahrungsbericht	37
P. Limke	
Themenblock „Angewandte Ergonomie“	
Das ergonomische Klassenzimmer – ein Beitrag zur Guten und Gesunden Schule	41
A. Orrie, T. Heyden, S. Peters, J. Maue, S. Dantscher, F. Breuer, S. Freiberg, R. Hanßen-Pannhausen, A.-M. Hessenmöller, H. Zieschang	
ErgoKiTa – Ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen in Kindertageseinrichtungen	47
B. Weber, A. Sinn-Behrendt, S. Bertzen, B. Köhmstedt, G. Schedlbauer, M. Lorenz, K. Bauer, R. Bruder, R. Ellegast	
Defizite und Kompetenzen bei Älteren: Wie lassen sie sich erfahrbar machen?	53
S. Freiberg, H. Zieschang, M. Falkenstein	
Kraftatlas zur ergonomischen Bewertung kraftbetonter Tätigkeiten	59
U. Glitsch, N. Lundershausen, R. Ellegast, J. Wakula, K. Berg, K. Schaub, R. Bruder, Ch. Hecker	
Ergonomie an Kassensarbeitsplätzen	65
P. Keilholz, U. Hoehne-Hückstädt	
Maßnahmen zur Reduzierung von ungünstigen Körperhaltungen in der Pflege	81
S. Freitag	

Technische Unterstützung der manuellen Gepäckverarbeitung im Flughafenbetrieb – Ausgewählte Aspekte des Projekts TAQP	87
M. Post, R. Ellegast, M. Kohn	
Sicherheit und Gesundheitsschutz bei feinmechanischen Montiertätigkeiten – Arbeitsschutz im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie	93
K. Kraft	
Beleuchtung bei Schichtarbeit	97
G. Soestmeyer	
Produktivitätsprojekte erhalten immer eine zweite Chance, Ergonomieprojekte selten!	101
R. Bußmann	
„Vom Hörsaal bis zum Mähdrescher“ – Arbeiten der KAN im Bereich Ergonomie	103
B. Palka	
Themenblock „Berufskrankheiten und Prävention“	
Gonkatas – Können Kniebelastungen durch Befragungen abgeschätzt werden?	109
D. Ditchen, R. Ellegast, B. Hartmann, M. A. Rieger	
Prävention von arbeitsbedingten Kniebelastungen – hat die Ergonomie eine Chance?	117
B. Hartmann, S. Gütschow, A. Hauck, J. Hanse	
Rückenstützen zur Entlastung von arbeitsbedingten Zwangshaltungen – eine Studie	121
B. Hartmann, I. Bradl, S. Gütschow	
Bewertung von Carpal-Tunnel-Syndrom(CTS)-Risikoarbeitsplätzen	125
U. Hoehne-Hückstädt, R. Barrot, R. Ellegast, B. Hartmann, C. Hecker, U. Kaulbars, R. März, M. Sander, G. Schedlbauer, M. Spallek, U. Steinberg, E. Stengelin, F.-D. Zagrodnik	
Arbeitsanalyse im Möbelspeditions-gewerbe	141
C. Backhaus, S. Baars, K.-H. Jubit	
Interventionsstudie zur Bewegungsförderung an Büroarbeitsplätzen	147
B. Weber, R. Ellegast, R. Mahlberg, V. Harth	
INFO-MAP Bürostühle – „Von der Forschung in die Praxis“	153
H. Berger, K. Kraft, R. Ellegast, P. Vink	
Erprobung eines Fahrersitzes mit Speicherung der Sitzposition im Linienbus (Sitzmemory) – Bericht aus einem laufenden Projekt	161
J. Weymann, A. Mahr	
Wie sieht eine gute ergonomische Arbeitsgestaltung aus? – Ausgewählte Arbeitnehmergruppen im Fokus	167
H. Zieschang, D. Tripler, M. Lüdke	

Gefährdungsbeurteilung physischer Belastungen – aktuelle Strategien zur einheitlichen Vorgehensweise	171
R. Ellegast	
Belastungen des Muskel-Skelett-Systems beim Ziehen und Schieben von Müllbehältern	179
M. Post, K.-H. Jubit, U. Glitsch, R. Ellegast, C. Backhaus	
Selbstverständlich ergonomisch.....	185
T. Kolbinger	
Anschriften der Vortragenden	189
Programm des Fachgespräches	197

Vorwort

Rolf Ellegast¹, Hanna Zischang²

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

Die ergonomische Arbeitsgestaltung hat weiterhin einen hohen Stellenwert in der Präventionsarbeit der Unfallversicherungsträger. Im Vordergrund des Fachgesprächs Ergonomie 2010 standen der fachliche Erfahrungsaustausch der Präventionsexperten der Unfallversicherungsträger, die Präsentation von „Best Practice“-Beispielen sowie die Information und Diskussion über aktuelle ergonomische Forschungsaktivitäten.

Das Fachgespräch Ergonomie wird traditionell im dreijährigen Turnus gemeinsam vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) und vom Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) durchgeführt. Es fand am 10. und 11. November 2010 zum vierten Mal statt und wurde diesmal in Sankt Augustin vom IFA federführend vorbereitet und organisiert.

Auf dem Fachgespräch Ergonomie 2010 wurden insgesamt vier Themenblöcke behandelt, die im Vorfeld der Veranstaltung vonseiten der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen als gewünschte Themenschwerpunkte ausgewählt wurden:

Konzeptive Ergonomie: Nachträgliche ergonomische Änderungen an Arbeitsplätzen, z. B. die Implementierung von Hilfsmitteln zur Prävention arbeitsbezogener Muskel-Skelett-Erkrankungen, oder an fertigen Produkten sind oftmals aufwendig und kostenintensiv. Daher berücksichtigen immer mehr Unternehmen ergonomische Gestaltungsgrundsätze bereits bei der Planung von Arbeitsprozessen oder Hersteller in der Konzeptionsphase ihrer Produkte (konzeptive Ergonomie). Der Themenblock zeigt aktuelle Beispiele von Entwicklungen und Anwendungen konzipierender Ergonomie im Rahmen von Betriebsberatungen und Forschungsprojekten. Dabei werden z. T. ergonomische Simulationsmessungen bei der Arbeitsplanung in virtueller Realität (VR) und/oder an Modellarbeitsplätzen durchgeführt, um ergonomische Grundsätze rechtzeitig und effizient bei der Arbeitsplanung zu berücksichtigen.

Angewandte Ergonomie: Die Beiträge dieses Themenblocks zeigen das breite Spektrum ergonomischer Aktivitäten der Unfallversicherungsträger. Es reicht von Projekten zur ergonomischen Gestaltung in Schulen und Kindertageseinrichtungen über branchenspezifische Verhältnis- und Verhaltensprävention, z. B. in der Pflege, an Kassenarbeitsplätzen oder der Gepäckverladung an Flughäfen, bis hin zu Qualifizierungsmaßnahmen zu Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Arbeitswelt oder innovativen Praxisprogrammen zur Ergonomie.

Berufskrankheit und Prävention: Für einige Berufskrankheiten, die in den letzten Jahren neu in die Berufskrankheitenliste aufgenommen wurden, werden Konzepte für die Gefährdungsbeurteilung und Ansätze für präventive Maßnahmen benötigt. Hierzu gehören u. a. Arbeitsplätze und berufliche Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit der Entstehung einer arbeitsbezogenen Gonarthrose oder eines Carpal-Tunnel-Syndroms (CTS) stehen. Der Themenblock gibt hier einen aktuellen Überblick über laufende Forschungs- und Präventionsaktivitäten.

Physische Inaktivität an Arbeitsplätzen/Strategie Gefährdungsbeurteilung: Im Ausblick des Fachgesprächs Ergonomie 2007 wurde angeregt, Präventionskonzepte für bewegungsarme Arbeitsplätze zu entwickeln. Physische Inaktivität stellt ein ernstzunehmendes

Problem vor dem Hintergrund der ständig steigenden Anzahl bewegungsarmer Arbeitsplätze dar. In den letzten Jahren wurden zur Erfassung und Beurteilung physischer Inaktivität an Arbeitsplätzen neue Verfahren entwickelt, mit denen Effektivitätsanalyse von Maßnahmen der Bewegungsförderung durchgeführt werden können. Der Themenblock zeigt Praxisanwendungen der Verfahren und gibt einen Ausblick für zukünftige Strategien bei der Gefährdungsbeurteilung.

In diesem Report sind die Manuskripte der Vortragenden des Fachgespräches Ergonomie 2010 zusammengestellt. Allen Referenten und Teilnehmern an der Veranstaltung sei an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Einsatz von Menschmodellen zur konzeptiven Arbeitsgestaltung

Mark Brütting, Christian Böser, Rolf Ellegast,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

1 Hintergrund

Die Verwendung von Modellen anstatt realer Personen ist im Bereich der Arbeitsgestaltung eine zeit- und kostensparende Methode, um neue Arbeitsplätze und Optimierungen an bestehenden Arbeitsplätzen auf ihre Qualität mit Blick auf ergonomische Fragestellungen zu untersuchen und zu überprüfen. Mit der „Kieler Puppe“ wurde bereits in den 1970er-Jahren ein zweidimensionales Menschmodell entwickelt, das erstmals 1981 als DIN-Norm [1] veröffentlicht wurde. Diese Körperumrisschablone eines sitzenden Menschen ist als Projektion in drei Ansichten, in drei Körpergrößenklassen (5., 50. und 95. Perzentil) und mit in physiologischen Winkelbereichen einstellbaren, beweglichen Gelenken beschrieben. Mit solchen Modellen wurden und werden z. B. der Raumbedarf im Stehen und/oder Sitzen, Reichweiten und Erreichbarkeiten, Sicherheitsabstände u. v. m. an bestehenden und geplanten Arbeitsplätzen ermittelt. Mit der fortschreitenden Entwicklung der Rechnerleistung und -kapazitäten und der zunehmenden Nutzung von CAD-Programmen bei der Planung und Entwicklung von Arbeitsplätzen wurden in der Folge digitale Menschmodelle entwickelt, die z. B. in CAD-Anwendungen auch dreidimensional dargestellt werden können.

2 Varianten von Menschmodellen

Anhand des hauptsächlich vorgesehenen Verwendungszwecks der unterschiedlichen Menschmodelle lassen sich diese in verschiedene „Typen“ unterscheiden. Eine echte Kategorisierung mit klar voneinander abgegrenzten Klassen ist allerdings kaum möglich, da sich natürlich bestimmte Merkmale bei vielen Modellen wiederfinden lassen, aber je nach Einsatz- und Verwendungszweck wird unterschiedlich viel Wert auf bestimmte Funktionen oder Darstellungsmöglichkeiten gelegt.

Bei den Modellen, die auf anthropometrische Betrachtungen fokussieren, liegt das Augenmerk auf den statistischen Verteilungen der Körpermaße in bestimmten Bevölkerungen. Sie enthalten Datenbanken mit Körper- und Körperteillängen, Reichweiten, Greifreichweiten, Umfangsmaßen usw. von beispielsweise der Bevölkerung europäischer, asiatischer, afrikanischer oder amerikanischer Länder, der gesamteuropäischen Bevölkerung usw. In der Anthropometrie gebräuchliche Werte sind üblicherweise Mittelwerte und Perzentile. Das 50. Perzentil entspricht dabei einem Wert oberhalb und unterhalb dessen jeweils die Hälfte aller Messwerte zu finden sind. Bei sicherheitstechnischen Fragen werden analog oftmals das 5. und 95. oder sogar das 1. und 99. Perzentil verwendet, um einem Großteil der Zielgruppe mit den zu verwendenden Maße gerecht werden zu können.

Für biomechanische Menschmodelle haben die Variationen von Körpermaßen eine geringere Bedeutung; hier spielen die Simulation und Berechnung von Bewegungen, Kräften und Momenten eine größere Rolle. Hierbei wird auch nicht zwingend immer der gesamte Körper betrachtet, sondern es können beispielsweise durchaus auch die Vorgänge innerhalb eines einzelnen Gelenks im Mittelpunkt der Betrachtung stehen.

Modelle für die Fertigungs-/Produktions- und Arbeitsplatzplanung zeichnen sich meist dadurch aus, dass die Modelle in einer Umgebung dargestellt werden und teilweise auch mit Objekten in dieser Umgebung interagieren können. Mit ihnen können vielfach z. B.

Kollisionen und Durchdringungen von Körperteilen mit anderen Objekten simuliert und vorhergesagt werden, was auch für sicherheitstechnische Fragen von Interesse ist. Andererseits gibt es für diesen Verwendungsbereich Modelle, die sich nur auf zeitliche Aspekte bei der Arbeit, z. B. Taktfrequenzen bei Fertigungslinien u. Ä. spezialisiert haben. Grafisch anspruchsvolle Möglichkeiten sind hierfür nicht immer unbedingt notwendig.

Auch bei der Crash-Simulation in der Automobilbranche werden in Voruntersuchungen digitale Menschmodelle verwendet, bevor reale Prototypen und Dummies einer zerstörerischen Wirkung ausgesetzt werden. Die Finite-Elemente-Methode (FEM), eine Methode für Festkörpersimulationen, wird dabei sowohl für die Berechnung der Verformung von Fahrzeugen und deren Teilen als auch für die Berechnung der Auswirkungen auf den menschlichen Körper angewendet.

Während einige weitere Modelle für den Einsatz in virtuellen Welten entwickelt und konzipiert wurden, gibt es schließlich noch Menschmodelle, die hauptsächlich für den Einsatz von Animationen (z. B. Trickfilm) und Designfragen konzipiert sind.

Eine Zuordnung zu einzelnen Kategorien ist nicht immer eindeutig vorzunehmen, da von einem Modell auch mehrere Kategorien abgedeckt werden können. So spielen die Variation der anthropometrischen Daten bei der Arbeitsplatzplanung und im Sicherheitsbereich natürlich ebenfalls eine wichtige Rolle und ein Modell in der virtuellen Welt sollte sich natürlich auch im Rahmen von biomechanischen Grundsätzen verhalten.

3 Möglichkeiten und Grenzen

Fragestellungen, die früher nur anhand von Versuchsreihen mit verschiedenen Probanden und z. T. aufwendigen Versuchsaufbauten und Mock-Ups bearbeitet werden konnten, lassen sich heute mittels digitaler Menschmodelle in vergleichsweise kurzer Zeit simulieren. Im medizinischen Bereich können Haltungs-, Gang- und Bewegungsanalysen z. B. für Rehabilitationsmaßnahmen oder im Hochleistungssport in Verbindung mit Kraftanalysen und biomechanischen Simulationen zur Verbesserung der Leistung verwendet werden. Die Ermittlung der Dauer von Arbeitsabläufen, Laufweganalysen, Erreichbarkeits- und Kollisionsanalysen, die Analyse von Sicht- und Sehbereichen und die Überprüfung von sicherheitstechnischen Aspekten sind bei der Arbeitsplatzplanung und -gestaltung und aus Produktions- und Montagesimulationen nicht mehr wegzudenken. Ebenso können Komfortsimulationen aufgrund von Gelenkwinkeldaten genutzt oder der Energieverbrauch bei bestimmten Tätigkeiten relativ genau abgeschätzt werden.

Allerdings sollten die vielfältigen Möglichkeiten von Simulationen in der digitalen Welt nicht unreflektiert genutzt werden. Die Berechnungen beruhen z. T. noch auf idealisierten und vereinfachten Modellen und individuelle Faktoren, wie z. B. die Konstitution, werden nicht oder nur bedingt berücksichtigt. Die biomechanischen Vorgänge zwischen Knochen, Muskeln und anderen Geweben und psychische Faktoren können teils nur stark vereinfacht simuliert werden.

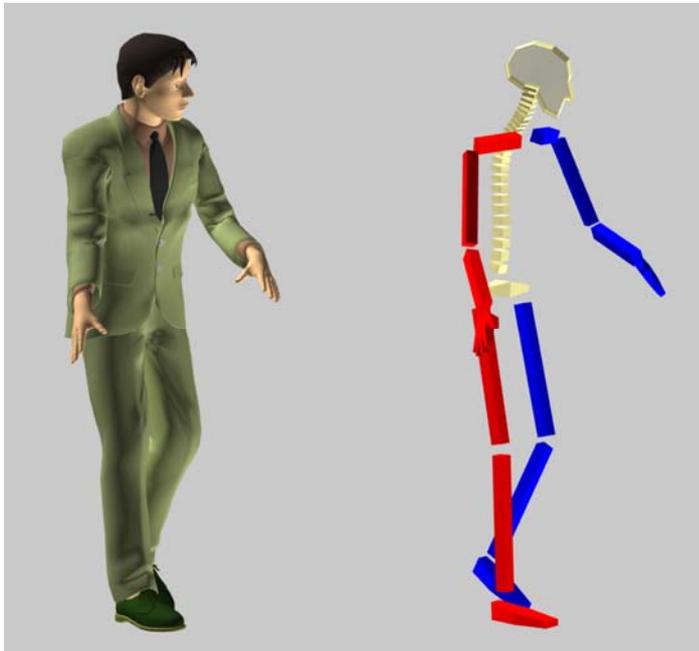
4 Anwendung in aktuellen Projekten

Im Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) wird aktuell u. a. das 3D-Menschmodell IDO:ErgonomiX der Fa. ICIDO, Stuttgart, in zwei Forschungsprojekten genutzt. Das sog. Character Animation Tool (CharAT®) ist ein Plug-In der 3D-CAD-Software 3DS Max und bietet daher eine Fülle von grafischen Darstellungsmöglichkeiten (bis hin zur fotorealistischen Darstellung von Umgebungen inkl. Beleuchtung, Spiegelungen, Reflexionen, Schatten u. v. m.). Das Plug-In enthält eine Reihe anthropometrischer

Datenbanken, die jederzeit aktualisiert und erweitert werden können. Weiterhin kann ein Modell mit individuellen anthropometrischen Daten, wie sie an einer realen Person gemessen wurden, erstellt werden. Es erlaubt die Darstellung und in gewissen Grenzen auch die Vorhersage von Bewegungsprofilen auf der Basis von Komfortwinkeln und physiologischen Gelenkwinkelketten. Außerdem können Greifräume, Erreichbarkeiten, Sehbereiche, Gesichtsfelder, Schattenrisse und Kollisionen dargestellt und eine Komfortanalyse von Körperhaltungen vorgenommen werden.

Für die Arbeit im IFA ist die Tatsache, dass Körperbewegungsdaten, die mit dem CUELA-System (CUELA = Computerunterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) aufgezeichnet wurden, in das Modell übertragen werden können, von ganz besonderer Bedeutung. Damit wird es beispielsweise möglich, die „CUELA-Puppe“ als sich bewegender Mensch innerhalb einer Arbeitsumgebung darzustellen (Abbildung 1).

Abbildung 1:
3D-Menschmodell „CharAT“ und herkömmliche CUELA-Puppe,
basierend auf der gleichen Körperhaltungsmessung mit dem CUELA-Messsystem

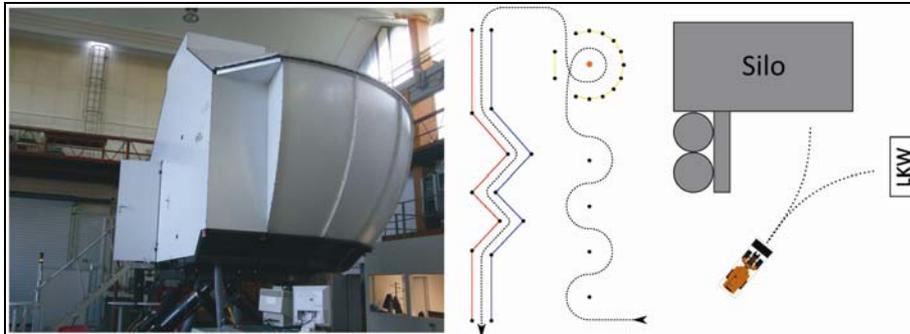


In der Folge lassen sich z. B. die Arbeitsumgebung oder die anthropometrischen Daten der dargestellten Person ändern und die daraus möglicherweise resultierenden Konsequenzen (z. B. veränderte Erreichbarkeiten und Sichtfelder, Platzbedarf, Kollisionen mit Objekten, geänderte Körperhaltungen) analysieren. Im Rahmen der konzeptiven Ergonomie kann so der „Faktor Mensch“ bei der Produktentwicklung, der Analyse von Arbeitsabläufen und der Untersuchung von Arbeitsplatz- und Produktergonomie frühzeitig miteinbezogen werden. Dies kann dazu beitragen, Entwicklungskosten (z. B. Mock-Ups, Prototypen) zu reduzieren, den Komfort und die Leistung von Beschäftigten zu steigern und körperliche Belastungen zu vermindern. Bei Betriebsberatungen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen können Optimierungsmöglichkeiten schon vor einer eventuell kostspieligen Umsetzung visualisiert werden.

In dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt „Methode zur dynamischen Sichtfelderfassung und -bewertung für mobile Arbeitsmaschinen unter Einbeziehung der Prozess- und Nutzercharakteristik“, das die Technische Universität (TU) Dresden in Kooperation mit dem IFA durchführt, bearbeiten Baumaschinenführer in einem

interaktiven Simulator vordefinierte typische Aufgaben (Abbildung 2, siehe auch Beitrag „Einsatz von VR zur Sichtfeldgestaltung von Baumaschinenführern“).

Abbildung 2:
Interaktiver Simulator der TU Dresden und Fahraufgabe der Baumaschinenführer



Die Analyse der Körper- und Kopfhaltungen sowie von Eye-Tracking-Daten unterschiedlich erfahrener Maschinenführer soll Aufschluss darüber geben, welche Bereiche im Aktionsradius des Baufahrzeugs der Maschinenführer einsehen bzw. überwachen kann und welche Bereiche möglicherweise durch Verdeckungen oder tote Winkel nicht einsehbar sind oder nur selten betrachtet werden (Abbildung 3).

Abbildung 3:
Menschmodell mit Sichtkegel in Baumaschine



Mit unterschiedlich konfigurierten Menschmodellen können dann auf der Grundlage der ermittelten charakteristischen Körperhaltungsmodelle Sichtfeldanalysen erfolgen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen Ingenieure und Konstrukteure solcher Baumaschinen dabei unterstützen, die Auslegung der Kabine und des Baufahrzeugs so zu gestalten, dass erzwungene und ungünstige Körperhaltungen und Unfälle mit Personenschaden durch unzureichende Sicht minimiert werden.

Das von der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) initiierte Projekt „Erprobung eines Fahrersitzmemors im Linienbus“ wird ebenfalls unter Zuhilfenahme eines digitalen Menschmodells bearbeitet. Projektpartner sind die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), die VBG, der Sitzhersteller Isringhausen GmbH & Co. KG (ISRI) und die NOVERA Systemtechnik GmbH (NOVERA).

Ziel des Projektes ist es, den Fahrerarbeitsplatz von Linienbusfahrern zu optimieren, um gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch ungünstige Sitzhaltungen vorzubeugen. Zu diesem Zweck wurden einige Linienbusse mit neuen Fahrersitzen ausgestattet, die über eine Memoryfunktion verfügen. Auf einer Chipkarte, die dem Fahrer ausgehändigt wird, werden seine persönlichen, aus arbeitsmedizinischer Sicht optimalen [2], Sitzeinstellungen gespeichert. Wird die Chipkarte bei Fahrt- oder Schichtbeginn an das Lesegerät gehalten, fährt der Sitz automatisch in die abgespeicherte persönliche Sitzeinstellung (Abbildung 4).

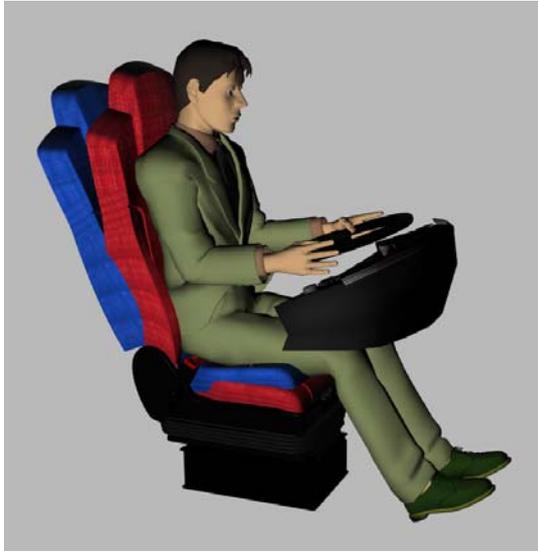


Abbildung 4:
Unterschiedliche Sitzeinstellungen für ergonomische Sitzposition in der Fahrerkabine eines Linienbusses

Die individuell ermittelte, ergonomisch optimierte Sitzposition, die sich von der Sitzhaltung an einem Schreibtischarbeitsplatz unterscheidet, beruht auf den Körpermaßen – der Betriebsarzt/-ärztin misst einige für die Sitzeinstellung wichtige Körpermaße, z. B. Körperlänge, Sitzhöhe, Beinlänge usw. nach DIN 33402 [3] – der Fahrer und der Körperwinkel im Sitzen. Anhand der virtuellen Modelle der Probanden, die mit den gemessenen Körpermaßen erstellt werden, und der Maße des Sitzes mit seinen Verstellmöglichkeiten sollen ideale Winkelbereiche für Körpermaßklassen ermittelt werden. Aufwendige und wiederkehrende Sitzeinstellungsphasen bei Fahrtantritt könnten dann durch eine einmalige Messung relevanter Körpermaße ersetzt werden, welche die ideale Sitzeinstellung auf der persönlichen Speicherkarte definiert.

Literatur

- [1] DIN 33408-1: Körperumrisschablonen – Teil 1: Für Sitzplätze. Ausg. 3/2008. Beuth, Berlin 2008
- [2] VDV 234: Fahrerarbeitsplatz im Niederflur-Linienbus (Entwurf). Ausg. 10/2000. VDV-Schriften. Hrsg.: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Köln
- [3] DIN 33402-1: Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 1: Begriffe, Messverfahren. Ausg. 3/2008. Beuth, Berlin 2008

Einsatz von VR zur Sichtfeldgestaltung von Baumaschinenführern

Christian Böser, Mark Brütting, Rolf Ellegast
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

1 Einleitung

1.1 Motivation

Der Einsatz von mobilen Arbeitsmaschinen birgt Gefahren. Die Sicht der Maschinenführer, die 90 % der für den Betrieb benötigten Informationen liefert, ist oftmals durch Teile der Maschine oder deren Werkzeuge eingeschränkt. Viele der zahlreichen schweren Unfälle, die sich jährlich mit diesen Maschinen ereignen, sind auf diese mangelhafte Sicht zurückzuführen. Die maßgebende Unfallmaschine, unabhängig von der Branche, ist der Radlader [1; 2]. In den Jahren 2001 bis 2003 war diese Geräteart beispielsweise an 50 % der Unfälle der ehemaligen Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, heute Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), beteiligt. Bagger (32 %), Schwermkraftwagen (11 %) und Raupen (4 %) folgen in dieser Unfallverteilung. Bei Betrachtung der Unfälle, die durch eine eingeschränkte Sicht verursacht werden, sind die oben genannten in gleicher Folge vertreten: Bei Radladern hatten 11 % und bei Baggern 6 % dieser Unfälle tödliche Folgen [3]. Neben den Personenschäden kommt es jährlich zu Beeinträchtigungen und Sachschäden in Millionenhöhe, deren Ursachen auf Sichtprobleme zurückzuführen sind [4].

1.2 DFG-Projekt

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Projekt „Methode zur dynamischen Sichtfelderfassung und -bewertung für mobile Arbeitsmaschinen unter Einbeziehung der Prozess- und Nutzercharakteristik“ hat das Ziel, Methoden zu entwickeln, die eine prozessbezogene Bewertung der Fahrersicht schon während der Konstruktionsphase erlauben. Das Projekt wird von der Technischen Universität (TU) Dresden, Institut für Arbeitswissenschaft, in Kooperation mit dem Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) bearbeitet.

Wesentlichen Einfluss auf die Sichtbedingungen hat die Konstruktion der Baumaschinen, deren komplexe Maschinengeometrie und Arbeitsausrüstung zu Verdeckungen führt. Auswirkung auf den Bereich der Verdeckung haben die anthropometrischen Merkmale der Fahrer und die durch die Arbeitsaufgabe teilweise extremen Blickrichtungen. Durch die prozessbezogenen Bewegungen der Maschinen und Fahrer, die durch fehlende Gurtfixierung begünstigt werden, entstehen dynamische Sichtfelder, deren vorausschauende Bewertung eine eventuell notwendige Anpassung bereits in der Vorprototypphase ermöglicht.

In direkter Wechselbeziehung zu den Sichtbedingungen, deren Gestaltung ein Aspekt eines ergonomischen Gesamtkonzepts ist und sowohl die Innen- als auch die Außensicht umfasst, stehen verschiedene Gestaltungsfaktoren, beispielsweise das Kabinendesign oder die Abmaße und Anordnung des Sitzes. Eine ausreichend flexible Verstellung der Bedienelemente, die nicht zu kritischen Sichtverdeckungen führt und auch für wechselnde Bediener ausreichende Bewegungsfreiheit bietet, sind Teil des komplexen Arbeitsplatzes für Baumaschinenführer. Zur Lösung der Gestaltungsprobleme dieser komplexen Umgebung kommen digitale Werkzeuge zum Einsatz. Zur Berücksichtigung ergonomischer Fragestellungen setzt man digitale Menschmodelle ein, die ein Modell des Menschen verkörpern und unter

anderem anthropometrische Merkmale, Funktionsmaße und biomechanische Eigenschaften nachbilden [1].

2 Methoden

Im interaktiven Maschinensimulator der TU Dresden werden standardisierte Arbeitsaufgaben für Baumaschinen virtuell nachgestellt. Für das Projekt wurde ein Radlader nachgebildet, mit dem diverse, für dieses Fahrzeug im Alltag übliche Aufgaben zu bewältigen sind. Die Kabine und die Steuerung der virtuellen Maschine wurden dem Original nachempfunden. Auch die Rückwirkungen einer leeren bzw. vollen Schaufel wurden berücksichtigt.

Verschiedene Probanden mit unterschiedlichem Leistungsniveau, vom Auszubildenden bis zum Ausbilder, absolvieren den vorgegebenen Parcours und üben die gestellten Aufgaben aus. Dabei wird deren Bewegung durch das CUELA-Messsystem [5] aufgezeichnet und anschließend an das Menschmodell CharAT-Ergonomics® übertragen. Außerdem ermittelt das Blickerfassungssystem SR Research EyeLink II® die Bewegung der Augen.

Im Vergleich zur bisherigen Methode, das Sichtfeld mit einem Schattenriss zu bestimmen und zu bewerten, können zusätzlich dynamische Aspekte berücksichtigt werden. Dabei sind auch anthropometrische Eigenschaften zu berücksichtigen, die prozessbezogen unterschiedlich großen Einfluss auf das Sichtfeld haben.

2.1 CharAT-Ergonomics®

Das **Character Animation Tool** (für **Ergonomie** (CharAT-Ergonomics®) dient der ergonomischen Planung, Bewertung und Auslegung von Produkten und Arbeitsplätzen. Dazu setzt es menschliche Eigenschaften, die zur Beachtung ergonomischer Anforderungen notwendig sind, rechenstechnisch um und visualisiert diese. Durch die Gestaltung als animierte Figur mit komplexer inverser Biomechanik ist die Interaktion mit 3D-Geometriemodellen möglich. CharAT-Ergonomics® ist als Plug-in für das 3D-Computergrafik- und Animationsprogramm Autodesk® 3ds Max® konstruiert. Verwendet wird Version 5 mit 3ds Max® 2010 Design.

Die Konfiguration des Modells bezüglich anthropometrischer Daten berücksichtigt diverse nationale und internationale Normen und Datenbanken, z. B. DIN 33402. Außerdem können die anthropometrischen Eigenschaften einer bestimmten Person nachgebildet und weitere Datenbanken hinzugefügt werden. Weitere Funktionen zeigt der folgende Auszug aus dem Leistungsspektrum:

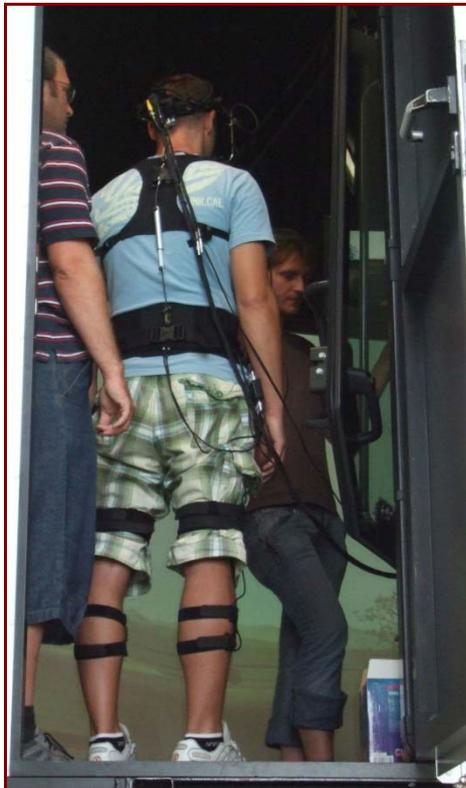
- Untersuchung von Bedienelementen auf ihre Erreichbarkeit und Handhabbarkeit (Benutzung von Greifräumen, freie Positionierung kinematischer Ketten sowie unter Körpereinsatz, inverse Biomechanik)
- detaillierte Repräsentation der Wirbelsäule und der Fingerglieder
- Beckenbewegung in Abhängigkeit von der Körperhaltung
- Positionierungs- und Komfortanalysen (Körperhaltungsbewertung auch während der Bewegung der Gliedmaßen – Echtzeit)
- Einblendung von Sehfeldern
- Einbindung mehrerer Menschmodelle in eine Szene
- Kollisionsuntersuchungen

Zusätzlich zu diesen Funktionen werden weitere Werkzeuge zur ergonomischen Begutachtung entwickelt und dem Software-Paket hinzugefügt (Virtual Human Engineering GmbH, www.virtualhumanengineering.com).

2.2 CUELA

Das am IFA entwickelte und seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzte Messsystem CUELA (**C**omputer-**U**nterstützte **E**rfassung und **L**angzeit-**A**nalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) [5] wurde in einer für sitzende Tätigkeiten angepassten Variante eingesetzt. Die Verwendung eines Blickerfassungssystems machte eine weitere Modifizierung notwendig. Die Sensoren zur Ermittlung der Kopf- und Halsbewegungen, normalerweise an einem Kopfgurt befestigt, wurden an das Blickerfassungssystem adaptiert (Abbildung 1). Außerdem wurde ein zusätzlicher Sensor am Sitz angebracht, der die Bewegung der im Maschinensimulator montierten Fahrerkabine aufzeichnet.

Abbildung 1:
Proband mit CUELA-System (links), Adaption der Kopfsensoren am Blickerfassungssystem (rechts)



2.3 Laborversuche

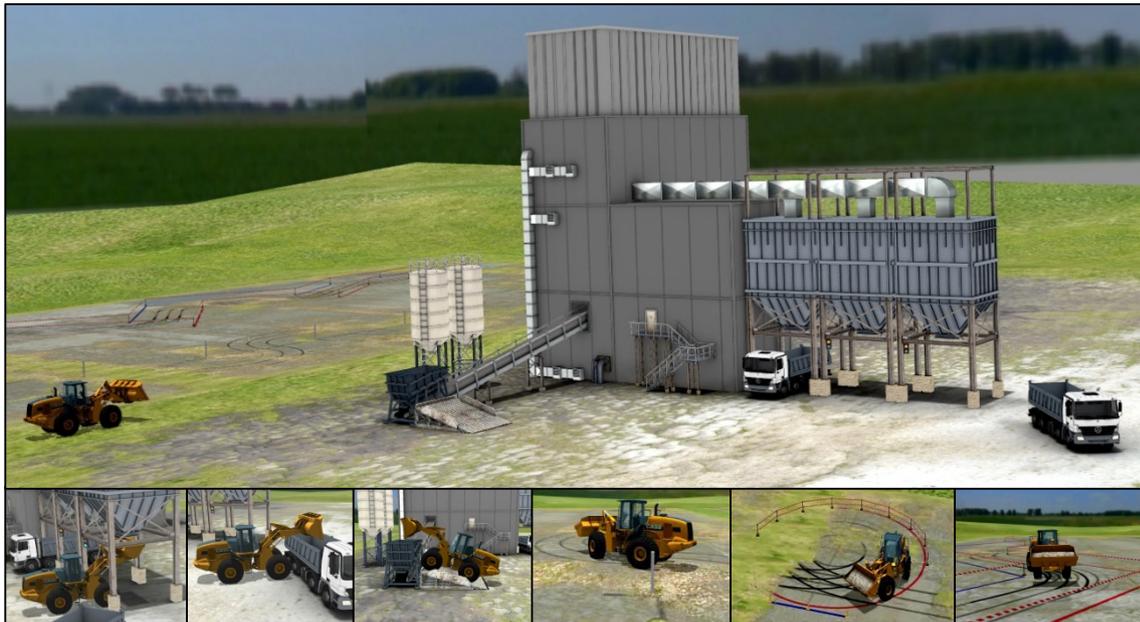
Für jeden Probanden beginnt der Versuch mit der Messung anthropometrischer Daten (obere und untere Extremitäten, Rumpf und Kopf), die benötigt werden, um in der Virtuellen Realität ein Modell zu erzeugen, das den individuellen Probanden möglichst genau abbildet.

Nach einer Eingewöhnungszeit, in der die Probanden das vorhandene Terrain (Abbildung 2, oben) mit dem nachgebildeten Radlader frei befahren, beginnen die standardisierten Aufgaben/Fahrmanöver. Der Radlader steht zu Beginn vor dem Silo. Zuerst muss die Schaufel des Radladers so positioniert werden, dass diese mit Schüttgut aus dem Silo befüllt werden kann. Dieses wird im Anschluss auf den seitlich stehenden Lkw geladen und der Vorgang,

Y-Spiel genannt, dreimal wiederholt. Danach wird ebenfalls Schüttgut am Silo geladen, aber in den Bunker auf der dem Lkw gegenüberliegenden Seite geschüttet. Dazu muss mit dem Radlader eine Rampe befahren werden. Mit erneut beladener Schaufel wird daraufhin ein Parcours befahren, der sich in verschiedene Bereiche unterteilt. Der Parcours beginnt mit einem Slalom aus vier Toren. Nach einer kurzen Geradeaus-Strecke folgt ein Rondell. Den Rückweg bildet eine mehrfach gekrümmte Gasse mit unterschiedlich engen Kurven. In Abbildung 2 unten sind diese Aufgaben dargestellt.

Abbildung 2:

oben: Gelände in der Virtuellen Realität;
unten v. l. n. r.: Beladung am Silo, Entladen am Lkw und am Bunker, Slalomfahrt, Rondell-Durchfahrt und Fahrt durch Gasse (Grafiken: TU Dresden)



Die aufgezeichneten Bewegungsdaten werden in der CUELA-Software begutachtet und den Aufgaben entsprechend in Intervalle unterteilt. Ein vom IFA entwickeltes Plug-in für 3ds Max® überträgt diese Daten dann an das Menschmodell CharAT-Ergonomics®. Dabei werden die Steuerknochen für Lenden- und Brustwirbelsäule verwendet, um die Rückenbewegung auf das detaillierte Wirbelsäulenmodell des Modells zu adaptieren. Während der Messung gesetzte Synchronisationspunkte und durchgeführte Synchronisationsbewegungen erlauben eine vergleichende Darstellung der virtuellen und realen Bewegungen. Das bewegte Menschmodell ermöglicht eine statistische Auswertung der Verdeckungen und Sichtfeldeinschränkungen durch bestimmte Bauteile, sodass verschiedene Prioritäten für eine eventuelle Umgestaltung vergeben werden können.

3 Erste Ergebnisse

Im Folgenden werden beispielhaft einige Ergebnisse der laufenden Untersuchung dargestellt. Sie basieren bisher nur auf CUELA-Messungen und lassen die Erkenntnisse, die durch den Einsatz des Blickerfassungssystems und des Menschmodells gewonnen wurden, unberücksichtigt.

Die Verteilung der Halstorsion zeigt auffällige Unterschiede beim Vergleich von zwei verschiedenen Aufgaben. Für die Fahrt durch das Rondell (Abbildung 3) ist eine stark unsymmetrische Verteilung zu sehen. Der Kopf ist deutlich länger zur Innenseite des zu

fahrenden Kreises gedreht als zu dessen Außenseite oder nach vorne. Besonders deutlich ist dies bei Versuchsperson 8 (VP08) zu sehen. Außerdem ist an den Verteilungen zu erkennen, dass VP01 und VP06 rechtsherum, VP08 aber linksherum durch das Rondell gefahren sind.

Abbildung 3:
Verteilung der Halstorsionswinkel bei Fahrt durch das Rondell

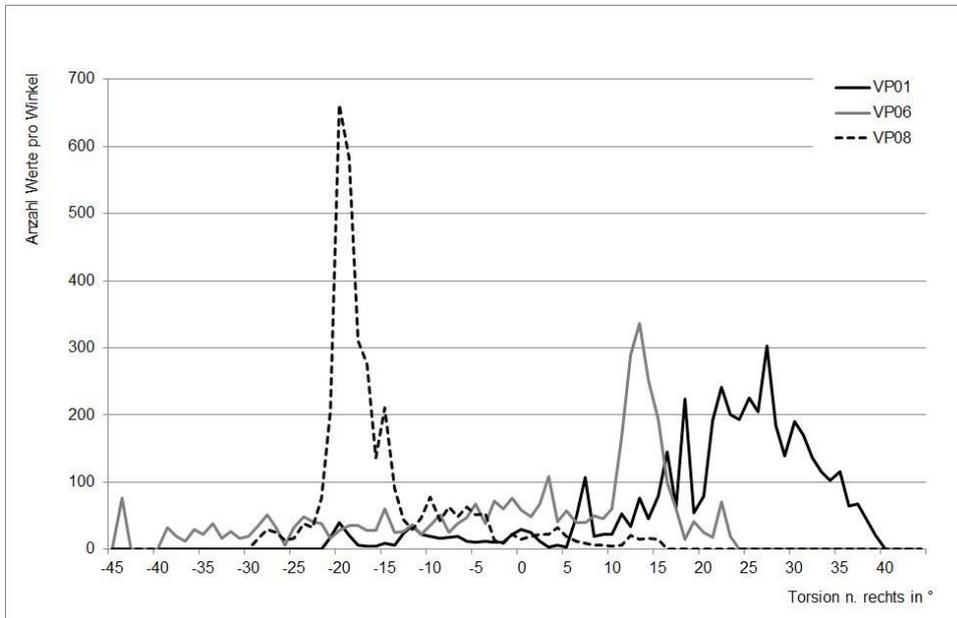
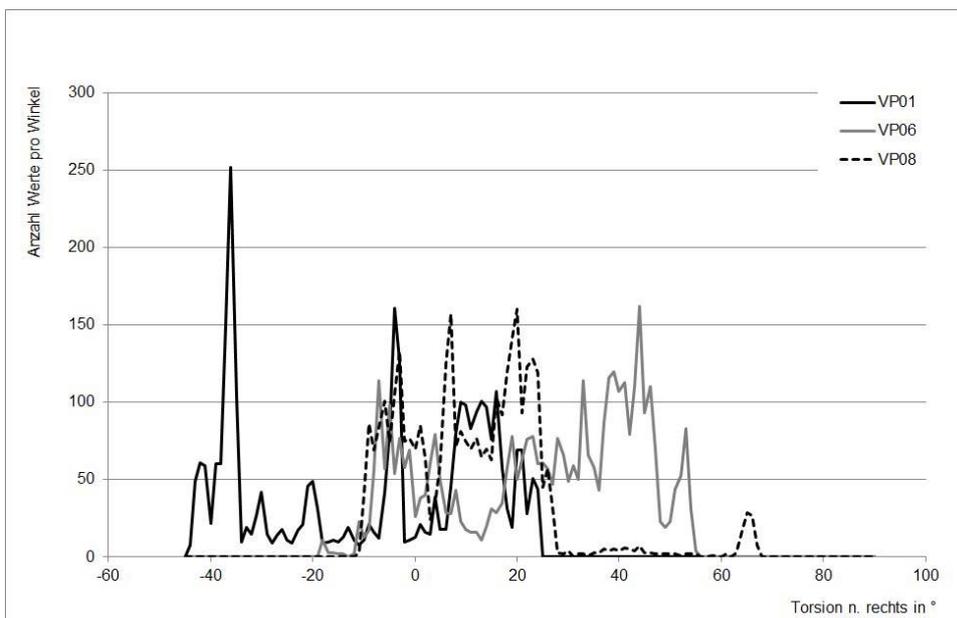


Abbildung 4 zeigt für die Fahrt durch den Slalom eine dreigipflige Verteilung für jede der Versuchspersonen. Zu vermuten ist, dass die drei Gipfel jeweils dem Blick nach vorne, nach links und nach rechts zuzuordnen sind. Eine Überprüfung dieser Vermutung kann durch eine Kombination der CUELA-Messwerte mit den Ergebnissen des Blickerfassungssystems geschehen.

Abbildung 4:
Verteilung der Halstorsionswinkel bei Fahrt durch den Slalom



4 Erste Schlussfolgerungen

Die während den Simulatorversuchen gemessenen Körperwinkel unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Tätigkeit. Je nach den von den Probanden geforderten Aufgaben zeigt sich ein dynamischer Verlauf. Bewegt sich der Kopf bei der Fahrt durch das Rondell nur wenig, zeigt sich bei der Fahrt durch den Slalom ein häufiger Wechsel zwischen Halstorsion nach rechts und Halstorsion nach links. Diese Unterschiede müssen bei zukünftigen Maschinen berücksichtigt werden und durch die zu entwickelnde Methode der prozessbezogenen Bewertung der Fahrersicht kann dies bereits in der Konstruktionsphase geschehen.

5 Ausblick: Erweiterung um Kamera-Monitor-Systeme

Eine Maßnahme, der mangelnden Sicht der Baugeräteführer entgegenzuwirken, sind Kamera-Monitor-Systeme, deren Anschaffung die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft im Rahmen einer Informationskampagne auch finanziell fördert. Die Anbringung und Positionierung der nach aktuellem Stand der Technik sehr kleinen Kameras zur Beobachtung des rückwärtigen Geschehens oder des Arbeitsbereiches der Werkzeuge ist meistens ohne großen Aufwand möglich. Bei der Montage der Monitore sind jedoch diverse Aspekte zu berücksichtigen. Die Position muss so gewählt werden, dass einstrahlendes Sonnenlicht und Reflexionen die Lesbarkeit des Displays nicht erschweren oder verhindern. Außerdem darf der Monitor die Sicht nicht an anderer Stelle reduzieren oder den Zugriff auf Bedienelemente erschweren. Besitzt das Display Tasten, beispielsweise zur Auswahl verschiedener Kameras, muss der Benutzer sie gut erreichen können.

Neben einer Bewertung der Anbringung von Monitoren wäre mit den oben genannten Methoden auch eine Auswertung vorstellbar, die eine Aussage darüber liefert, ob und in welchem Maße Kamera-Monitor-System genutzt werden und wie lange der Blick der Maschinenführer auf diesen Systemen haftet. Auch die Unterschiede zwischen Kamera-Monitor-Systemen und anderen Assistenzsystemen mit optischer Rückmeldung an den Fahrer könnten untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- [1] *Hoske, P.* et al.: Prognose und Bewertung der Sicht für mobile Arbeitsmaschinen. Teil 1: BauPortal (2010) Nr. 9, S. 530-536. Teil 2: BauPortal (2010) Nr. 10, S. 607-612
- [2] *Leisering, H.*: Rückfahrkameras an Erdbaumaschinen. BauPortal (2011, 1, S. 7-13
- [3] *Tudeshki, H.; Könnecke, M.*: Erdbaumaschinen – Analyse und Bewertung der Unfallzahlen. Hrsg.: Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Langenhagen 2006
- [4] *Cohrs, H.-H.*: Rückraumüberwachung und elektronische Sicherheitssysteme für Erdbaumaschinen. Tiefbau (2005) Nr. 3, S. 171-175
- [5] *Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Schiefer, Ch.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. Z. Arb. Wiss. 64 (2010) Nr. 2, S. 101-110

Einsatz von Virtueller Realität zur Unfallverhütung und zur Usability

Peter Nickel, Andy Lungfiel, Michael Hauke,
Georg Nischalke-Fehn, Michael Huelke, Michael Schaefer
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

1 Virtuelle Realität

In der gewerblichen Wirtschaft ereignen sich jährlich ca. 50 000 Unfälle an ortsfesten Maschinen und Anlagen. Aus Unfalluntersuchungen geht hervor, dass ungefähr ein Drittel dieser Unfälle technische Ursachen hat. Viele andere Unfälle hingegen lassen sich auf Mängel in der Ergonomie und in der Usability (Gebrauchstauglichkeit) zurückführen: Missverständlich gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstellen führen zu Fehlbedienungen; Schutzeinrichtungen, die den Arbeitsfluss behindern, provozieren Manipulationen [1].

Um solche Unfälle zu verhindern und Gefährdungen weiter zu reduzieren, muss sich die Usability von Maschinen und Arbeitsmitteln erhöhen, ohne dabei die Sicherheit zu beeinträchtigen. Das heißt, Produkte und Prozesse müssen besser an den Menschen angepasst werden und an seine Fähigkeit, Informationen aufzunehmen, zu verarbeiten und umzusetzen. Es sind Methoden gefragt, mit denen sich Mängel im Miteinander von Mensch und Maschine feststellen lassen, die unterstützen, Arbeitsschutzmaßnahmen und -lösungen zu entwickeln, und die es ermöglichen, die Tauglichkeit für den Gebrauch in der Betriebspraxis zu evaluieren. Hier bietet sich Virtuelle Realität (VR) als Simulationstechnik und Methode an, da VR in der Produktion und Dienstleistung sehr vielseitig zur Analyse, Gestaltung und Evaluation, zum Training mit und zur Visualisierung von Produkten und Prozessen eingesetzt werden kann [2; 3]. In VR wird ein Teil des Arbeitsplatzes als virtuelle Welt simuliert. Der übrige Teil des Arbeitsplatzes wird real aufgebaut und mit der VR in ein Arbeitssystem integriert. Während der Bearbeitung von Aufgaben in VR verhält man sich natürlich. Man bekommt einen Eindruck von möglichen Gefährdungen am realen Arbeitsplatz, ohne sich selbst tatsächlich zu gefährden. Zur Illustration des Einsatzes von VR in der Mensch-System-Interaktion an verschiedenen Arbeitsplätzen können Abbildungen aus diesem und aus anderen Beiträgen herangezogen werden.

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) setzt VR eingesetzt, um die Sicherheit [4] und die Gebrauchstauglichkeit [5] von Produkten und Prozessen systematisch zu untersuchen. Dadurch kann zu deren ergonomischer Gestaltung [6] beigetragen werden. Aus den Ergebnissen sollen praxistaugliche Maßnahmen und Empfehlungen zur Verhütung von Unfällen und zur Vermeidung von Gefährdungen abgeleitet werden [3].

2 Virtuelle Realität im Arbeitsschutz

Erfahrungen mit einem arbeitsschutzrelevanten Einsatz von VR liegen aus vielen Anwendungsgebieten vor [2]. Der Einsatz von VR in nationalen und internationalen Arbeitsschutzorganisationen kann mit einer kleinen Auswahl illustriert werden. Im polnischen Arbeitsschutzinstitut CIOP wurden u. a. virtuelle Arbeitsszenarien mit Gabelstaplern für Trainingszwecke entwickelt [7]. Das finnische Arbeitsschutzinstitut FIOH setzte VR ein, um Arbeitsweisen zu untersuchen, mit denen Fahrer versuchen, Risiken während des Führens von Nutzfahrzeugen zu kompensieren, und um Gegenmaßnahmen zu entwickeln [8]. Gefährdungen bei der Arbeit an virtuellen und realen Pressen wurden im französischen Arbeits-

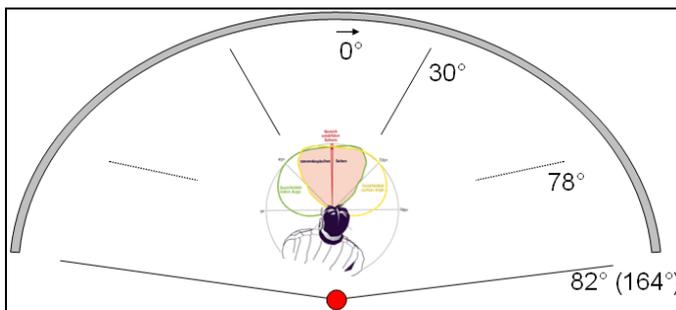
schutzinstitut INRS untersucht [9]. Die Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medien-erzeugnisse kombinierte ein physikalisches Modell eines Gabelstaplers mit einem Head-Mounted Display, in dem virtuelle Arbeitsszenarien gezeigt werden [10]. Die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie nutzt VR, um während der Anlagenplanung das Gefährdungspotenzial zu verringern [11], um mit dem Aktionsmedium „Operation Safety“ Gefahrensituationen erlebbar zu machen und sicherheitsgerechtes Verhalten zu trainieren [12].

Im IFA wurde die Arbeit im Labor SUTAVE aufgenommen. „Safety and Usability through Applications in Virtual Environments“ (SUTAVE) ist ein englischer Begriff, der für Sicherheit und Usability mithilfe von VR in der Anwendung für den Arbeitsschutz steht. Zum Thema VR im Arbeitsschutz stellt das IFA unter der Internetadresse www.dguv.de/ifa/sutave Fachinformationen zur Verfügung.

Das IFA verfügt über ein spezielles SUTAVE-Labor und ein SUTAVE-Team. Das Zentrum des Labors ist ein knapp 10 m² großer Interaktionsraum, der durch eine Projektionsfläche virtuell erweitert ist. Die stereoskopische Projektion auf 8 m Breite und 3 m Höhe ist auf einem Kreissegment aufgespannt und deckt das Blickfeld der Benutzer ab (Abbildung 1). Das Eintauchen in die virtuelle Welt wird so erleichtert und das Empfinden von Präsenz in der virtuellen Welt wird gefördert. Sofern für die Bearbeitung von VR-Vorhaben erforderlich, kann das SUTAVE-Team Anpassungen am Labor selbst umsetzen. Die virtuellen Arbeitsszenarien stellt das Team bedarfsgerecht zusammen. Den Unfallversicherungsträgern (UVT) und weiteren Kooperationspartnern bietet das Team die Abstimmung und Unterstützung im Prozess von der Definition der Untersuchungsinhalte über die Datenauswertung bis hin zur Berichterstattung und Unterstützung bei der Umsetzung in die Praxis. Das SUTAVE-Labor steht für Forschungsprojekte, Design-Reviews, Visualisierungen und Produktprüfungen mithilfe von VR zur Verfügung.

Abbildung 1:

Draufsicht auf das Kreissegment der Projektionsfläche im Blick- und Gesichtsfeld des Mitarbeiters im virtuell erweiterten Interaktionsbereich



3 Virtuelle Realität für Anwendungen im Arbeitsschutz

Das IFA setzt aktuell VR zur Bearbeitung verschiedener Projekte und Vorhaben ein, die sich nachfolgenden Themen zuordnen lassen:

1. Sicherheit und Usability in virtueller Gefahr testen; der Mensch verhält sich natürlich und ist ohne Gefährdung
2. Produktsicherheit bereits während Planung und Konstruktion mit Nutzern im Nutzungskontext evaluieren
3. Produkte und Prozesse effizient variieren und Mensch-System-Interaktion erforschen
4. Risiko-/Gefährdungsbeurteilung in VR durch Experten im Design-Review

3.1 Mit VR in Gefahr untersuchen, ohne Menschen tatsächlich zu gefährden

VR macht es möglich, dass sich Menschen auch bei virtueller Gefährdung realitätsnah verhalten. Gefahrenwirkungen können daher demonstriert werden – ohne tatsächliche Gefahr. Daher eignen sich VR-Projekte besonders gut, um für neue zukünftige Arbeitsplätze, an denen Menschen direkt mit Robotern zusammenarbeiten [13], Schutzkonzepte zu entwickeln.

Mit Untersuchungen zu Mensch-Maschine-Schnittstellen im SUTAVE-Labor kann man ermitteln, wie sich die Roboterauslegung auf die menschliche Verarbeitung von Informationen über Gefahren auswirkt (Abbildung 2). In einer Pilotstudie der Mensch-Roboter-Interaktion wurden u. a. Instrumente zur Bewertung der Gestaltung der Schnittstellen ermittelt [14], (www.arbeitsschutz-forschung.de, Projekte BGI A5110 und IFA5115). Es wird erwartet, dass Ergebnisse aus diesen VR-Projekten für Normungsgremien nutzbar werden und die UVT bei der Beratung zur Mensch-Roboter-Interaktion unterstützen können.

Abbildung 2:
Mensch-System-Interaktion während der Steuerung eines virtuellen Roboters am Arbeitsplatz mit berührungslos wirkender Schutzeinrichtung



3.2 Mit VR Produktsicherheit über den Produktlebenszyklus evaluieren

Von der Planung und Konstruktion über den Einsatz bis hin zur Entsorgung lassen sich Sicherheit und Usability von Produkten in VR evaluieren (Abbildung 3). Der Fachausschuss Förder- und Lagertechnik der UVT initiierte ein Forschungsprojekt im IFA (Projekt IFA5118 unter www.arbeitsschutz-forschung.de): Mithilfe von VR soll evaluiert werden, ob Einquetschgefährdungen durch eine innovative ergänzende Schutzmaßnahme an Hubarbeitsbühnen (HAB) [15] reduziert werden können.

Bei der Maßnahme handelt es sich um eine Not-Stopp-Funktion, die in einen Joystick zur Steuerung von HAB eingebaut werden kann [16]. Sowohl Akzeptanz, Wirksamkeit als auch Usability eines Prototyps der Maßnahme sollen in virtuellen Arbeits- und Unfallszenarien von Probanden während der Bearbeitung praxisnaher Aufgaben untersucht werden [17]. Die Schutzmaßnahme soll nicht nur wirksam vor Unfällen schützen. Sie sollte im bestimmungsgemäßen Betrieb auch nicht behindern und nicht manipuliert werden [18]. Das Projekt zeigt neue Wege der Arbeitsschutzforschung, da eine zukünftige Umsetzung der Maßnahmen frühzeitig gefördert werden kann.

Abbildung 3:
Benutzer steuert eine virtuelle Hubarbeitsbühne in einer virtuellen Arbeitsumgebung

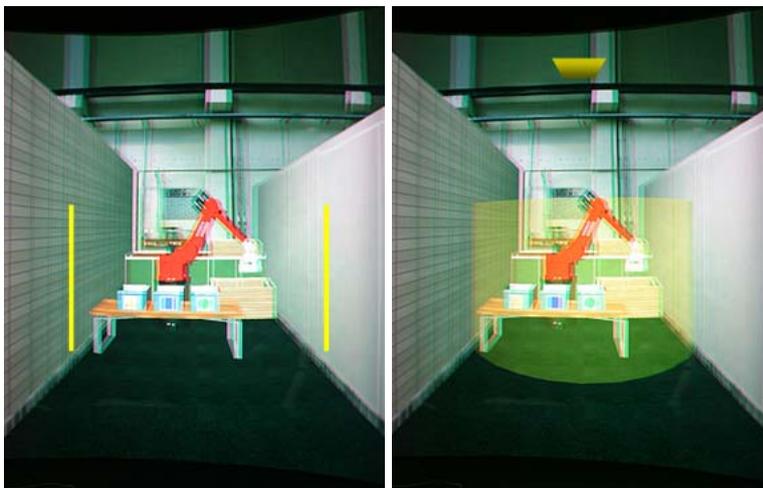


3.3 Mit VR Mensch-System-Interaktionen systematisch erforschen

Gestaltungsvarianten von oder Veränderungen an Produkten und Prozessen können in VR effektiv und effizient umgesetzt und verglichen werden. Werden Produkte und Prozesse empirisch und systematisch analysiert, gestaltet und evaluiert, lassen sich belastbare Ergebnisse dokumentieren, die als solide Basis für den nationalen und internationalen Arbeitsschutz verfügbar werden. Der Einsatz von VR reduziert auch den Aufwand für physikalische Umbauten an Maschinen und senkt den Umfang von aufwendigen Feldstudien.

Exemplarisch kann hier auf ein laufendes Projekt (www.arbeitsschutz-forschung.de; Projekt IFA5116) aufmerksam gemacht werden, das der Fachausschuss Maschinenbau, Hebezeuge, Hütten- und Walzwerksanlagen initiiert hat. Bisherige Anwendungen und Untersuchungen zu berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen beziehen sich auf zweidimensionale Überwachungsbereiche (Abbildung 4, links).

Abbildung 4:
Schutzeinrichtungen mit zwei- (links) und dreidimensionalem (rechts) Überwachungsbereich in VR



Viele Erkenntnisse dazu sind bereits in Normen [19] berücksichtigt. Bedarf an neuen Erkenntnissen gibt es für den Bereich von Schutzeinrichtungen mit dreidimensionalen Überwachungsbereichen (Abbildung 4, rechts). Das Projekt soll u. a. informieren über den Ein-

fluss der Sichtbarkeit der Schutzräume auf die Gebrauchstauglichkeit und über neue Anforderungen an den Einsatz durch die Flächen- im Vergleich zur Raumüberwachung.

3.4 Mit VR im Design-Review zur Risiko- und Gefährdungsbeurteilung

In VR können verschiedene Arbeitsabläufe für einen Design-Review [20] simuliert, animiert und nachgestellt werden. Dazu wird zurzeit ein Vorhaben mit Interessenten abgestimmt. Risiko- und Gefährdungsbeurteilungen sollen mit einem interdisziplinären Expertenteam bereits in der Planungsphase einer großtechnischen Anlage ermöglicht werden. Zu weiteren Entwicklungen zu diesem Vorhaben in Planung wird im Internet unter den Fachinformationen zu VR im IFA (www.dguv.de/ifa/sutave) berichtet werden.

4 Weitere Entwicklungen zu VR im Arbeitsschutz

Die positiven Erfahrungen aus vielen Branchen der Industrie und Dienstleistung machen VR auch für den Einsatz im Arbeitsschutz attraktiv. VR zur Unterstützung des Arbeitsschutzes verschafft der Präventionsarbeit Vorteile einer Vorlaufforschung, sodass Arbeitsschutzmaßnahmen nicht erst im Nachhinein, sondern stärker als bisher bereits während der Entwicklung von Produkten und Prozessen integriert werden können. Geplante Produkte, die sich bereits in VR gestalten lassen, können unter realitätsnahen Bedingungen im Nutzungskontext evaluiert werden. Fragen zur Sicherheit und Ergonomie können früh einbezogen werden. Eine Einführung in die Betriebspraxis kann gefördert werden. Das Arbeiten in Gefahrenbereichen lässt sich simulieren, ohne Probanden einer tatsächlichen Gefahr auszusetzen. Die Ergebnisse der Vorhaben und Projekte bilden mit Demonstrationen eine belastbare und anschauliche Basis, die für den Arbeitsschutz genutzt werden kann.

Ergebnisse aus Evaluationsstudien in VR sollten allerdings nicht unhinterfragt in die betriebliche Praxis übertragen werden. Da VR eine Simulation ist, wird sie Feldstudien nicht ersetzen, aber deren Umfang reduzieren können. Mit Informationen zur Übertragbarkeit können VR-Studien eine erste Bewertungsgrundlage für aktuelle und zukünftige Arbeits- und Unfall-szenarien bieten und eine weitere Perspektive für effektive und effiziente Präventionsmaßnahmen geben.

Literatur

- [1] *Pappachan, P.; Nickel, P.:* Mit Virtual Reality gegen Unfälle. Arbeit und Gesundheit 61 (2010) Nr. 5, S. spezial 20
- [2] *Stanney, K. M.; Cohn, J.:* Virtual environments. In: *Salvendy, G.* (Hrsg.): Handbook of human factors and ergonomics. S. 1079-1096. Wiley, Hoboken 2006
- [3] *Nickel, P.; Lungfiel, A.; Hauke, M.; Nischalke-Fehn, G.; Huelke, M.; Schaefer, M.:* Virtuelle Realität im Arbeitsschutz für mehr Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit. TS 1 (2011) Nr. 4, S. 43-47
- [4] DIN EN ISO 12100: Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung. Beuth, Berlin 2011
- [5] DIN EN ISO 9241-11: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze. Beuth, Berlin 1999
- [6] DIN EN ISO 26800: Ergonomie – Allgemeine Vorgehensweise, Prinzipien und Konzepte (Normentwurf). Beuth, Berlin 2009

- [7] *Saulewicz, A.; Myrcha, K.; Skoniecki, A.; Kalwasiński, D.:* VR fork lift simulator – challenges and limitations. Presentation, Virtsafe Workshop, 4.-6. Juli 2005, CIOP-PIB, Warschau, Polen
- [8] *Leskinen, T.:* Improving safety by interactive design and simulation in immersive virtual work space. Presentation, Virtsafe Workshop, 4.-6. Juli, 2005, CIOP-PIB, Warschau, Polen
- [9] *Marc, J.; Belkacem, N.; Marsot, J.:* Virtual reality: A design tool for enhanced consideration of usability 'validation elements'. *Safety Science* 45 (2007) Nr. 5, S. 589-601
- [10] *Barz, M.:* Mitmachaktionen für Arbeitssicherheitstage und Unterweisungen. tag für tag (2010) Nr. 2, S. 30-31.
- [11] *Kutscher, J.; Radek, E. (Hrsg.):* Mensch-Sicherheit-Technik. Gestern, Heute, Morgen (Broschüre zur AICHEMA 2003). Hrsg.: Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg 2003
- [12] *Göbel, C.:* Operation Safety – Gefahren erleben, um zu lernen. *Steine + Erden* (2004) Nr. 5, S. 6-7
- [13] *Huelke, M.; Umbreit, M.; Ottersbach, H.-J.:* Sichere Zusammenarbeit von Mensch und Industrieroboter. *Maschinenmarkt* 33 (2010), S. 32-34
- [14] *Nickel, P.; Lungfiel, A.; Nischalke-Fehn, G.; Pappachan, P.; Huelke, M.; Schaefer, M.:* Evaluation of Virtual Reality for usability studies in Occupational Safety and Health. In: Proceedings of the 6th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS 2010), 14.-15. Juni 2010, Tampere, Finnland. (S. F6043, 1-6). HFinish Society of Automation, Helsinki, Finnland 2010
- [15] *Borowski, T.:* Sicherheitsmöglichkeiten von Bedienpulten und Geländern. Einsatzmöglichkeiten für Sensor- und Steuerungstechnik. Fachtagung „Sichere Benutzung von fahrbaren Hubarbeitsbühnen“, 12. Mai 2010, Nümbrecht (siehe auch: www.bghm.de/fileadmin/downloads/Tagungsergebnisse/2011_hubarbeitsb%C3%BChnen_dresden/07_Neue_Entwicklungen_f%C3%BCr_fahrbare_Hubarbeitsb%C3%BChnen.pdf)
- [16] *Nischalke-Fehn, G.; Borowski, T.; Nickel, P.:* Einsatz von Sensor- und Steuerungstechnik zur Vermeidung von Unfällen mit Hubarbeitsbühnen. 20. Fachgespräch Maschinen- und Gerätesicherheit des IFA, 16.-17. November 2010, Sankt Augustin
- [17] *Nickel, P.; Lungfiel, A.; Hauke, M.; Nischalke-Fehn, G.; Huelke, M.:* Virtuelle Realität zur Verbesserung von Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit in der Arbeit mit Hubarbeitsbühnen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.): Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess. S. 161-164. GfA-Press, Dortmund 2011
- [18] *Apfeld, R.; Huelke, M.:* Manipulation von Schutzeinrichtungen – eine Herausforderung für neue Technologien. In: IFA-Handbuch. Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (Kennzahl 330100). Lfg. 1, VII/2009. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). Erich Schmidt, Berlin – Losebl.-Ausg. 2. Aufl. 2003
- [19] DIN EN ISO 13855: Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen. Beuth, Berlin 2010
- [20] DIN EN IEC 61160: Entwicklungsbewertung. Beuth, Berlin 2006

Konzeptive Ergonomie bei der Weiterentwicklung von Flugzeugküchen

Ingo Hermanns, Rainer Lietz, Rolf Ellegast,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

1 Einleitung

Trotz einer stetigen Entwicklung hat sich das Grundkonzept von Flugzeugküchen (Galley) seit den 1970er-Jahren nicht wesentlich verändert. Ein Grund dafür ist, dass Änderungen am Flugzeug als auch beim Catering-Konzept und den Flughäfen weltweit eingeführt werden müssen, da die Galley sich an jedem Flughafen der Welt wieder auffüllen lassen muss. Neue Konzepte im Galley-Design und im gesamten Serviceprozess müssen somit bestmöglich durchdacht und erprobt sein.

Ungefähr 60 % der Flugzeugzeit verbringen Flugbegleiter mit Arbeiten in der Galley. Verbesserungen in der Galley haben daher einen großen Einfluss auf die Effizienz und die Belastungen der Flugbegleiter. Die Probleme beim heutigen Serviceprozess sind aus ergonomischer Sicht z. B. Arbeiten in beengten Platzverhältnissen, Handhabung von Lastgewichten mit stellenweise ungünstigen Greifbedingungen, repetitive Tätigkeiten, mehrdeutige Bedien- und Verriegelungselemente sowie ein Verletzungsrisiko im Finger- und Handbereich (z. B. Quetschungen und Verbrennungen). Weiterhin ist zu bedenken, dass die Galley weltweit von weiblichen und männlichen Flugbegleitern mit unterschiedlichen Körpermaßen und Körperkräften bedient werden muss.

In der Galley gibt es deshalb eine Vielzahl von Bereichen, in denen Optimierungen notwendig sind. Derzeit entwickelt ein Flugzeughersteller ein neues Galley-Konzept, in dem bauliche und gewichtsreduzierende Verbesserungen und die Steigerungen der Sicherheit und Prozesseffizienz realisiert werden sollen. Bereits im Entwicklungsvorgang sollen auch ergonomische Optimierungen umgesetzt werden (konzipierende Ergonomie).

Die im Folgenden beschriebenen Messungen zeigen zum einen eine Möglichkeit auf, wie mit dem CUELA-Messsystem CUELA (Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) konzeptionell ergonomische Fragestellungen beantwortet werden können, zum anderen dokumentieren sie an Beispielen die Muskel-Skelett-Belastung bei Arbeiten in einer herkömmlichen Galley.

2 Methodik

In den zurzeit im Flugzeug eingesetzten Galleys werden die Tablett mit Mahlzeiten in Trolleys aufbewahrt und die Getränke sowie sonstige Kleinteile in Containern, die in der Rückwand der Galley verstaut sind. Die Rückwand ist wie ein Regal aufgebaut und bietet in drei verschiedenen Höhen Einschubmöglichkeiten für die Container (Abbildung 1). Der Container hat eine Größe von 45,5 cm x 29 cm x 27 cm (L x B x H) und kann im Extremfall bis zu ca. 19 kg schwer werden. Bei der Vorbereitung des Services werden die Container aus dem Galley-Regal gezogen, auf eine Ablagefläche gelegt, die gewünschten Getränke entnommen und die Container wieder zurück in das Regal geschoben.

Körperhaltungsmessungen wurden beispielhaft für das Herausnehmen, Absetzen und wieder Hineinschieben des Containers an einem Galley-Modell durchgeführt. Es war zunächst nicht das Ziel, Muskel-Skelett-Belastungen im gesamten Serviceprozess zu analysieren.



Abbildung 1:
Handhabung eines Containers beim
Galley-Modell; Ablagefläche ist weiß umrahmt

Zur Erfassung der Körperhaltung wurde das CUELA-System mit der Erweiterung für die oberen Extremitäten eingesetzt [1]. Die Struktur der gemessenen Tätigkeiten und Messparameter sieht wie folgt aus:

- sechs Probanden mit unterschiedlichen Körperlängen – drei weiblich (P1 bis P3), $1,68 \pm 0,03$ m groß; drei männlich (P4 bis P6), $1,79 \pm 0,13$ m groß
- zwei Stand- und Entnahmepositionen (direkt über; seitlich zur Ablagefläche)
- drei Lastgewichte von 7,7, 13,3 und 18,8 kg (letztere nur bei den männlichen Probanden)
- drei Einschubhöhen bei 112, 142 und 172 cm
- zwei Bewegungsrichtungen (hinein; heraus)
- drei Wiederholungen

Insgesamt ergeben sich aus den sechs Parametern maximal 540 Messintervalle, die beliebig kombiniert ausgewertet werden können. In jedem Messintervall erfasste das CUELA-System Daten von 29 Gelenkwinkeln und mehreren Hilfs- und Berechnungsgrößen. Die aufgrund der Messstruktur vorliegende Vielzahl von Messparametern, Messintervallen und erfassten Messgrößen hatte zur Folge, dass im ersten Schritt eine Reduzierung der Messparameter und der auszuwertenden Messgrößen folgen musste. Folgende Schritte wurden dazu vorgenommen:

- Die drei Messwiederholungen wurden zusammengefasst.
- Eine Analyse der Messgrößen bei den Bewegungsrichtungen hinein bzw. heraus zeigte, dass eine Zusammenfassung dieser beiden Bewegungsrichtungen möglich ist.
- Der Umfang der Messgrößen wurde auf die wichtigsten Gelenkwinkel sowie Hilfs- und Berechnungsgrößen reduziert. Ausgewertet wurden die Hand-Flexion (links/rechts), Ellenbogen-Flexion (l/r), Schulter-Flexion (l/r), Rumpf-Vorneigung und das äußere Lumbalmoment in L5/S1.

Mit den verbliebenen Messparametern und den reduzierten Messgrößen konnte nun der Einfluss der einzelnen Messparameter auf die Messgrößen ermittelt werden. Die wichtigste Frage war, inwieweit sich die Muskel-Skelett-Belastung, ausgedrückt durch die Beurteilung der Gelenkwinkelstellungen und des Momentes in L5/S1, in Abhängigkeit von den Messparametern Einschubhöhe, Lastgewicht, Entnahmeposition und Körperlänge ändert. Mit einem für solche strukturierten Messungen entwickelten Auswerteprogramm lassen sich die oben genannten Messergebnisse größtenteils automatisiert auswerten, wobei im Folgenden nur auf exemplarische Ergebnisse eingegangen wird.

3 Ergebnisse

Mit steigender Einschubhöhe nimmt auch die Höhe der von den Probanden eingenommenen Schultergelenk-Flexionswinkel zu (Abbildung 2, oben). Gleichzeitig kommt es zu einer zunehmenden Extensionshaltung der Wirbelsäule (negative Rumpf-Neigung nach vorne; Abbildung 2, unten). Analysiert man die Körperhaltung zusammen mit den synchronisierten Videoaufnahmen, stellt man fest, dass die Probanden versuchen, unter das Lastgewicht zu gehen, um es besser von unten stützen zu können. Dieser Effekt wird im Folgenden als „Unterlaufen“ bezeichnet und resultiert auch in einem geringer werdenden Moment in L5/S1 (Abbildung 3).

Der Einfluss der Körperlänge auf die Rumpf-Neigung und die Schultergelenk-Flexion zeigt sich in den Abbildungen 4 und 5.

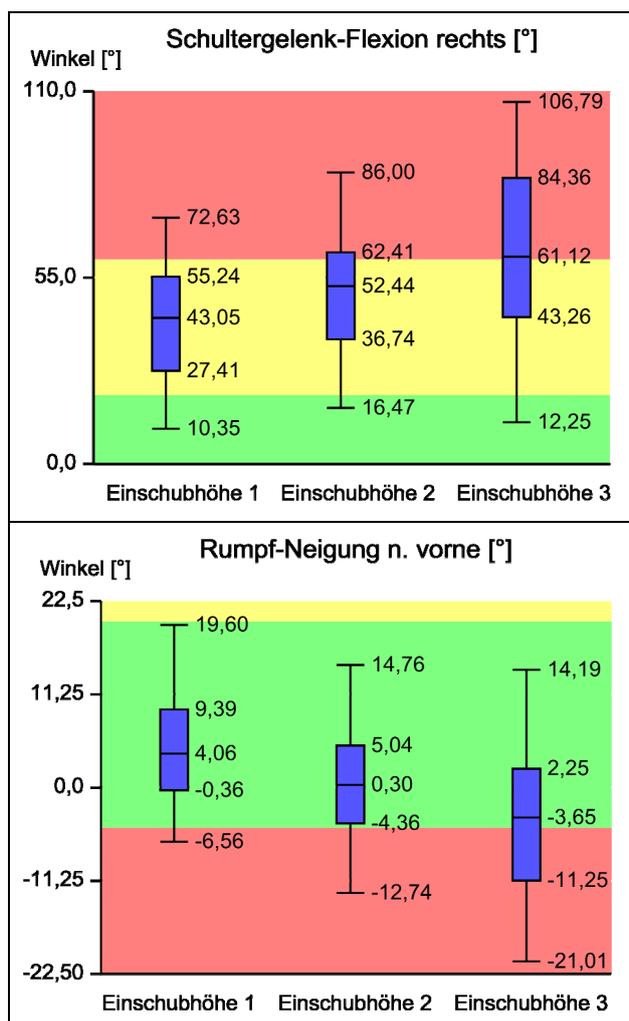


Abbildung 2:
 Oben: Schultergelenk-Flexion rechts in Abhängigkeit von der Einschubhöhe (5, 25, 50, 75, 95 Perzentil); bewertet nach DIN EN 1005-4 [2]; unten: Rumpf-Neigung (nach vorne positiv) in Abhängigkeit von der Einschubhöhe; bewertet nach ISO 11226 [3]

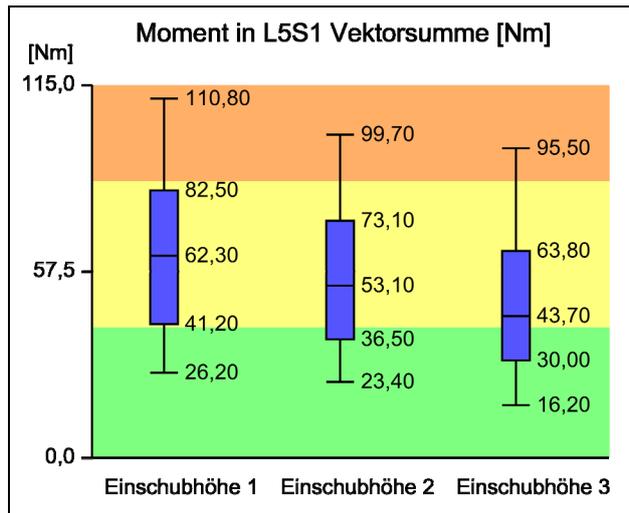


Abbildung 3:
Äußeres Lumbalmoment in L5/S1;
bewertet nach *Tichauer* [3]

Abbildung 4:
Rumpf-Neigung (nach vorne positiv) der Probanden P1 bis P6 (Körperlänge)

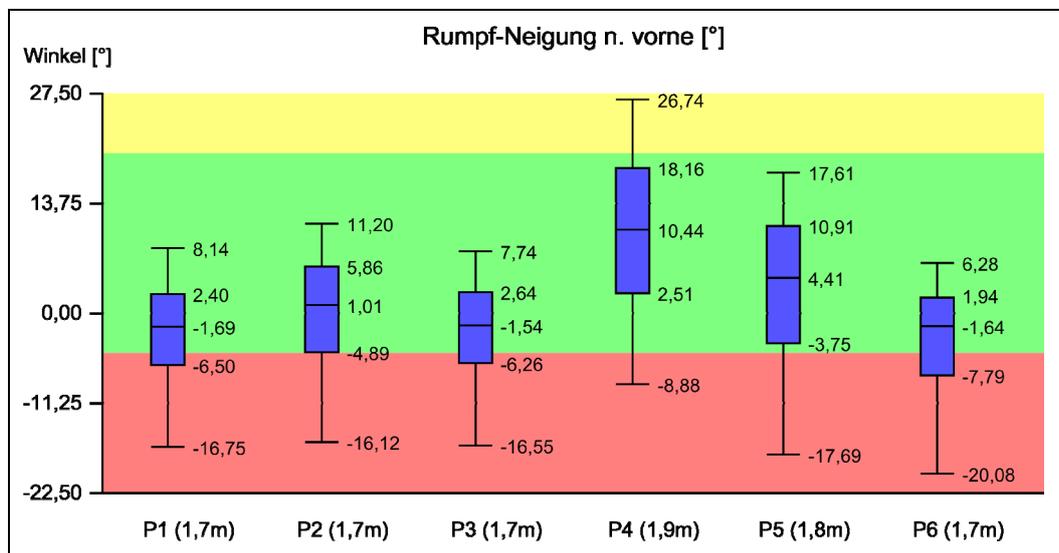
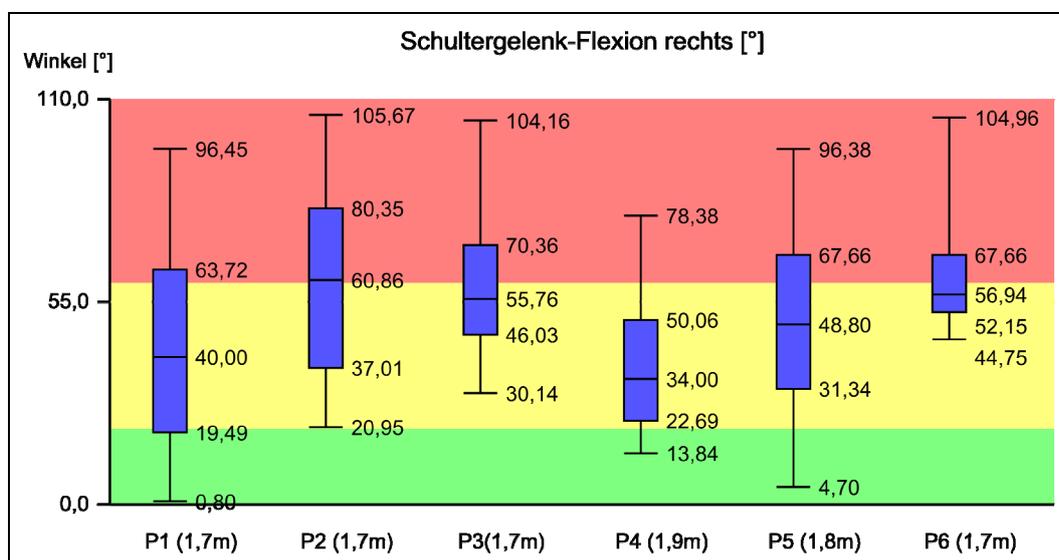


Abbildung 5:
Schultergelenk-Flexion rechts der Probanden P1 bis P6 (Körperlänge)



Der größte Proband (P4) bewegt sich bei beiden Freiheitsgraden deutlich mehr im neutralen (grün) bzw. mittleren (gelb) Bewegungsbereich. Bei kleineren Probanden ist der Anteil von Haltungen in ungünstigen Bereichen größer.

4 Zusammenfassung

Probanden mit einer geringen Körperlänge kommen schneller in einen Bereich, bei dem sie über Schulterniveau arbeiten müssen, als Probanden mit einer größeren Körperlänge. Die Probanden tendierten dazu, das Lastgewicht so nahe wie möglich am Körper zu halten und – falls möglich – sogar etwas unter das Lastgewicht zu gehen. Dieses „Unterlaufen“ des Lastgewichtes zeigt sich durch eine rückwärtige Rumpf-Neigung und eine Reduzierung des Momentes um L5/S1, da der Hebelarm zur Last kleiner wird. Bei größeren Personen ist der Effekt des „Unterlaufens“ nicht so deutlich zu sehen. Sie arbeiten auch in der oberen Einschubhöhe noch teilweise in bedingt akzeptablen Armhaltungen, haben aber etwas höhere Momente um L5/S1.

Ist der Raum vor dem Galley-Regal durch Trolleys oder die herausgezogene Ablagefläche blockiert, ist ein „Unterlaufen“ des Lastgewichtes nicht mehr möglich. Hier kommt es zu keiner auffälligen Rumpf-Neigung nach hinten und durch den größeren Hebelarm zur Last zu einem größeren Moment in L5/S1. Es ist also darauf zu achten, dass der Arbeitsbereich vor dem Galley-Regal nicht blockiert ist.

Die Auswertung der Messdaten in Abhängigkeit von den Messparametern zeigt Effekte, die zum Teil „erwartet“, aber auch „unerwartet“ waren. Sicherlich war ein ansteigender Schulter-Flexionswinkel bei der gleichzeitig steigenden Einschubhöhe zu erwarten, das Unterlaufen in seiner Deutlichkeit in den Messdaten aber nicht. Werden in der konzeptionellen Ergonomie Arbeitsplätze und die vom Menschen dort notwendigerweise eingenommenen Körperhaltung virtuell simuliert, besteht immer die Gefahr, die natürliche Bewegungsweise des Menschen ungenügend darzustellen.

Letztendlich wird die Komplexität der Beurteilung von Haltungen und Bewegungen deutlich. Reduziert man die Betrachtung auf wenige Messgrößen, z. B. das äußere Lumbalmoment in L5/S1, zeigt sich auch, dass vordergründig geringe Belastungen in der einen Messgröße mit einer Verschlechterung in anderen Messgrößen (Rumpfneigung nach hinten und Schultergelenk-Flexion) einhergehen können. Eine zusammenfassende Gesamtbeurteilung der einzelnen Messgrößen ist nach dem heutigen Wissensstand aber noch nicht ausreichend fundiert durchführbar.

Die konzeptive Ergonomie ist ein wichtiger Bestandteil in der Planung der Arbeitsumgebung sowie der Arbeitsgestaltung. Lässt sich eine Tätigkeit an einem Modell simulieren, führen Körperhaltungsmessungen zu Erkenntnissen, die durch eine rein virtuelle Simulation schwer zu identifizieren sind.

Das Konzept des Flugzeugherstellers für die zukünftige Galley realisiert eine Vielzahl von Verbesserungen. Eine integrierte Transportplattform zur generellen Reduzierung der Lastgewichtshandhabungen, optimierte Arbeitshöhen und eine reduzierte maximale vertikale Greifhöhe sollen zukünftig die hier dargestellten Belastungen durch Lastgewichtshandhabungen verringern.

Literatur

- [1] *Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Schiefer, C.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. Z. Arb. Wiss. 64 (2010) Nr. 2, S. 101-110

- [2] DIN EN 1005-4: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin 2005
- [3] ISO 11226: Ergonomics – Evaluation of working posture. International Organization of Standardization. Beuth, Berlin 2000
- [4] *Tichauer, E. R.*: The biomechanical basis of ergonomics – Anatomy applied to the design of work situations. John Wiley & Sons, New York 1978

Konzeptive Ergonomie in einem mittelständischen Unternehmen – ein Erfahrungsbericht

Peter Limke,
Berufsgenossenschaft Holz und Metall

1 Ausgangssituation

Die Aufgaben der Fachstelle „Ergonomie“ in der ehemaligen Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft (jetzt: Berufsgenossenschaft Holz und Metall) bestehen u. a. in der Beratung der Mitgliedsunternehmen und Aufsichtspersonen zu ergonomischen Fragen.

Das Unternehmen Selve GmbH fertigt in Lüdenscheid Steuerungen und Antriebe von Sonnenschutzanlagen und Rolläden. Insgesamt beschäftigt die Fa. Selve rund 250 Mitarbeiter. Über die interne Sicherheitsfachkraft hat das Unternehmen im März 2009 den Kontakt zur Fachstelle gesucht. In der Motorenfertigung hat die Geschäftsführung über einen längeren Zeitraum einen erhöhten Krankenstand festgestellt. Dies war der Anlass, die Arbeitsplätze unter ergonomischen Gesichtspunkten zu untersuchen. Durch die Ausbildung zur Sicherheitsfachkraft war dem Betriebsratsvorsitzenden bekannt, dass die Berufsgenossenschaft Beratungen zu diesem Thema anbietet.

2 Planung

Um die Vorgehensweise abzustimmen, wurde ein Vorbereitungsgespräch mit der Geschäftsführung, dem Betriebsrat und dem Ergonomieberater vereinbart. Ziel war es, die Beteiligten zu benennen und die Aufgaben zu verteilen. Ebenso wurde ein grober Terminplan für die Betriebsbesuche aufgestellt.

2.1 Vorgehensweise

Als Grundlage der ergonomischen Bewertung wurde eine Bestandsaufnahme in Form von Foto- und Filmaufnahmen der Arbeitsplätze beschlossen. Analog dazu waren seitens des Unternehmens die Beschreibungen der Arbeitsabläufe unter Angabe von Stückzahlen, Lastgewichten usw. notwendig. Aus der anschließenden Bewertung wurden Ziele und Lösungswege abgeleitet.

2.2 Beteiligte und deren Aufgaben

2.2.1 Geschäftsführung

Erfahrungsgemäß ist die Beteiligung der Geschäftsführung ein entscheidender Faktor zur erfolgreichen ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung. Nur wenn die Geschäftsführung ihre Unterstützung zusagt und einhält, kann die vorgeschlagene Vorgehensweise durchgeführt werden. Priorität hat dabei, den beteiligten Mitarbeitern die notwendige Zeit zu verschaffen. Häufig werden ergonomische Vorhaben nicht ausgeführt, weil angenommen wird, dass diese mit hohen Kosten einhergehen. Mithilfe von Wirtschaftlichkeitsberechnungen kann man in vielen Fällen aufzeigen, dass sich Investitionen in ergonomische Verbesserungen durchaus amortisieren. Zu den Aufgaben der Geschäftsführung gehört es darüber hinaus, einschlägige Regelwerke zu beschaffen und die Teilnahme an Fortbildungen zu ergonomischen Themen

zu ermöglichen. Als direkt Verantwortlicher wurde der Produktionsleiter (PL) Motorenfertigung in das Projekt einbezogen.

2.2.2 Betriebsrat

Um Vorbehalte in der Belegschaft gegen Untersuchungen durch einen Betriebsfremden – dies ist der Ergonomieberater zunächst – abzubauen, ist eine umfassende Information über das Vorhaben notwendig. Es ist immer wieder ein Thema, ob die aufgenommenen Daten zur Leistungssteigerung genutzt werden. Daher ist es Aufgabe der Arbeitnehmervertretung, innerhalb des Projektes für Transparenz bei den Mitarbeitern zu sorgen.

2.2.3 Belegschaft

Die Belegschaft des betroffenen Betriebsteils ist zur Mitarbeit aufgefordert. Es geht darum, dem Ergonomieberater offen entgegenzutreten, für Rückfragen zur Verfügung zu stehen und natürlich eigene Vorschläge zu äußern. Idealerweise geben die Personen jeweils ihre Einwilligung zu Foto- oder Filmaufnahmen.

2.2.4 Ergonomieberater

Aufgabe des Ergonomieberaters ist es, den Untersuchungsprozess von Beginn an zu leiten und zu moderieren. Eine direkte Entwurfstätigkeit im Sinne von Entwicklungsleistungen ist in diesem Falle nicht möglich. Vielmehr fungiert er als „Bibliothek“, begleitet den Lösungsprozess, vermittelt im Bedarfsfall und hilft bei der Lösungssuche. Der Berater kennt grundlegende ergonomische Gestaltungsregeln und beherrscht eine Auswahl ergonomischer Bewertungsverfahren für die betriebliche Praxis.

3 Durchführung

Von 18 Arbeitsplätzen wurden Filme und Fotos erstellt. Vorab wurden die Bilder vom Ergonomieberater gesichtet, um ein geeignetes Bewertungsverfahren auszuwählen. Damit die Beteiligten für die Zukunft ihre Tätigkeit ohne großen Aufwand selbst ergonomisch beurteilen können und weil die manuelle Lastenhandhabung in der Motorenfertigung im Vordergrund stand, wurde die Leitmerkmal-Methode „Heben, Halten Tragen“ (LMM HHT) ausgewählt.

Nach kurzer Vorstellung der LMM führten die Geschäftsführung, der Betriebsrat, der PL Motorenfertigung und drei Werkerinnen unter Teilnahme des Ergonomieberaters anhand der Filme ergonomische Bewertungen ihrer Arbeitsplätze durch. So wurden gemeinsame Beurteilungen über die Arbeitsplätze gefunden und der Handlungsbedarf an vielen Plätzen erkannt.

3.1 Ziele

Als **korrektive** Maßnahmen wurde beschlossen, die

- manuelle Lastenhandhabung zu verringern,
- Greifweiten zu optimieren und
- Arbeitshöhen anzupassen.

Als Konsequenz aus der ergonomischen Bewertung und der daraus resultierenden Umbaumaßnahme mit seinen Folgen formulierte die Geschäftsführung den entscheidenden

Gedanken: Das Unternehmen möchte nicht nur die aktuell ungünstigen Arbeitsplätze verbessern, sondern diese in Zukunft im Voraus unter ergonomischen Gesichtspunkten planen. Daher ergab sich als **konzeptive** Maßnahme, ergonomische Standards frühzeitig zu berücksichtigen

3.2 Realisierung

Kurzfristig wurden – um die Lastenhandhabung zu verringern und Arbeitshöhen sowie Greifweiten zu verbessern – hydraulische Höhenverstellungseinrichtungen an Kommissionier-tischen nachgerüstet (Abbildung) und Transportmittel ausgetauscht.

Abbildung:
Nachgerüstete Höhenverstellung an Kommissioniertischen



Als langfristige Maßnahme wurden

- ein Ergonomie-Arbeitskreis im Zuge einer Qualitätsmanagement-Maßnahme gegründet und
- ein Arbeitsvorbereiter mit Ergonomiekennntnissen eingestellt.

4 Fazit

In der Praxis ist zu beobachten, dass Unternehmen häufig Bedarf an Beratung zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung sehen. Die Beratungsanforderungen an die Fachstelle haben überwiegend kurzfristig eingreifenden Charakter. Dass ein Unternehmen sich grundlegend konzeptiv in ergonomischer oder im weiteren Sinne im Bereich des Gesundheitsschutzes ausrichten möchte, ist unserer Wahrnehmung nach zum jetzigen Stand selten, aber das Interesse ist ansteigend. Daher ist es für die Berufsgenossenschaft wichtig, weiterhin die Nähe zu den Unternehmen zu haben, um diesen die Beratungspraxis kundennah anbieten zu können. Dies erfordert eine ausreichende Anzahl gut ausgebildeter Ergonomiefachleute in den Berufsgenossenschaften.

Das ergonomische Klassenzimmer – ein Beitrag zur Guten und Gesunden Schule

Andrew Orrie¹, Thomas von der Heyden², Simone Peters², Jürgen Maue², Sandra Dantscher², Frank Breuer³, Susan Freiberg³, Renate Hanßen-Pannhausen³, Anna-Maria Hessenmöller³, Hanna Zieschang³

¹ Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)

² Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

³ Institut Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

1 Einleitung

Auf der Basis ihres Präventionsauftrags verfolgt die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) das Ziel, für mehr Sicherheit und Gesundheit in Kindertageseinrichtungen und Schulen zu sorgen. Im Schulbereich wird dazu das von der Selbstverwaltung der DGUV befürwortete Modell der „Guten und Gesunden Schule“ weiterentwickelt. Dieser Ansatz bietet viele Anknüpfungspunkte, um Sicherheits- und Gesundheitsthemen in Schulen zu integrieren und damit gleichzeitig einen Beitrag zu einer besseren Schul- und Bildungsqualität zu leisten.

Innerhalb des DGUV-Projekts „Das ergonomische Klassenzimmer – ein Beitrag zur Guten und Gesunden Schule“ wurden zur Optimierung der Lern- und Arbeitsbedingungen zwei Klassenzimmer beispielhaft umgestaltet. Diese Musterklassenzimmer sind eine anschauliche Hilfe für Schulen, Architekten und Sachkostenträger bei der Umgestaltung von Klassenzimmern.

2 Rahmenbedingungen für das Projekt

Die Umgestaltung erfolgte jeweils in einem Klassenzimmer in einer Hauptschule in Hennef (Nordrhein-Westfalen) und einer Grundschule in Dresden (Sachsen). Bei der Auswahl der Schulen wurde auf eine für die jeweilige Region typische Bausubstanz des Gebäudes und eine vergleichbare Klassenzimmergröße und -ausstattung geachtet.

Die Umgestaltung fand unter gesundheits- und lernförderlichen Aspekten statt. Der Schwerpunkt lag dabei auf vier Aspekten:

- Akustik
- Belüftung
- Ergonomie
- Beleuchtung

2.1 Akustik

Grundlage für die Anforderungen an die Nachhallzeiten und die Sprachverständlichkeit im Klassenraum ist die Norm DIN 18041 [1].

Im Klassenzimmer in der Grundschule in Dresden lagen vor der Umgestaltung aufgrund der schallharten Betondecke (Abbildung 1) keine guten akustischen Verhältnisse vor. Der Einbau einer Akustikdecke reduzierte die Nachhallzeiten und verbesserte die Sprachverständlichkeit deutlich.

Im Klassenzimmer in der Hauptschule in Hennef lag durch eine gedämmte Holzdecke bereits eine hinreichend gute Akustik vor. Diese konnte durch den Einbau einer Akustikwand im oberen Bereich der Rückwand weiter verbessert werden (Abbildung 2).



Abbildung 1:
Klassenzimmer in Dresden mit einer schallharten
Betondecke, vor der Umgestaltung



Abbildung 2:
Klassenzimmer in Hennef mit einer Akustikwand
an der Rückseite, nach der Umgestaltung

2.2 Belüftung

In beiden Klassenzimmern erfolgte der Luftaustausch vor der Umgestaltung allein über die Fenster. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei reiner Fensterlüftung eher zu wenig gelüftet wird und somit der Kohlendioxidgehalt im Klassenzimmer auf ein hygienisch bedenkliches bis inakzeptables Niveau ansteigen kann [2; 3]. Daher wurden in beiden Klassenzimmern unterhalb der Fenster jeweils zwei dezentrale Lüftungsgeräte installiert, die zu jeder Zeit eine gute Luftqualität gewährleisten.

2.3 Ergonomie

2.3.1 Ergonomie vor der Umgestaltung

Vor der Umgestaltung waren die Klassenräume an beiden Schulen mit Doppeltischen ausgestattet (Abbildung 3). Weder die Stühle noch die Tische waren höhenverstellbar. Aus Platz- und Transportgründen ließen die Doppeltische flexible Aufstellungen im Raum für verschiedene Unterrichtsformen kaum zu. Schulranzen wurden am Tisch aufbewahrt und bildeten somit erhebliche Stolpergefahren. Die Tafel war zwar höhenverschiebbar, aber fest an der vorderen Wand des Klassenraums befestigt.



Abbildung 3:
Klassenzimmer in Hennef mit reiner Fensterlüftung und Doppeltischen für die Schüler, vor der Umgestaltung

2.3.2 Ergonomie nach der Umgestaltung

Das bisherige Mobiliar wurde durch höhenverstellbare Einzeltische und Stühle ersetzt (Abbildungen 4 und 5). Die neuen Stühle erlauben ein dynamisches Sitzen. Der Lehrertisch in Dresden ist so weit höhenverstellbar, dass man an ihm auch im Stehen arbeiten kann (Abbildung 6). In Hennef ist zusätzlich zum Lehrertisch ein Stehpult vorhanden. Rollen an den Tischgestellen ermöglichen einen schnellen Wechsel der Aufstellung im Raum. Arbeitsmaterialien und Schulranzen sind in Regalen untergebracht, die auf Rollen fahrbar sind und somit als Raumteiler eingesetzt werden können. Die Tafel und Pinnwände sind auf einem flexiblen Tafel-Schienensystem an mehreren Wänden der Klasse angebracht.



Abbildung 4:
Klassenzimmer in Dresden mit dezentralen Lüftungsgeräten unter den Fenstern sowie höhenverstellbaren Einzeltischen, nach der Umgestaltung



Abbildung 5:
Klassenzimmer in Dresden mit höhenverstellbaren Einzeltischen für die Schüler, nach der Umgestaltung



Abbildung 6:
Klassenzimmer in Dresden mit höhenverstellbarem
Lehrertisch, auch für Gruppenarbeit geeignet, nach der
Umgestaltung

2.4 Beleuchtung

2.4.1 Beleuchtung vor der Umgestaltung

Die Mindestwerte für die Beleuchtungsstärke wurden nur zum Teil eingehalten und entsprachen nicht den Werten nach DIN EN 12464-1 [4]. Insbesondere die vertikale Beleuchtungsstärke vor der Wandtafel war in beiden Klassenzimmern deutlich zu niedrig. Durch die Farbgestaltung entsprach auch die Leuchtdichteverteilung im Raum zum Teil nicht den empfohlenen Werten. Der Farbwiedergabeindex der Lampen lag in Dresden unterhalb des geforderten Wertes.

Bei der natürlichen Beleuchtung wird zwar das gewünschte Verhältnis von Fenster- zu Raumgrundfläche eingehalten, der Tageslichtquotient jedoch nicht. Der Sonnenschutz bestand in Dresden aus einer mechanisch verfahrbaren und damit in der Regel in einer festen Stellung belassenen Jalousie. In Hennef stand als Sonnenschutz eine elektrisch bedienbare Außenjalousie mit halbdurchsichtigem gelbem Stoff zur Verfügung.

2.4.2 Beleuchtung nach der Umgestaltung

Zur künstlichen Beleuchtung stehen nach der Umgestaltung je nach Unterrichtssituation drei verschiedene Szenarien zur Verfügung. Die Grundbeleuchtung beträgt 500 lx bei neutralweißer Lichtfarbe. Ein Szenario zur Aktivierung der Schüler besteht aus tageslichtweißem Licht mit einer Beleuchtungsstärke von 1 000 lx. Zur Beruhigung kann warmweißes Licht bei 300 lx eingestellt werden (Abbildung 7).

Abbildung 7:
Beleuchtung im Klassenzimmer in Dresden (links) und in Hennef (rechts), nach der Umgestaltung

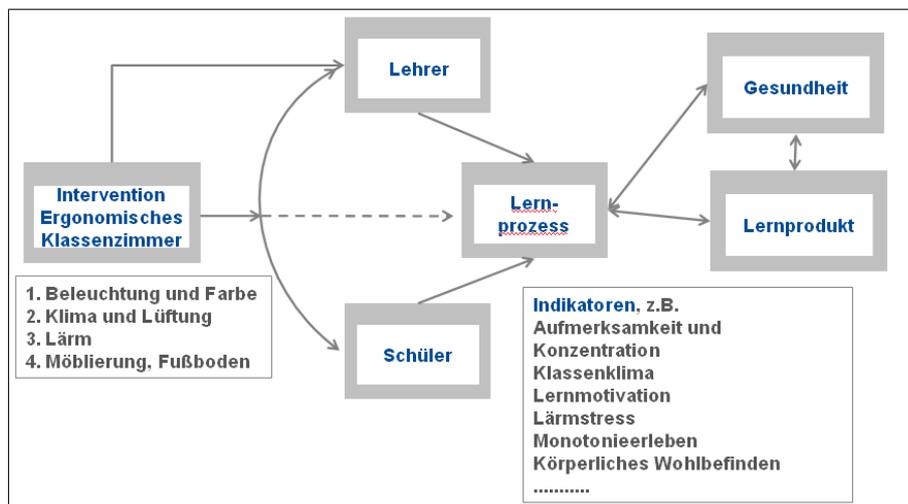


Um die natürliche Beleuchtung zu optimieren, sind in Dresden nun Jalousien mit Tageslichttransport eingesetzt. Sie sind elektrisch verfahrbar und somit leichter nutzbar als bisher. In Hennef tauschte man zum besseren Blendschutz und zur besseren Farbwiedergabe im Klassenraum den gelben Stoff der Außenjalousie gegen einen farbneutralen Stoff aus. Die Farbgestaltung der Räume und der Möblierung erfolgte nach einem psychologisch abgestimmten Konzept.

3 Evaluation

Die durch die Änderung der vier Aspekte Akustik, Belüftung, Ergonomie und Beleuchtung erreichten Effekte werden derzeit im Hinblick auf die Gesundheits- und Lernförderlichkeit evaluiert. Ziel der Evaluation ist es, zu untersuchen, ob das nach ergonomischen Gestaltungsprinzipien eingerichtete Klassenzimmer gesundheits- und lernförderlicher als ein an dieser Schule typisches Vergleichszimmer ist. Abbildung 8 gibt das zugrundeliegende Wirkmodell wieder.

Abbildung 8:
Wirkmodell, das der Evaluation zugrunde liegt



Die Untersuchung erfolgt nach einem Versuchs-Kontrollgruppen-Design mit Messwiederholung. Neben dem umgestalteten Klassenraum wird ein Vergleichsraum in die Untersuchung einbezogen, der lediglich neu gestrichen wurde. Diese geringfügige Veränderung wurde vorgenommen, damit auch die Kontrollgruppe den Eindruck hat, dass ihr Klassenraum schöner gestaltet wurde, und sie somit motiviert an den Untersuchungen teilnimmt.

Insgesamt wird es eine Messung vor sowie drei bis vier Messungen in Abständen von jeweils drei Monaten nach dem Umbau des Klassenzimmers geben. Die Erfassung erfolgt durch Selbst- und Fremdeinschätzung mithilfe verschiedener standardisierter Fragebögen sowie einer Beobachtung des Unterrichts. Des Weiteren wird der Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2 zur objektiven Erfassung der Aufmerksamkeitsleistung eingesetzt [5].

Erste Ergebnisse aus der ersten Postmessung an der Dresdner Schule zeigen, dass die Schüler die umgestalteten Parameter deutlich wahrnehmen und als angenehmer empfinden.

Literatur

[1] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen (05.04). Beuth, Berlin 2004

- [2] *Fromme, H.; Dietrich, S.; Kiranoglu, M.; Twardella, D.; Schierl, L.; Nowak, D.; Heitmann, D.; Körner, W.:* Frische Luft an bayrischen Schulen, Untersuchungen zur Verbesserung der Luftqualität. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Erlangen 2006
- [3] *Hellwig, R. T.; Antretter, F.; Holm, A.; Sedlbauer, K.:* Untersuchungen zum Raumklima und zur Fensterlüftung in Schulen. Bauphysik 31 (2009) Nr. 2, S. 89-98
- [4] DIN EN 12464-1: Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Deutsche Fassung EN 12464-1:2002 (03/03). Beuth, Berlin 2003
- [5] *Brickenkamp, R.:* Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2. 8. Aufl. Hogrefe, Göttingen 1994

ErgoKiTa – Ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen in Kindertagesstätten

Britta Weber¹, Andrea Sinn-Behrendt², Sigrid Bertzen³, Bodo Köhmstedt⁴,
Grita Schedlbauer⁵, Melanie Lorenz⁶, Karoline Bauer⁶, Ralph Bruder², Rolf Ellegast¹

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD)

³ Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW)

⁴ Unfallkasse Rheinland-Pfalz (UK RLP)

⁵ Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

⁶ Abteilung Sicherheit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung e. V. (DGUV)

1 Hintergrund

Die Tätigkeiten von Erziehern/-innen können mit hohen Belastungen des Muskel-Skelett-Systems einhergehen. So klagen in Deutschland z. B. 62 % des pädagogischen Personals in Kindertageseinrichtungen (Kitas) über Nacken- und Rückenbeschwerden [1]. Als Ursache für gesundheitliche Beschwerden werden ungünstige Arbeitshöhen, Bücken, Heben/Tragen und unbequeme Körperhaltungen genannt, wobei niedriges Sitzen in gebeugter und gedrehter Haltung häufig als wesentlichster Beschwerdeverursacher angesehen wird, vgl. z. B. [2]. In diesem Zusammenhang ist die ergonomische Arbeitsgestaltung in Kitas immer wieder Gegenstand öffentlicher Diskussionen.

Um den aktuellen Kenntnisstand zu erfassen und geeignete Präventionsmaßnahmen zu planen, hat das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) die Arbeitsgruppe „ErgoKiTa“ gegründet aus Vertretern

- der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW)
- der Unfallkasse Rheinland-Pfalz (UK RLP)
- der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)
- der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung sowie
- des Instituts für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD).

In einem ersten Schritt hat das IAD in Kooperation mit dem IFA eine Literatur- und Produktrecherche zur Belastungssituation und zu möglichen Präventionsansätzen in Kitas durchgeführt [3]. Die Literaturstudie ergab, dass bisher nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema und wenige aktuelle Zahlen zur Muskel-Skelett-Belastungssituation bei Erziehern/-innen in Deutschland vorliegen. Ferner ist der Einfluss struktureller Rahmenbedingungen, z. B. die Anzahl und Altersverteilung der betreuten Kinder, der Betreuungsschlüssel oder die Ausstattung, derzeit nicht bekannt. Aufgrund der steigenden Zahl der zu betreuenden Unter-Dreijährigen ist zu vermuten, dass sich die körperliche Belastung des pädagogischen Personals, z. B. durch vermehrtes Heben und Tragen, verändert und bisherige Studienergebnisse somit nur bedingt auf die aktuelle Situation übertragbar sind. Auch der Zusammenhang zwischen der Gesundheit der Erzieher/-innen und der Qualität von Bildungsprozessen wurde in den vorliegenden Studien nicht untersucht. Die Produktrecherche zeigte Lösungsansätze zur Belastungsreduktion auf, z. B. spezielle Tische oder Erzieher/-innen-Stühle, deren Wirksamkeit bislang jedoch nicht wissenschaftlich evaluiert wurde.

2 Interventionsstudie in Kindertageseinrichtungen

Vor diesem Hintergrund hat sich die ErgoKiTa-Arbeitsgruppe für eine Erhebung der Belastungssituation in Kitas und eine Interventionsstudie zur wissenschaftlichen Evaluation von Präventionsmaßnahmen ausgesprochen. Dazu sollen Kitas nach möglichen Einflussfaktoren auf die Belastungssituation in Kategorien eingeteilt und in einer Ist-Zustands-Analyse die physische und psychische Arbeitssituation in mehreren Einrichtungen ermittelt werden. Aus den Ergebnissen der Ist-Zustands-Analyse sollen dann Präventionsmöglichkeiten abgeleitet und die Kitas bei deren Umsetzung unterstützt werden. Die Wirksamkeit der Maßnahmen soll u. a. mittels standardisierter Fragebögen und physiologischer Messungen evaluiert werden.

2.1 Kategorisierung von Kindertageseinrichtungen hinsichtlich der strukturellen Rahmenbedingungen

Um eine Kategorisierung von Kitas hinsichtlich der strukturellen Einflussfaktoren vornehmen zu können, wurde ein Fragebogen entwickelt, der die Rahmenbedingungen der Arbeit von pädagogischem Personal in Kitas ermittelt. Folgende Bedingungen werden mit dem Fragebogen erfasst:

- Altersstruktur der Kinder
- Betreuungsschlüssel/Gruppengröße/Gruppenkonzept
- Größe der Einrichtung/Räumlichkeiten
- Alter der Erzieher/-innen
- Beschäftigungsumfang/Beschäftigungsdauer
- Qualifikation/Ausbildungsinhalte
- pädagogisches Konzept der Einrichtung
- Träger der Einrichtung
- soziale Rahmenbedingungen (z. B. Einzugsgebiet).

Zusätzlich erfasst der Fragebogen, ob in der Einrichtung bereits Muskel-Skelett-Beschwerden aufgetreten sind, welche Ursachen ggf. verantwortlich gemacht werden und ob bzw. welche Maßnahmen zur Gesundheitsförderung früher bereits durchgeführt wurden. Außerdem sollen die Befragten die vorliegenden Rahmenbedingungen persönlich einschätzen.

Dieser Fragebogen wird derzeit von den Vertretern der Unfallkassen Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen im Rahmen von Leitungs-Seminaren sowie über den Außendienst verteilt. Darüber hinaus ist eine postalische Versendung des Kategorisierungs-Fragebogens an eine Zufallsauswahl aus der Adressdatenbank der BGW geplant. Jeweils 80 Fragebögen sollen an Kitas in Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz versendet werden.

Die Befragung geschieht anonym und freiwillig. Über ein zusätzliches Kontaktformular, das getrennt zurückgesendet wird, können die befragten Kitas ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der geplanten Interventionsstudie signalisieren.

Die ermittelten Strukturen sollen zu einer ersten Einschätzung unterschiedlicher Interventionsbedarfe genutzt werden. Hierzu sollen drei Kategorien gebildet werden: geringer, mittlerer und hoher Interventionsbedarf. Nach Auswertung der Fragebögen werden mindestens 21 der an der Projektteilnahme interessierten Kitas ausgewählt, die in unterschiedlichem

Umfang in die Studie eingebunden werden. Für eine vertiefende Untersuchung sowie für eine mögliche Implementierung von Interventionsmaßnahmen sollen davon aus jeder Kategorie jeweils drei repräsentative Kitas ausgewählt werden. Zwei weitere Kitas (jeweils eine Einrichtung aus den Kategorien hoher und mittlerer Interventionsbedarf) sollen für die Studie als Kontrollgruppe dienen.

2.2 Arbeitsplatzanalyse bei pädagogischem Personal in Kindertageseinrichtungen (Ist-Zustands-Analyse)

Während der Ist-Zustands-Analyse sollen alle 21 Kitas zur Ermittlung der subjektiven Beanspruchung und der körperlichen Beschwerden befragt werden. Hierfür soll, ausgehend von etablierten Instrumenten, ein neuer Fragebogen entwickelt werden. Die Grundlage bilden dabei Standardverfahren, wie der Work-Ability-Index (WAI), die Beschwerdeskala nach *Corlett-Bishop* und der Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ). Zudem werden speziell für Studien zum Thema „Erzieher/-innen-Gesundheit“ entwickelte Verfahren, wie die Prüfliste zu Belastungen bei Erzieher/-innen (PBE) und Checklisten zur Erfassung des Belastungserlebens, des Wohlbefindens sowie von Gesundheitsressourcen [4] als Ergänzung herangezogen.

In den für vertiefende Untersuchungen ausgewählten neun Kitas sowie in den zwei als Kontrollgruppe ausgesuchten Einrichtungen soll neben den Befragungen eine genaue Erfassung von objektiven Belastungsparametern durchgeführt werden. Die Erfassung soll mithilfe von Fremdaufschreibungen sowie unter Einsatz des videogestützten CUELA-Systems (Körperhaltungsmessung, biomechanische und ergonomische Analyse; CUELA = Computerunterstützte Erfassung und Langzeitanalyse von Muskel- und Skelettbelastungen) erfolgen. Ferner ist in diesen elf Einrichtungen eine orientierende Messung von Arbeitsumgebungsfaktoren, wie z. B. Lärm, geplant. Die Methoden Fremdaufschreibung und CUELA-Messung werden im Folgenden kurz skizziert.

2.2.1 Fremdaufschreibung

Die Fremdaufschreibung erfolgt über ein computerbasiertes Erfassungsgerät (Ultra Mobile PC). Arbeitsabläufe und arbeitsplatzspezifische Belastungen in Kitas werden hierbei anhand eines Tätigkeitserfassungsprogramms ermittelt, dessen Kategoriensystem für ein Pilotprojekt zur Erfassung von Tätigkeitsabläufen im Erzieher/-innen-Beruf konzipiert wurde [5; 6] und das an die aktuellen Forschungsfragen angepasst wird. In dem Pilotprojekt konnte gezeigt werden, dass die Methode auch die Erfassung von Arbeitsabläufen mit einer hohen Anzahl zeitlich kurz nacheinander auftretender Tätigkeiten ermöglicht. Das Verfahren erlaubt die parallele Erfassung unterschiedlicher Teiltätigkeiten und damit verbundener Anforderungen an das pädagogische Personal (z. B. Spielbeaufsichtigung der Kinder und Fachgespräch mit einer Kollegin ebenso wie die parallele Erfassung möglicher Beanspruchungen (z. B. Regulationshindernisse). Die computerbasierte Beobachtung der Arbeitsabläufe soll schichtbegleitend an mehreren Tagen bei mindestens einer Erzieherin/einem Erzieher je Kita durchgeführt werden.

2.2.2 Belastungsmessung mit CUELA

Mit dem mobilen Messsystem CUELA werden die Belastungen auf das Muskel-Skelett-System objektiv erfasst. Über Bewegungssensoren, die an der Versuchsperson angebracht sind, nimmt das System eine Langzeiterfassung von Belastungsfaktoren (Körperbewegungen, -haltungen und -kräfte) unter realen Arbeitsplatzbedingungen vor [7]. Die zugehörige Software erlaubt eine automatisierte Auswertung der Messdaten nach arbeitswissen-

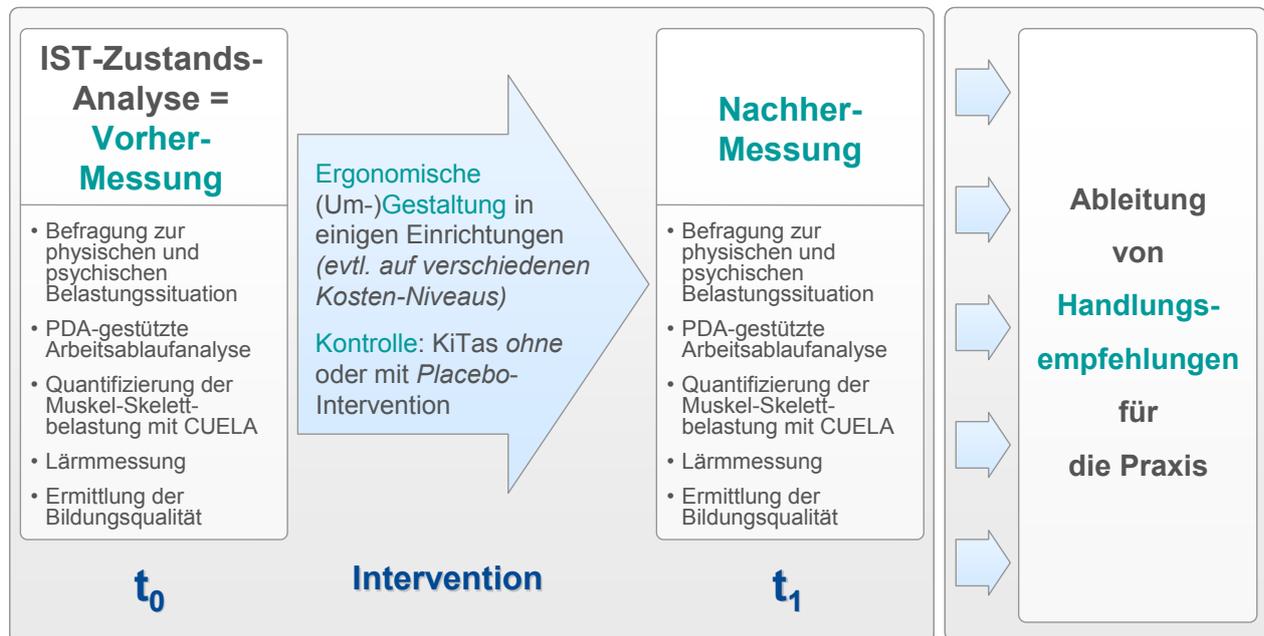
schaftlichen und biomechanischen Bewertungskriterien. Die Messungen werden zusätzlich durch Videoaufnahmen dokumentiert, sodass eine spätere Zuordnung der Belastungsmesswerte zu den entsprechenden Arbeitssituationen möglich ist. Die CUELA-Software wird für das Forschungsprojekt derart angepasst, dass die ermittelten Belastungen auch den über die o. g. computergestützte Beobachtung erfassten Tätigkeitsklassen zugeordnet werden können. In jeder der elf Kitas sind Schichtaufnahmen mit dem CUELA-System bei mindestens zwei Erzieher/-innen geplant.

Die objektive Beurteilung der individuellen Beanspruchung soll durch klassische Messverfahren, wie der Messung der Herzschlagfrequenz (ebenfalls erfassbar mit dem CUELA-System), vorgenommen werden. Insgesamt können durch die Verknüpfung der subjektiven und objektiven Analyseverfahren die wesentlichen Belastungsengpässe für das pädagogische Personal aufgezeigt werden.

Unter der Prämisse, dass die Erzieher/-innen-Gesundheit auch in Zusammenhang mit der pädagogischen Qualität von Bildungsprozessen stehen kann, soll außerdem eine Fremdeinschätzung der pädagogischen Güte – z. B. unter Einsatz der Kindergarten-Einschätz-Skala (KES-R) und der Krippenskala (KRIPS-R) – in den Kitas erfolgen, in denen Interventionen durchgeführt bzw. die als Vergleichsgruppe teilnehmen werden.

Alle beschriebenen Verfahren dienen gleichzeitig sowohl der Ermittlung der aktuellen Belastungssituation im Rahmen der Ist-Zustands-Analyse als auch der Messung der Ausgangssituation (t_0) bei den an der Interventionsstudie teilnehmenden Einrichtungen. Hier werden die Verfahren zur Nachher-Messung (t_1) erneut eingesetzt (Abbildung).

Abbildung:
Ablaufplan der Interventionsstudie



2.3 Ergonomische Gestaltung in der Praxis

Anhand der Ergebnisse der Ist-Zustands-Analyse sollen geeignete ergonomische Präventionsmaßnahmen abgeleitet werden. Bei den möglichen Gestaltungsmaßnahmen und Lösungsansätzen sollen Praktikabilität und Kosten berücksichtigt werden. Es ist geplant, eine individuelle Konzeption und Betreuung der Umgestaltungsmaßnahmen in den Einrichtungen vorzunehmen. Dabei soll gemeinsam mit den Betroffenen überlegt werden,

welche Umgestaltungsmaßnahmen geeignet sind. Hierbei müssen individuelle Rahmenbedingungen, wie finanzielle oder bauliche Gegebenheiten, berücksichtigt werden. Zum Beispiel sind Ansätze auf verschiedenen Kostenniveaus angedacht.

Mögliche Maßnahmen betreffen beispielsweise die Arbeitsorganisation oder die Arbeitsplatzgestaltung. Hier sind bauliche Umgestaltungen sowie Veränderungen des Mobiliars denkbar. Hinsichtlich des Mobiliars existieren verschiedene Lösungsansätze, z. B. spezielle Erzieher/-innenstühle, Hochstühle für Kinder, zargenfreie Tische oder höhenverstellbare Wickeltische. Als kostengünstige Hilfsmittel können Keilkissen, Kniekissen o. Ä. eingesetzt werden. Zudem ist die Teilnahme an Seminaren denkbar, z. B. zu den Themen Verhaltensergonomie, Stressmanagement oder Rückentraining.

2.4 Ergebnisevaluation

Nach Umsetzung der Lösungsvorschläge werden die Maßnahmen in einem angemessenen Zeitabstand auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Diese Prüfung wird im Sinne einer Post-Erhebung mit denselben Methoden erfolgen, die bereits zur Ableitung der Belastung, Beanspruchung und pädagogischen Qualität vor der Intervention (Abbildung 1) eingesetzt wurden. Workshops sollen Hinweise zur Akzeptanz der Maßnahmen geben.

Der Zeitpunkt, zu dem mit der Evaluation der implementierten Maßnahmen begonnen wird, ist davon abhängig, ob mit einem raschen oder verzögerten Wirkungseintritt zu rechnen ist und wie viel Zeit bis zur vollständigen Umsetzung einer Maßnahme vergeht, da z. B. der Zeitbedarf für Umbauten größer ist als für Neuanschaffungen von Mobiliar.

Nach Auswertung der erhobenen Daten sollen aus den Ergebnissen Empfehlungen für die Praxis abgeleitet werden. Neben der Aufbereitung zu Handlungsanleitungen ist auch eine Nutzung der Ergebnisse bei der Neukonzipierung von Schulungen für die Zielgruppen (Erzieher/-innen, Führungskräfte von Kitas, Arbeitnehmervertretung etc.) vorstellbar.

Literatur

- [1] *Seibt, R.; Khan, A.; Thinschmidt, M.; Dutschke, D.; Weidhaas, J.*: Gesundheitsförderung und Arbeitsfähigkeit in Kindertagesstätten – Einfluss gesundheitsförderlicher Maßnahmen auf die Arbeitsfähigkeit von Beschäftigten in Kindertagesstätten und Beiträge zur Netzwerkbildung. NW-Verlag, Bremerhaven, 2005
- [2] *Krause, J. von; Drenckberg, K.; Ludwig, S.; Seßlen, K.*: Gesundheitsförderung für Erzieherinnen – Gesundes Arbeiten in Kindertagesstätten. Hrsg.: Bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband, Bayerische Landesunfallkasse und ver.di Bayern, München 2004
- [3] *Sinn-Behrendt, A.; Bopp, V.; Bruder, R.*: Literatur- und Produktrecherche zu möglichen Präventionsmaßnahmen zur Reduktion von Muskel-Skelettbelastungen bei Erzieherinnen und Erziehern. Hrsg.: Institut für Arbeitswissenschaft, Darmstadt 2010
- [4] *Rudow, B.*: Arbeitsschutz, Belastungen und Belastungsbewältigung bei Erzieherinnen (ABBE-Projekt). Hrsg.: M4-Institut an der Hochschule Merseburg, Merseburg & Viernheim, 2007
- [5] *Kusma, B.; Nienhaus, A.; Spallek, M.; Quarcoo, D.; Groneberg, D.; Mache, S.*: Bidirectional assessment of stress, job satisfaction and work ability of educators in day care centres: a real-time observation study – the study protocol (BASE). *J. Occup. Med. Toxicol.* 5 (2010), Artikel 16

- [6] *Mache, S.; Scutaru, C.; Vitzthum, K.; Gerber, A.; Quarcoo, D.; Welte, T.; Bauer, T.T.; Spallek, M.; Seidler, A.; Nienhaus, A. et al.*: Development and evaluation of a computer-based medical work assessment programme. *J. Occup. Med. Toxicol.* 3 (2008), Artikel 35

- [7] *Ellegast, R.; Hermanns, I.; Schiefer, C.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. *Z. Arbeitswiss.* 2 (2010), S. 101-111

Defizite und Kompetenzen bei Älteren: Wie lassen sie sich erfahrbar machen?

Susan Freiberg¹, Hanna Zieschang¹, Michael Falkenstein²

¹ Institut Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

² Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund

Im Alter treten in unterschiedlicher Ausprägung typische Veränderungen auf. Dazu gehören viele Fähigkeiten, die im Laufe des Lebens erst ausgeprägt werden oder reifen bzw. vom Prozess des Alterns unberührt bleiben. Im fortgeschrittenen Alter treten aber auch Leistungsbeeinträchtigungen auf, z. B. nimmt die körperliche und physiologische Leistungsfähigkeit meist ab. Die nachlassenden Fähigkeiten, wie z. B. beim Sehen oder Hören können durch Simulationen gut nachempfunden werden. Diese Simulationen fanden schon häufig Anwendung in Veranstaltungen des Instituts für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG). Schwerer dagegen ist es, Fähigkeiten nachzubilden, die vom Alter unberührt bleiben bzw. sich im Laufe des Lebens entwickeln und verbessern. Tests, die zeigen, dass ältere gegenüber jüngeren Personen in bestimmten Bereichen gleich gut oder sogar besser abschneiden, wurden bereits erprobt und werden weiter entwickelt.

1 Einführung

Viele Eigenschaften des Menschen ändern sich im Lebensverlauf. Meist treten eher die Eigenschaften oder Fähigkeiten alternder Menschen in den Vordergrund, die schlechter werden oder abnehmen. Dies sind vor allem körperliche und physiologische Leistungen: Dazu zählen z. B. verminderte Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane, Einschränkungen der allgemeinen Beweglichkeit, Abnahme der muskulären Leistungsfähigkeit, Abnahme der kardipulmonalen Leistungsfähigkeit sowie Abnutzung von Knorpeln, Gelenken und Knochen. Aber auch Teile psychologischer Kompetenzen wie fluide Intelligenz oder Verarbeitungsgeschwindigkeit sind betroffen [1].

Aber es gibt auch Fähigkeiten, die vom Alter nicht tangiert werden bzw. sich sogar erst entwickeln. Dazu zählen z. B. Lebens- und Berufserfahrung, Expertenwissen, sprachliche Kompetenz, ganzheitliche Sichtweise auf Probleme, soziale und kommunikative Kompetenzen, Pflichtbewusstsein und Zuverlässigkeit.

2 Methode

Die nachlassenden Fähigkeiten lassen sich in Simulationen gut nachbilden bzw. auch für jüngere Menschen ansatzweise erlebbar machen, um Teilnehmer von Seminaren und Veranstaltungen des IAG oder auch Besucher auf Messen, Gesundheitstagen usw. für das Thema zu sensibilisieren. Zur Simulation nachlassender Sehleistungen werden Brillen (Abbildung 1) genutzt, die diverse Augenerkrankungen, die im Alter auftreten können, nachbilden, z. B. Maculadegeneration, Diabetische Retinopathie, Katarakt (Grauer Star), Glaukom (Grüner Star), 20/50/80 % Restsehfähigkeit.

Das im Alter veränderte Hörvermögen bis hin zur Lärmschwerhörigkeit ist in verschiedenen Hörbeispielen (Abbildung 1) aus Beruf und Alltag dargestellt (z. B. CD-ROM der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA). Eindringlich wird gezeigt, wie z. B. Arbeitsgeräusche, Straßengeräusche, Musik, Sprache oder Störgeräusche bei unterschiedlich fort-

geschrittener Hörschädigung wahrgenommen werden und wie gravierend die Konsequenzen für den beruflichen und persönlichen Alltag sind.

Den nachlassenden Tastsinn kann man nachempfinden, in dem man mit Handschuhen versucht, verschiedene Gegenstände und deren Unterschiede in Fühlboxen zu ertasten (Abbildung 1).

Abbildung 1:
Einsatz von Simulationsmodellen zum Sehen, Hören und Fühlen bei
Demografie-Veranstaltungen des IAG (Fotos: IAG/Floss)



Die sich im Alter positiv entwickelnden Fähigkeiten können dagegen nur sehr schwer per Simulationen nachempfunden werden. Für die Sensibilisierung der Teilnehmer in Veranstaltungen des IAG zum Thema Defizite und Kompetenzen im Alter sind einerseits die Simulationen der nachlassenden Fähigkeiten bedeutend, aber auch solche, die sich entwickelnde Fähigkeiten zeigen. Die Veranschaulichung der positiven Entwicklungen im Alter soll das immer noch weit verbreitete Defizitmodell widerlegen. Im IAG wurde deshalb nach Möglichkeiten recherchiert, wie man neben den Simulationen zu möglichen Einschränkungen im Alter in kurzer Zeit auch die Kompetenzen darstellen kann. Es gibt Tests, die im kognitiven Bereich Vergleiche zwischen jüngeren und älteren Personen aufzeigen können. Diese Tests bestätigen das Wissen, dass ältere Personen im Bereich der kristallinen Intelligenz oft besser abschneiden als jüngere.

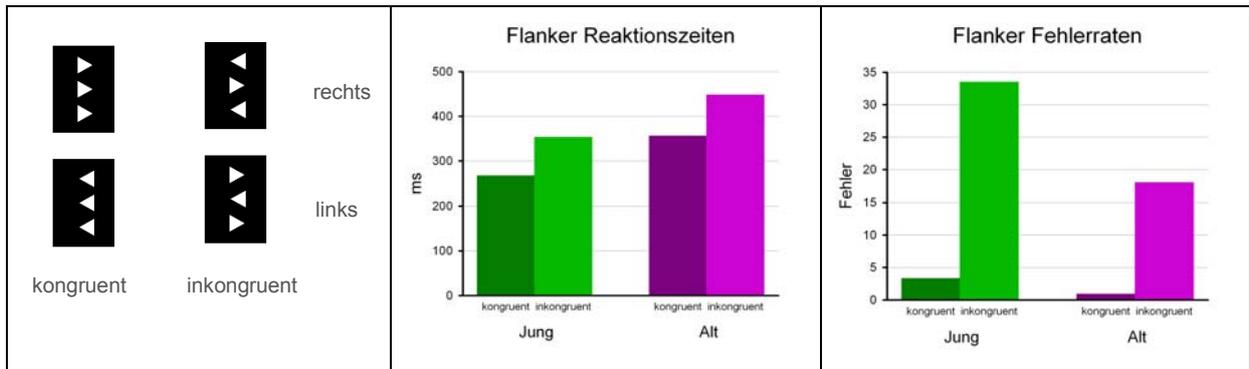
In Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo) wurden dem IAG Tests zur Verfügung gestellt, die dieses zeigen. Dazu zählt der Mehrfachwahl-Wortschatz-Test [2], die Flankierreiz-Aufgabe nach *Kopp* [3] und ein Doppelpfeilttest nach *Falkenstein* [4].

3 Ergebnisse und Diskussion

Beim Mehrfachwahl-Wortschatztest nach *Lehrl* [2] schneiden ältere Personen in der Regel besser ab als jüngere. Die Älteren finden eher die sinnvollen Wörter unter den Unsinnwörtern heraus, sie profitieren von ihrem Erfahrungswissen. 6 000 Teilnehmer führten diesen Test durch. Personen unter 50 Jahren haben durchschnittlich 27 von 37 Fragen richtig beantwortet (= 72 % richtig). Personen über 50 Jahren durchschnittlich 33 von 37 Fragen (= 89 % richtig) [5].

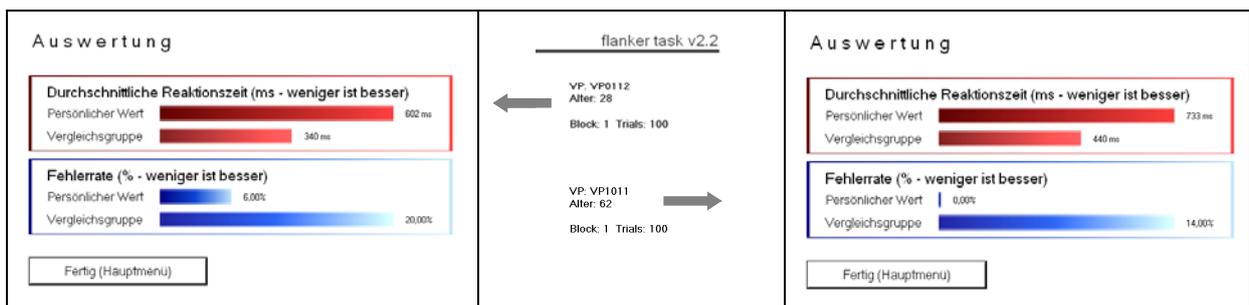
Die Flankierreiz-Aufgabe nach *Kopp* [3] (Abbildung 2) absolvieren die Älteren ebenfalls besser. Zwar sind sie etwas langsamer, machen aber nur halb so viele Fehler wie die Jüngeren [6]. Reagiert werden soll auf den mittleren von drei Pfeilen. Ober- und unterhalb des Zielpfeils werden vorzeitig Flankierreize eingeblendet. Dadurch werden die Versuchspersonen zum verfrühten Reagieren animiert. Die Jüngeren sind dabei besonders voreilig, was zu einer höheren Fehlerzahl führt.

Abbildung 2:
Flankierreiz-Aufgabe nach *Kopp* (links); Auswertung einer Testreihe zur Flankierreiz-Aufgabe von *Wild-Wall* et al. [6] (rechts)



Personen, die während einer Demografie-Veranstaltung des IAG diese Aufgabe durchführten, erzielten vergleichbare Ergebnisse (Abbildung 3).

Abbildung 3:
Auswertungsbeispiele der Flankierreiz-Aufgabe nach *Kopp*



Aufschluss über den Grund des Vorteils Älterer können aus dem Elektroenzephalogramm (EEG) abgeleitete ereigniskorrelierte Potenziale (EKP) geben. Hier werden einzelne Verarbeitungsschritte in ihrer Intensität und ihrem Zeitverlauf abgebildet [7]. Beispielsweise konnte bei einer ähnlichen Aufgabe gezeigt werden, dass die Verlangsamung und höhere Genauigkeit älterer Personen nicht auf eine sensorische oder kognitive Verzögerung, sondern auf einen verzögerten Aufbau der zentralen Motorik zurückzuführen war [8]. Ältere nehmen möglicherweise den Reiz zur gleichen Zeit wahr wie Jüngere, entscheiden sich auch zeitgleich für die zu drückende Taste, aber es dauert etwas länger, bis sie letztendlich die Taste drücken. Das heißt, sie sind etwas vorsichtiger bei der motorischen Ausführung.

Hingegen zeigte sich für einen von *Falkenstein* et al. entwickelten Doppelpfeil-Test, bei der je nach Farbe auf den äußeren oder den inneren Pfeil reagiert werden soll, dass ältere Personen langsamer reagieren und eine deutlich höhere Fehlerquote gegenüber den jüngeren erreichen (Abbildung 4). Hierbei zeigt sich also ein gewisses Defizit der Älteren.

Vergleichbare Ergebnisse wurden auch bei dem Doppelpfeil-Test während einer Veranstaltung des IAG erzielt (Abbildung 5).

Das flexible und schnelle Umschalten zwischen Regeln unter Ablenkbedingungen, wie in der Doppelpfeilaufgabe, gehört zur sog. fluiden Intelligenz, die im Alter abnimmt. Wie aktuelle Studien zeigen, z. B. [4; 9], können im Bereich der fluiden Intelligenz jedoch bestimmte Fähigkeiten trainiert werden. Bereits entwickelte Übungssequenzen zum Training der fluiden Intelligenz werden demnächst im IAG eingesetzt und getestet. Anschließend werden durch Tests der Trainingsfortschritt und der Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten ermittelt sowie

die Ergebnisse der älteren und jüngeren Personen verglichen. Außerdem soll dargestellt werden, ob und wieweit Altersstereotype die Testergebnisse beeinflussen. Die Übungssequenzen und Tests sind so zu gestalten, dass sie – ähnlich wie die eingesetzten Alterssimulationen – in kurzer Zeit die sich im Alter entwickelnden Fähigkeiten erlebbar machen und somit in Seminaren und Veranstaltungen einsetzbar sind.

Abbildung 4:

Doppelpfeil-Test nach *Falkenstein* (links): blau: Reaktion in Richtung des inneren Pfeils, gelb: Reaktion in Richtung des äußeren Pfeils; Auswertung eines Doppelpfeil-Tests (rechts)

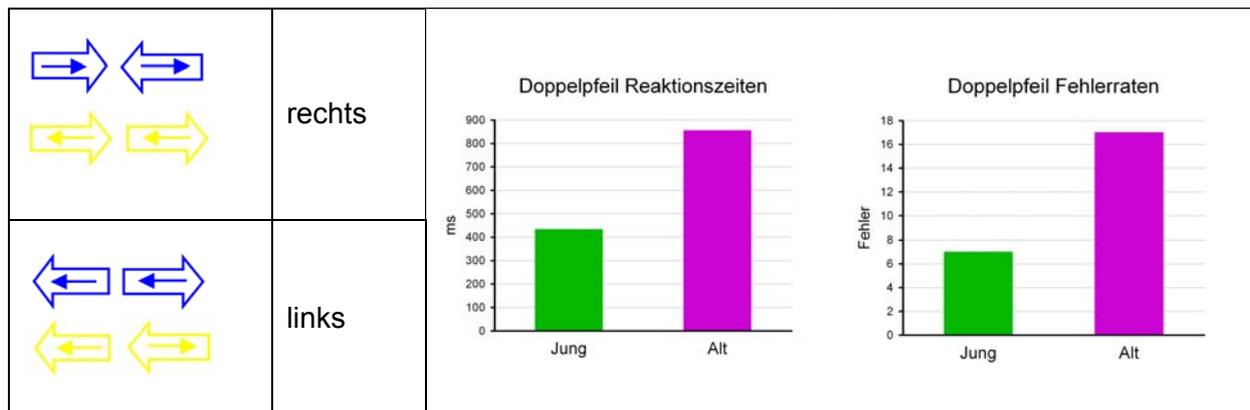
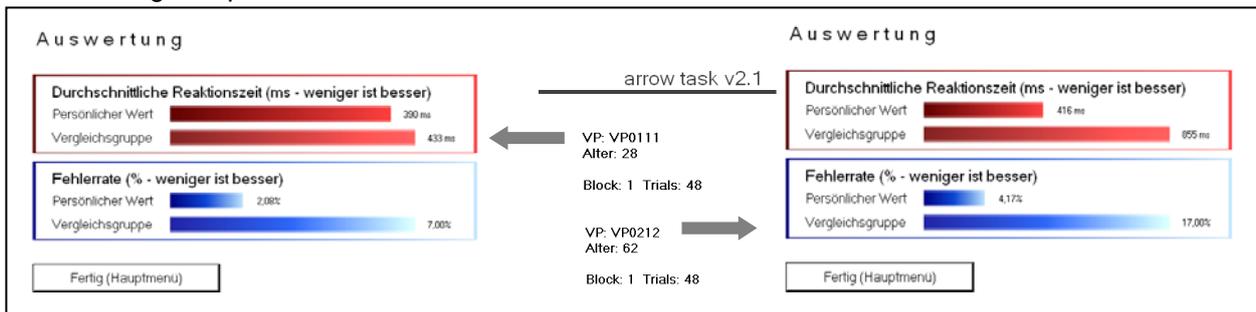


Abbildung 5:

Auswertungsbeispiele des Pfeil-Tests nach *Falkenstein*



4 Literatur

- [1] *Martin, M.; Kliegel, M.:* Psychologische Grundlagen der Gerontologie. 3. Aufl. Kohlhammer, Stuttgart 2010
- [2] *Lehrl, S.:* Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest MWT-B. Spitta, Balingen 2005
- [3] *Kopp, B.; Rist, F.; Mattler, U.:* N200 in the flanker task as a neurobehavioral tool for investigating executive control. *Psychophysiology* 33 (1996), S. 282-294
- [4] *Gajewski, P. D., Wipking, C.; Falkenstein, M.; Gehlert, T.:* Dortmunder Altersstudie: Studie zur Förderung der Hirnleistungsfähigkeit bei Älteren. Forschungsbericht; VV04. Hrsg.: GDV, Unfallforschung der Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, Berlin 2010
- [5] wdr, Quarks & Co, 2008, www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2008/0422/flash/experiment_flash.jsp (22.02.2011)

- [6] *Wild-Wall, N.; Falkenstein, M.; Hohnsbein, J.:* Flanker interference in young and older participants as reflected in event-related potentials. *Brain Research* (2008) Nr. 11, S. 72-84.
- [7] *Gajewski, P. D.; Wild-Wall, N.; Hoffmann, S.; Falkenstein, M.:* Ereigniskorrelierte Potenziale: Ansatz, Parametrisierung und Analyseverfahren. *Neuroforum: Perspektiven der Hirnforschung* 15 (2009), S. 124-129
- [8] *Yordanova, J.; Kolev, V.; Hohnsbein, J.; Falkenstein, M.:* Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor-generation processes: evidence from high-resolution event-related potentials. *Brain* 127 (2004), S. 351-362
- [9] *Zinke, K.; Zeintl, M.; Eschen, A.; Herzog, C.; Kliegel, M.:* Potentials and limits of plasticity induced by working memory training in old-old age. Manuscript submitted for publication

Kraftatlas zur ergonomischen Bewertung kraftbetonter Tätigkeiten

Ulrich Glitsch¹, Nicole Lundershausen¹, Rolf Ellegast¹, Jurij Wakula²,
Knut Berg², Karlheinz Schaub², Ralph Bruder², Christoph Hecker³

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD)

³ Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)

1 Einleitung

Die Bewertung von kraftbetonten Tätigkeiten im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung oder der Planung neuer Arbeitsplätze war bisher nur begrenzt möglich. Insbesondere bei Kraftausübungen in nicht aufrechten Körperhaltungen, wie sie häufig z. B. im Automobil-/Nutzfahrzeugbau und der Flugzeugindustrie vorkommen, bestand ein Mangel an geeigneten Bewertungsgrundlagen. Die bestehenden Normen [1 bis 4] gehen vorwiegend von aufrecht stehenden Körperhaltungen aus. So war es ein wesentliches Ziel des Projektes „Montagespezifischer Kraftatlas“ [5], eine Übersicht über die statischen (isometrischen) Maximalkraftfähigkeiten in diversen praxistypischen Haltungen der Beschäftigten in den oben genannten Branchen zu gewinnen. Die Kraftausübungen differenzieren zwischen Ganzkörper- und Finger-Hand-Arm-System, sodass unterschiedliche Engpässe Berücksichtigung finden. Nachfolgend werden hier nur die Ganzkörperkräfte betrachtet.

2 Methoden für Kraftmessungen in Betrieben und Labor

Die Datenerhebung erfolgte zweigleisig – als Feldmessung an elf Standorten von sechs Unternehmen der Automobilindustrie bzw. des Nutzfahrzeugbaus (BMW, Daimler, Ford, MAN, Opel und VW) und im Labor des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) sowie des Instituts für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD). Bei den Laborversuchen im IFA wurde neben der Kraftmessung eine dreidimensionale Bewegungsanalyse mit komplexer Modellierung zur Identifizierung innerer muskulo-skelettaler Belastungen bzw. Engpässe vorgenommen. Als biomechanischer Indikator für die muskuläre Belastung im Bereich der Lendenwirbelsäule und der Schultergelenke dienten die jeweiligen Gelenkmomente (Netto-Muskelkraftmomente). Diese Untersuchungsmethodik erlaubte die zusätzliche Analyse von asymmetrischen Körperhaltungen (seitgeneigt und/oder tordiert) und einhändigen Kraftausübungen, die man in den Feldmessungen nicht reproduzierbar hätte durchführen können.

Insgesamt umfasste das Studiendesign 76 unterschiedliche Kraftfälle für das Ganzkörpersystem (Abbildung 1). An der Felduntersuchung nahmen rund 270 männliche Fachkräfte aus den oben genannten Unternehmen teil; Frauen sind in den untersuchten Arbeitsbereichen extrem unterrepräsentiert. Aufgrund des hohen Untersuchungsaufwandes (einschließlich der Kompensation von Arbeitszeitausfallzeiten der Probanden) wurden die Laborversuche nur mit acht Probanden durchgeführt.

Die Messung der Ganzkörperkräfte erfolgte mit einem speziell entwickelten Körperkraft-Messsystem, bestehend aus Dreikomponenten-Kraftmessgriffen – separat für jede Hand –, die an einem höhenverstellbaren Aluminiumgestell montiert waren (Abbildung 2). Für die Messung der dreidimensionalen Körperhaltung wurde bei den Laborversuchen ein optoelektronisches VICON-System mit acht Infrarotkameras eingesetzt, das mit den Kraftmess-

griffen synchronisiert war. Die Versuche wurden als statische Maximalkraftmessungen [1] über jeweils ein Zeitintervall von 5 s ausgeführt.

Abbildung 1:
Übersicht über die praxisrelevanten Kraftfälle (Schwerpunkte: Kfz- und Flugzeugindustrie), die insgesamt in der Feld- und der Laborstudie analysiert wurden

Feldversuche	symmetrisch				symmetrisch				symmetrisch				Körpersymmetrieebene
	Drehung	Neigung	Rumpf kombiniert		Drehung	Neigung	Rumpf kombiniert		Drehung	Neigung	Rumpf kombiniert		
1500 aufrecht stehend	+A	X	X		+A	X	X		+A	X	X	X	
	-A	X	X		-A	X	X	X	-A	X	X		
	+B	X	X		+B	X	X	X	+B	X			
	-B	X	X		-B	X	X		-B	X	X		
	+C	X	X		+C	X			+C	X			
	-C	X	X		-C	X			-C	X	X		
1100 gebeugt stehend	+A	X			+A	X			+A	X			
	-A	X			-A	X			-A	X			
	+B	X			+B	X			+B	X			
	-B	X			-B	X			-B	X			
	+C	X			+C	X			+C	X			
	-C	X			-C	X			-C	X			
1000 aufrecht sitzend	+A	X			+A	X			+A	X	X		
	-A	X			-A	X			-A	X	X		
	+B	X			+B	X			+B	X			
	-B	X	X		-B	X	X		-B	X	X		
	+C	X			+C	X			+C	X			
	-C	X			-C	X			-C	X			
700 gebeugt sitzend	+A	X			+A	X			+A	X			
	-A	X			-A	X			-A	X			
	+B	X			+B	X			+B	X			
	-B	X	X		-B	X	X		-B	X	X		
	+C	X			+C	X			+C	X			
	-C	X			-C	X			-C	X			
1200 überkopf sitzend	+A	X			+A	X			+A	X	X		
	-A	X			-A	X			-A	X	X		
	+B	X			+B	X			+B	X			
	-B	X			-B	X			-B	X	X		
	+C	X			+C	X			+C	X			
	-C	X			-C	X			-C	X			

Abbildung 2:
Kraftgestell zur Maximalkraftmessung im Laboreinsatz (links) – Kraftmessgriff (rechts)



3 Ergebnisse

Die Maximalkräfte der verschiedenen Kraftfälle der Feldstudie (Anzahl = 54) wurden für die 270 Probanden in perzentilierter Form aufbereitet – insbesondere das 50. und das 15. Kraftperzentil [2] sind die zentralen Eingangsgrößen für das Bewertungsverfahren. Abbildung 3 macht deutlich, dass die höchsten Kräfte nicht unbedingt in den ergonomisch günstigen Haltungen, wie beim aufrechten Stehen, aufgebracht werden können. In gebeugt stehenden und hockenden Haltungen wurden zum Teil deutlich höhere Maximalkräfte erreicht.

Abbildung 3:
P15- und P50-Maximalkraftperzentile in Newton für die verschiedenen Kraftfälle der Feldstudie

aufrecht		P15	P50	gebeugt		P15	P50	über Kopf		P15	P50
	+A	380	515		+A	320	485		+A	360	455
	-A	405	530		-A	305	405		-A	410	520
	+B	260	340		+B	315	420		+B	245	330
	-B	380	505		-B	440	645		-B	395	525
	+C	205	315		+C	225	335		+C	160	235
	-C	170	280		-C	140	230		-C	150	235
stehen - aufrecht		h = 1 500 mm		gebeugt		h = 1 100 mm		über Kopf		h = 1 700 mm	
	+A	320	450		+A	275	410		+A	345	460
	-A	345	455		-A	290	360		-A	410	520
	+B	335	485		+B	335	555		+B	320	430
	-B	370	530		-B	340	475		-B	340	445
	+C	225	335		+C	220	310		+C	200	300
	-C	180	265		-C	160	230		-C	200	295
knien - aufrecht		h = 800 mm		gebeugt		h = 600 mm		über Kopf		h = 1 100 mm	
	+A	315	435		+A	295	425		+A	330	410
	-A	375	465		-A	300	400		-A	395	475
	+B	330	435		+B	380	485		+B	305	390
	-B	315	410		-B	325	450		-B	325	390
	+C	190	270		+C	205	300		+C	155	215
	-C	175	260		-C	155	230		-C	150	220
sitzen - aufrecht		h = 1 000 mm		gebeugt		h = 800 mm		über Kopf		h = 1 200 mm	

Für die Arbeitsplatzbewertung und die -planung bedeutet dies, dass erhöhte Kräfteinsätze in diesen Haltungen nur dann zu favorisieren sind, solange sie nur gelegentlich vorkommen und nicht lang andauernd auszuführen sind. Das wiederholte Einnehmen dieser ungünstigen Körperhaltungen bzw. das längere Verharren in diesen (z. B. über mehrere Minuten) führt zu erheblichen unerwünschten Zusatzbelastungen, die im Rahmen einer ergonomischen Arbeitsplatzbewertung als kritisch einzustufen sind.

Abbildung 4 zeigt die weitgehende Unabhängigkeit von äußeren und inneren Muskel-Skelett-Belastungen. Beim Ziehen im aufrechten Stand (+B bei h = 1 500mm) traten beispielsweise im Mittel Lendenwirbelsäulen(LWS)-Momente von rund 150 Nm auf, was bereits eine sehr hohe Beanspruchung der Rückenmuskulatur bedeutet [6]. Beim Drücken nach vorne (-B bei h = 1 500mm) hingegen traten nur etwa 30 % dieser Rückenbelastung auf und gleichzeitig lag die erzeugte Maximalkraft um ca. 160 N höher.

Es zeigte sich, dass bei den einhändigen Kraftausübungen nicht grundsätzlich von der Hälfte der Kraft gegenüber den beidhändig ausgeführten Versuchen auszugehen ist. Bei den einhändigen Ausübungen wurde je nach Kraftfall zwischen 36 und rund 100 % der beidhändigen Maximalkraft erreicht (Abbildung 5). Beim einhändigen Ziehen (Kraftrichtung +B) lagen die Kräfte auf dem gleichen Niveau wie beim beidhändigen. Die größten Kräfteinbußen durch einhändige Ausführung ergaben sich für die Kraftrichtung +A im Stehen und Sitzen, in der nur 36 bzw. 48 % der beidhändigen Maximalkraft erreicht wurde.

Abbildung 4:

Vergleich von inneren (Schulter-/LWS-Moment) und äußeren (Aktionskraft) Muskel-Skelett-Belastungen für aufrecht stehende Körperhaltungen – Mittelwerte aus den Laborversuchen

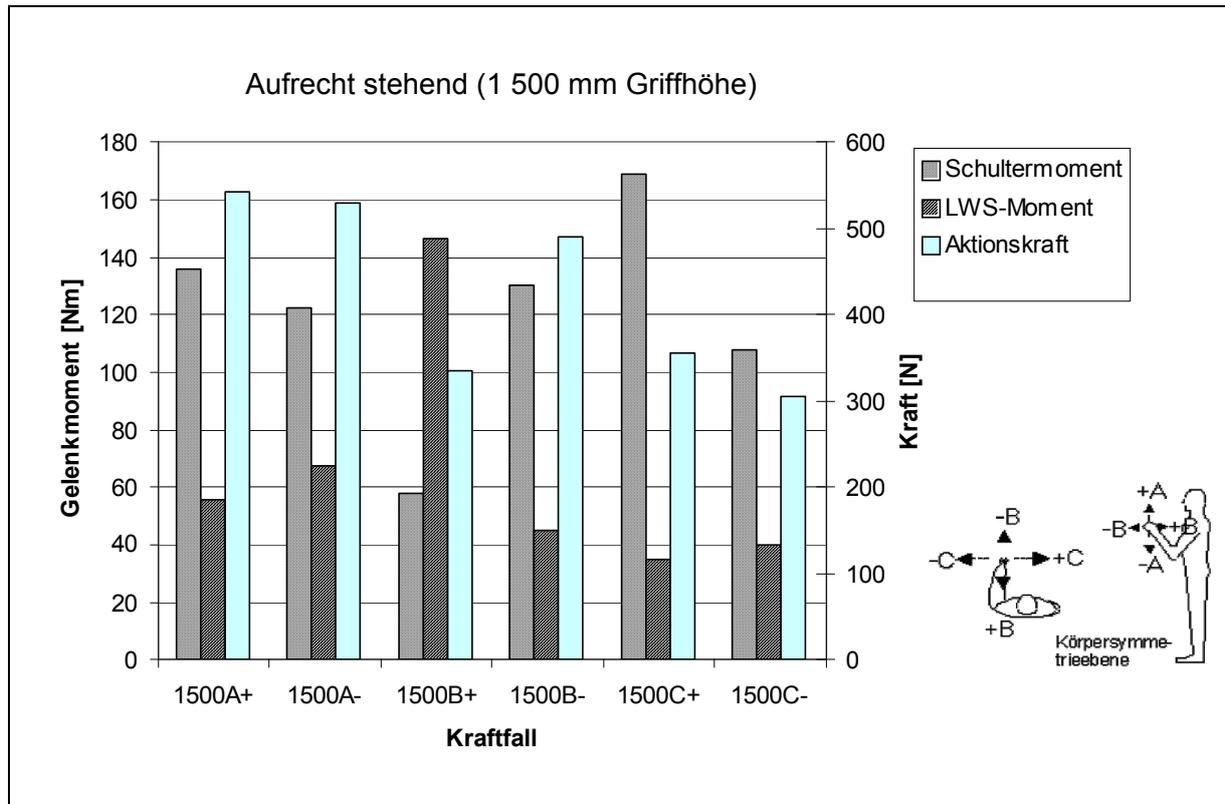
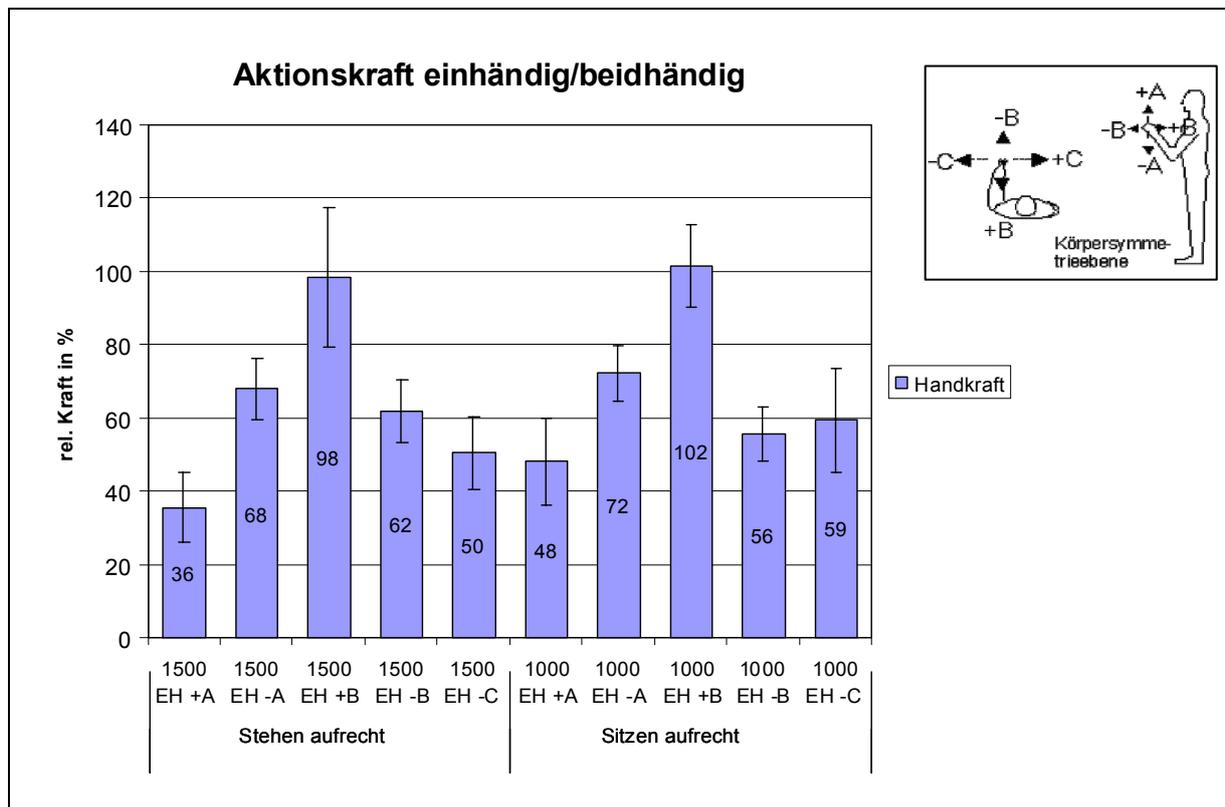


Abbildung 5:

Einhändige (EH) Maximalkräfte (Mittelwerte, Standardabweichungen) im Verhältnis zur beidhändigen Kraftausübung im Stehen und Sitzen auf der Basis der Laborversuche



4 Diskussion und Zusammenfassung

Die Ergebnisse belegen, dass die Bewertung von kraftbetonten Tätigkeiten nicht nur aufgrund der gemessenen äußeren Kräften erfolgen kann. Erst die detaillierte Analyse der Körperhaltung und die Bestimmung der inneren Muskel-Skelett-Belastungen zeigen an, wo die muskulären Engpässe liegen bzw. wo Risiken der Überbelastung einzelner Körperregionen bestehen. Die Risiken der Überlastung können durch Einführung eines biomechanischen Risikoabschlages (Biomechanikfaktor) gemildert werden [5]. Die Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit von parallelen Feld- und Laborexperimenten.

Für ein in Entwicklung befindliches Bewertungsverfahren zur ergonomischen Arbeitsplatzbewertung/Gefährdungsbeurteilung bei kraftbetonten Tätigkeiten für Planungen und/oder Ist-Analyse sind neben der Art des Kraftfalls mit den vier Variablen „erwartetes Kraftniveau“ (P15/P50), „Arbeitshöhe/Körperhaltung“, „Art der Ausführung“ (beid-/einhändig) und „Biomechanikfaktor“, die drei Faktoren „Wiederholungshäufigkeit“, „Geschlecht“ und „Alter“ zu berücksichtigen. Zusätzlich wird das Bewertungsverfahren um einen Ausdauerfaktor (Physiologiefaktor) ergänzt, der bei ergonomisch ungünstigen Körperhaltungen wie Überkopfarbeit eingreift, wenn diese lang andauernd oder häufig auszuführen sind. Im Rahmen der kurzzeitigen Maximalkraftausübung, wie sie dieser Studie zugrunde liegen, waren diese Effekte weder an den äußeren Kräften noch in den inneren muskulo-skelettalen Belastungen ersichtlich.

Derzeit befindet sich ein erster Entwurf eines Bewertungsverfahrens für kraftbetonte Tätigkeiten in ausgewählten Betrieben der Kfz-/Flugzeugindustrie in der praktischen Erprobung. Nach Abschluss der Tests und etwaiger Anpassungen soll das Verfahren inklusive einer Handlungsanleitung zur Erweiterung der Gefährdungsbeurteilung bei kraftbetonten Tätigkeiten allen Interessierten zugänglich gemacht werden. Die Integration der Kraftbewertung in bereits vorhandene betriebsinterne Bewertungsverfahren zur Planung oder Zeitanalyse für die Gestaltung von Arbeitsplätzen wird parallel dazu begleitet.

5 Literatur

- [1] DIN 33411-1: Körperkräfte des Menschen; Begriffe, Zusammenhänge, Bestimmungsgrößen. Ausg. 9/1982. Beuth, Berlin 1982
- [2] DIN 33411-5: Körperkräfte des Menschen – Teil 5: Maximale statische Aktionskräfte, Werte. Ausg. 11/1999. Beuth, Berlin 1999
- [3] DIN EN 1005-3. Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung. Ausg. 1/2009. Beuth, Berlin 2009
- [4] ISO 11228-2: Ergonomie – Manuelle Handhabung – Teil 2: Ziehen und Schieben. Ausg. 4/2007. Beuth, Berlin 2007
- [5] *Wakula, J.; Berg, K.; Schaub, K.; Bruder, R.; Glitsch, U.; Ellegast, R.*: Der montage-spezifische Kraftatlas. BGI-Report 3/2009. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Sankt Augustin 2009. www.dguv.de, Webcode: d89844
- [6] *Tichauer, E. R.*: The biomechanical basis of ergonomics – Anatomy applied to the design of work situations. John Wiley & Sons, New York 1978

Ergonomie an Kassenarbeitsplätzen

Peter Keilholz¹, Ulrike Hoehne-Hückstädt²

¹ Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution (BGHW)

² Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Ziel der Untersuchung an Kassenarbeitsplätzen war es, aus der Analyse der physischen Belastungsprofile Empfehlungen zur ergonomischen Gestaltung solcher Kassenarbeitsplätze abzuleiten, zu belegen und ggf. Prüfkriterien zu formulieren.

Dazu wurden Messungen der Körperhaltungen und Bewegungen mit CUELA-Messsystemen durchgeführt. Zum einen kam das besonders für die Erfassung der Sitzhaltung konzipierte CUELA-Sitz und zum anderen das die Bewegungen der Schultern und Arme aufzeichnende CUELA-Hand/Arm in systematischen Untersuchungen von jeweils zwei Probandinnen an vier verschiedenen Kassentischen zum Einsatz. Die bauliche Gestaltung der Kassentische unterschied sich in den Abmessungen und in der Anordnung des Zu- und Nachlaufbandes, der Position der Geldlade, des Scanners, des Bondruckers und der Tastatur.

Durch den Vergleich der erhobenen Profile für die muskuloskeletale Belastung an diesen vier Kassenarbeitsplätzen konnte eingeschätzt werden, welche Arbeitshöhe und welche Anordnung beispielsweise der Kassentische und der Tastatur zum Registrieren oder der Warenzuführung und des Warenablaufs als günstiger zu beurteilen sind. Ferner wurden die Ergebnisse unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus ähnlichen Studien diskutiert und bewertet. Letztlich wurden für die einzelnen Bauelemente eines Kassenarbeitsplatzes Gestaltungsempfehlungen abgeleitet und zu einem Gesamtkonzept zusammengeführt.

Die weitere Planung zur Ergebnisumsetzung sieht den Bau eines Kassenarbeitsplatzes nach diesen Gestaltungsempfehlungen und seine Evaluation durch erneute Erhebung der muskuloskelettalen Belastung vor.

1 Einleitung

In Deutschland existieren im Einzelhandel etwa 500 000 Verkaufsstellen, in denen sich Kassentische befinden. Durch Veränderungen der Einkaufskultur und durch technische Neuerungen haben sich die Arbeit und Arbeitsplatzgestaltung an Kassenarbeitsplätzen hin zu monotoneren Arbeitsabläufen gewandelt. Die Arbeit beschränkt sich zunehmend auf sich stetig wiederholende Registriervorgänge und das sich anschließende „eigentliche“ Kassieren, die Annahme des Geldes und die Rückgabe des Wechselgeldes.

Zu den beruflichen Belastungen an Kassenarbeitsplätzen im Einzelhandel und daraus resultierenden, gesundheitlichen Symptomen und Beschwerden sowie zur ergonomischen Verbesserung der Kassentische finden sich in der arbeitswissenschaftlichen Literatur verschiedentlich umfassende Studien, z. B. *Baron* et al. [1]. Ebenfalls 1992 beschrieben *Harber* et al. den Zusammenhang zwischen Symptomen an Schultern und Oberarmen sowie an Unterarmen und Händen in Abhängigkeit von der Stundenanzahl des Kassierens während der vorhergehenden zwei Wochen und der kumuliert gewichteten Anzahl Jahre in der Tätigkeit [2]. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen des entsprechenden Studienteils von *Baron* et al. [1]. Obwohl in diesem NIOSH-Report Vorschläge für die ergonomische bauliche Gestaltung und auch arbeitsorganisatorische Verbesserungen dargelegt werden, stellten *Shinnar* et al. im Staat New York in 15 untersuchten Supermärkten fest, dass keiner ergonomisch korrekt gestaltete Kassentische nutzte [3].

Im Oktober 1999 veröffentlichte der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik zu dieser Problematik die LV 20 „Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen an Kassenarbeitsplätzen“, die ergonomische Grunddaten und orientierende sowie spezielle Verfahren zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen an verschiedenen Kassenarbeitsplätzen enthält [4]. Diese stehen damit auch für die Gefährdungsbeurteilung durch den Arbeitgeber, der die Verantwortung für die Gestaltung eines Kassenarbeitsplatzes aus den einzelnen Bauteilen und Arbeitsmitteln trägt, zur Verfügung.

Für die ergonomische Gestaltung solcher Kassenarbeitsplätze fehlen allerdings vergleichende Untersuchungen zu der sowohl durch statische ungünstige Körperhaltungen als auch durch Repetition auftretenden physischen Belastung. Daher sollten die typischen Belastungsprofile in diesem von der Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution (BGHW, ehemals Berufsgenossenschaft für den Einzelhandel) initiierten Projekt mit dem CUELA-Messsystem ermittelt werden.

2 Methodik

In einer Pilotstudie fand zunächst an zwei Probandinnen jeweils eine Testmessung mit CUELA-Sitz und CUELA-Hand/Arm (Abbildungen 1 und 2) statt [5 bis 8]. Die Auswertung der Daten zeigte, dass das CUELA-Messsystem geeignet ist, Belastungsschwerpunkte bei der Kassiertätigkeit zu identifizieren und diese entsprechend der Fragestellung bestimmten Gestaltungsaspekten des Kassenarbeitsplatzes zuzuordnen. Dabei erwies es sich als aussagekräftiger, die Tätigkeiten am Kassenarbeitsplatz in zwei Teiltätigkeiten, nämlich das Scannen bzw. die Eingabe des Preises über Tastatur und das Kassieren mit Wechselgeldrück- und Bonausgabe, zu unterteilen. Da bei diesen Teiltätigkeiten bestimmte Bauelemente vorrangig genutzt werden, können diese in ihrer Gestaltung und Anordnung dann gezielter beurteilt werden. Mit den Erkenntnissen aus diesen Voruntersuchungen führte das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) die Untersuchungsreihe an vier Kassenarbeitsplätzen (KA1 bis KA4) mit beiden Messsystemen und jeweils zwei Probanden fort.

Abbildung 1:
Probanden mit CUELA-System – links: CUELA-Sitz, rechts: CUELA-Hand/Arm

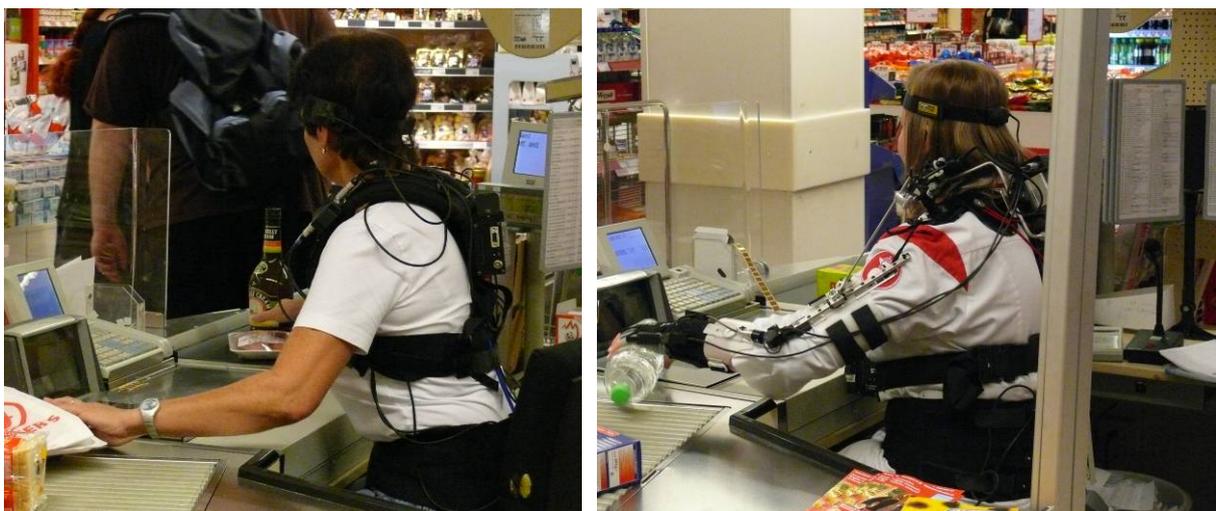
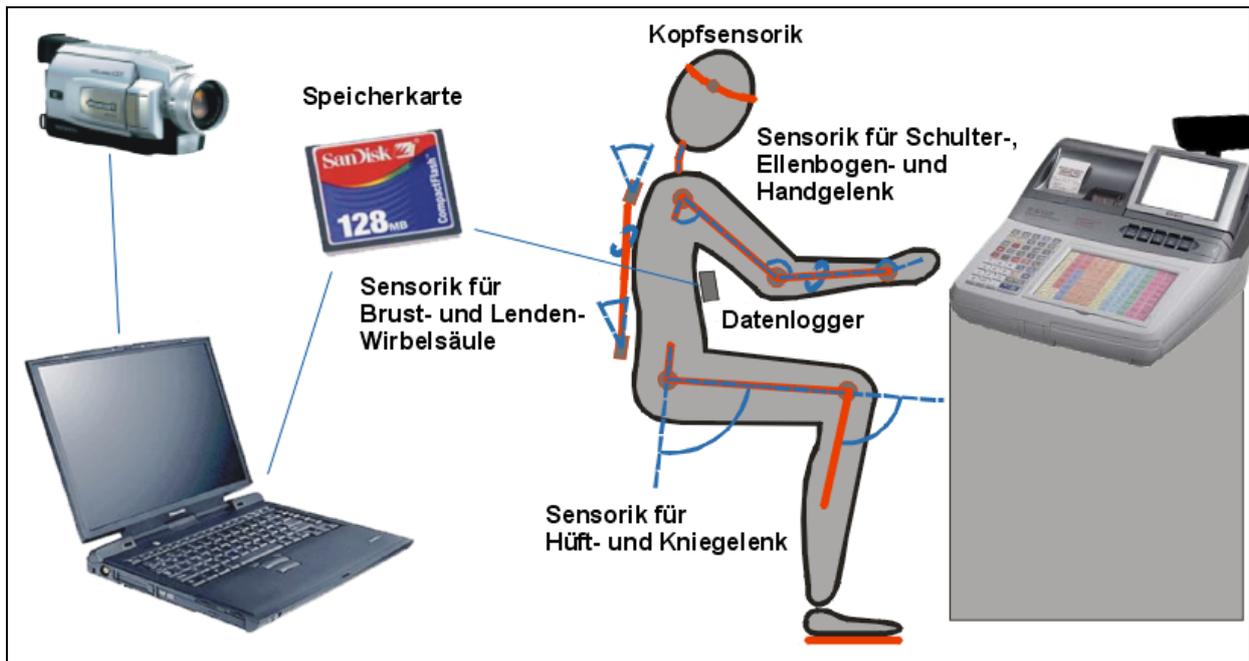


Abbildung 2:
Schematische Darstellung des Systems CUELA-Hand/Arm



Die Gestaltung der Kassenarbeitsplätze unterschied sich in der Arbeitshöhe und dem Beinraum, der Anordnung des Zu- und Nachlaufbandes sowie der Position der Geldlade, des Scanners, des Bondruckers und der Tastatur. Die Abbildungen 3 bis 6 geben einen Eindruck von den Kassenarbeitsplätzen und der Anordnung der einzelnen Gestaltungselemente.

Das CUELA-System ermöglicht die Messung und Aufzeichnung der Körperhaltung und Gelenkwinkel über längere Zeiträume. Die statistische Auswertung der Daten mithilfe der CUELA-eigenen Software gibt Aufschlüsse über Absolutwerte von Körperhaltungen sowie deren zeitliche Verteilung und erlaubt die Identifikation von Tätigkeiten mit belastenden Körperhaltungen [6]. Die Auswertung der Messdaten erfolgte für die Teiltätigkeiten Scannen und Kassieren sowohl im Hinblick auf statische ungünstige Körperhaltungen als auch durch Repetition auftretende physische Belastungen.

Abbildung 3:
KA1, Warenzuführung von links ohne Band für Warenablauf, höhenverstellbare Fußstütze



Abbildung 4:
KA2, Wareneinführung von rechts, Warenablauf in geradliniger Fortführung nach links,
Bondrunder im Fußraum



Abbildung 5:
KA3, Wareneinführung von rechts, Warenablauf in geradliniger Fortführung nach links,
keine Fußstütze

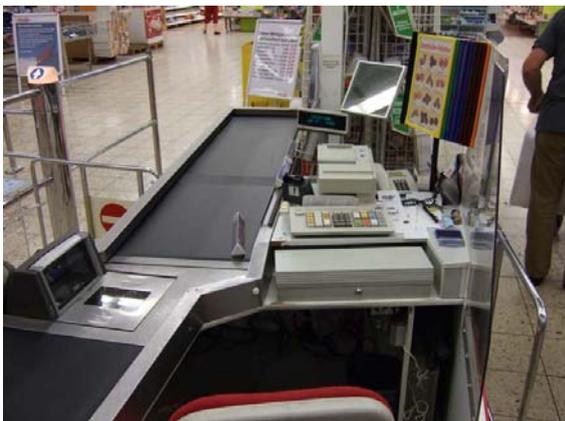


Abbildung 6:
KA4, Wareneinführung von rechts, Warenablauf in einem Winkel von ca. 30° nach links,
breiter Stuhl und ungeeignete Fußstütze



Die Bewertung der Ergebnisse unter dem Aspekt der Beanspruchung erfolgte mit verschiedenen arbeitswissenschaftlichen Verfahren, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

In der Tabelle im Abschnitt 7 „Anhang“ sind alle in der Untersuchung an den beschriebenen Arbeitsplätzen verwendeten Richtwerte für die Bewertung von Gelenk- bzw. Körperwinkeln zusammenfassend dargestellt. Die Winkelwerte leiten sich von der Neutral-Null-Methode ab, bei der alle Gelenkbewegungen von einer einheitlich definierten Nullstellung aus gemessen werden. Die entgegengesetzten Bewegungsrichtungen werden durch positive und negative Vorzeichen markiert. Entsprechend dem Bewegungsausmaß der einzelnen Gelenke und der Referenzen (s. Angaben in der Tabelle) wird der Bewegungsumfang in einen **neutralen**, **mittelgradigen** und **endgradigen** Winkelbereich eingeteilt. Haltungen oder Bewegungen mit einer Auslenkung in den **mittelgradigen** oder **endgradigen** Winkelbereich sind als stärker belastend zu bewerten; z. B. gilt in Anlehnung an DIN EN 1005-4 das Heben des Arms nach vorne (Schultergelenk Flexion) von 0° bis 20° als akzeptabel, von 20° bis 60° als bedingt akzeptabel (bei niederfrequenten Wiederholungen, $< 2/\text{min}$) und Winkel $> 60^\circ$ bzw. $< 0^\circ$ als inakzeptabel [9].

Die Ergebnisse der Körperhaltungsmessungen werden hier in sog. Boxplot-Diagrammen veranschaulicht. Ein Boxplot-Diagramm liefert eine grafische Zusammenfassung verschiedener Eigenschaften einer Verteilung (Abbildung 7). Das Kästchen reicht vom 25. Perzentil bis zum 75. Perzentil. Damit stellt es die mittlere Hälfte der Messwertverteilung dar, wobei die Höhe des Kästchens bildlich den Grad der Streuung wiedergibt. Durch den Balken in der Mitte der Box wird der Median, also das 50. Perzentil, gekennzeichnet. Der Median bezeichnet den Körperwinkelwert, der von der Hälfte der Werte unter- und der anderen Hälfte überschritten wird. Er teilt die Box in die mittleren zwei Viertel der Verteilung. Seine Lage in der Box gibt Auskunft über die Symmetrie der Verteilung.

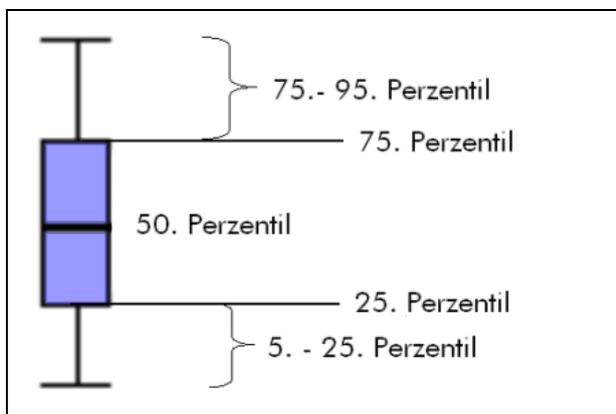


Abbildung 7:
Schematische Boxplot-Darstellung

Als statische Haltungen bezeichnet man nach der europäischen Norm DIN EN 1005-1 Körperhaltungen, die unter gleichbleibendem oder gering veränderlichem Kraftniveau (das von Muskeln oder anderen Körperstrukturen ausgeübt wird) länger als vier Sekunden eingehalten werden [10]. Das Schädigungspotenzial statischer Körperhaltungen liegt vorrangig in der Verursachung von Muskelermüdung. In der Folge treten Veränderungen des Stoffwechsels, der Schmerzempfindung und der Bewegungsmuster auf, die schließlich auch zu einer Überlastung passiver Strukturen des Muskel-Skelett-Systems führen können. In dieser Untersuchung wurden daher Tätigkeiten in Gelenkwinkelstellungen, die außerhalb der Neutralstellung mit Kraftaufwand länger als vier Sekunden gehalten wurden, registriert und nach der Häufigkeit ihres Vorkommens bewertet.

Als repetitive Bewegungen werden Bewegungen bzw. Bewegungsabläufe (Zyklen) bezeichnet, die sich gleichförmig in einem bestimmten Zeitraum (mindestens über eine Stunde) wiederholen. Um die Repetition zunächst grob einschätzen zu können, nutzt man die Ein-

teilung von *Silverstein* et al. [11]. Danach liegt eine hohe Repetitivität vor, wenn eine Zyklusdauer weniger als 30 Sekunden beträgt oder gleiche Aktionsarten während mindestens 50 % der Zyklusdauer wiederholt werden.

Die weitere Bewertung der Repetitivität richtet sich dann u. a. nach den Daten in der Literaturübersicht von *Kilbom* [12] (Tabelle 1). Zur Bewertung der Repetition in einem Ampelschema wurden Werte bis zum angegebenen Richtwert mit grün, bei Überschreiten bis zum doppelten Wert mit gelb und oberhalb eines doppelten Richtwertes mit rot hinterlegt.

Tabelle 1:
Richtwerte für repetitive Gelenkbewegungen der Schulter,
des Arms und der Hände nach *Kilbom* et al. [12]

Gelenk	Richtwert für Repetitivität
Schulter	> 2,5/Minute
Oberarm, Ellenbogen	> 10/Minute
Unterarm, Handgelenk	> 10/Minute

Außerdem wurde für die Beuge- und Streckbewegungen des Handgelenks die Bewegungsgeschwindigkeit bestimmt und eine Frequenzanalyse durchgeführt. Als Parameter für die Belastung durch Repetition werden daraus die Medianfrequenz und die Mediangeschwindigkeit ermittelt und mit Richtwerten nach *Hansson* et al., die ein niedriges bzw. hohes Risiko für das Carpal-Tunnel-Syndrom anzeigen, verglichen. Hier werden für die Geschwindigkeit $11^\circ/\text{s}$ (Median, niedriges Risiko für CTS) und $23^\circ/\text{s}$ (Median, hohes Risiko für CTS) sowie für die Mittenfrequenz ein stetig zunehmendes Risiko ab Werten $> 0,25$ Hz angegeben [13; 14]. Die Bewertung mit dem Ampelschema wurde nach den Grenzwerten in Tabelle 2 vorgenommen.

Tabelle 2:
Ampelschema-Bewertung für die Geschwindigkeit und die Mittenfrequenz der Handgelenkbewegung im Sinne der Flexion/Extension, festgelegt in Anlehnung nach *Hansson* et al.

Parameter	grün	gelb	rot
Geschwindigkeit in $^\circ/\text{s}$	≤ 11	$> 11^\circ/\text{s}$ bis < 23	≥ 23
Mittenfrequenz in Hz	$\leq 0,25$	$> 0,25$ Hz bis $< 0,4$	$\geq 0,4$

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden nur einzelne Ergebnisse dargestellt und die Vorgehensweise bei der Analyse beispielhaft und an der Beurteilung von Armbewegungen stellvertretend erläutert.

3.1 Beurteilung der Körperhaltungen – Verteilung der Winkelwerte

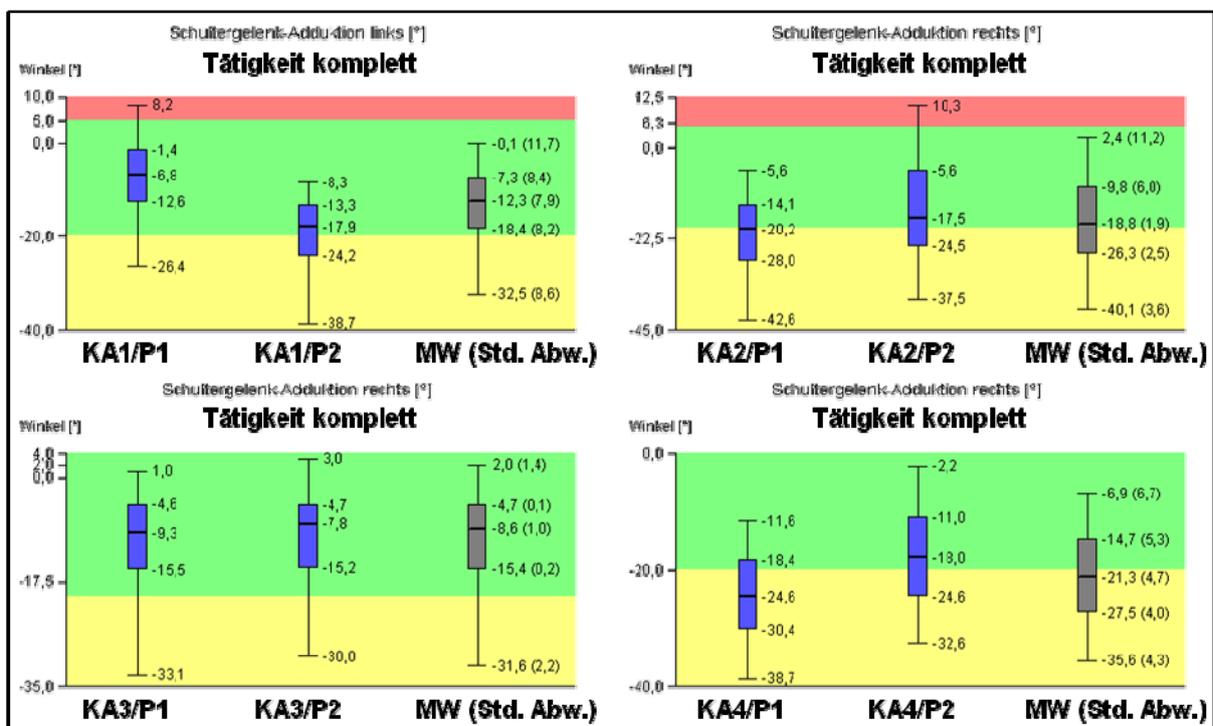
Die Boxplot-Diagramme wurden hinsichtlich auffälliger Unterschiede in den Verteilungen der Winkelwerte analysiert und der mögliche Einfluss interindividueller oder arbeitsplatzspezifischer Verschiedenheiten auf die Verteilungen wurde diskutiert.

Bei der Betrachtung und Interpretation der Winkelverteilungen für die Gelenke der oberen Extremität sollte berücksichtigt werden, dass an KA1 die Ware an der linken Seite zugeführt wird und nach rechts zum Warenablauf geschoben wird, während an den anderen drei Arbeitsplätzen die Warenführung genau gegensinnig ist. Dies bedeutet, dass die Bewegungen des linken Arms beider Probandinnen an KA1 eher mit den Bewegungen des rechten Arms der Probandinnen an den übrigen Kassenarbeitsplätzen verglichen werden kann.

Um die Analyse der Schulterbewegungen zu veranschaulichen, sind daher hier pro Arbeitsplatz die Boxplots für die Schultergelenkbewegungen Adduktion/Abduktion und Flexion/Extension der einzelnen Probandinnen und ein jeweiliger Boxplot der gemittelten Perzentile abgebildet und entsprechend der Warenführung zusammengestellt.

Für die Abduktionsbewegungen des „Waren zuführenden Arms“ ergibt die Analyse die günstigsten Winkelverteilungen an KA3, dicht gefolgt von KA1 (Abbildung 8).

Abbildung 8:
Boxplot-Darstellung der Winkelverteilung für die Schultergelenk-Adduktion/-Abduktion des „Waren zuführenden Arms“, Mw = Mittelwert, Std. Abw. = Standardabweichung

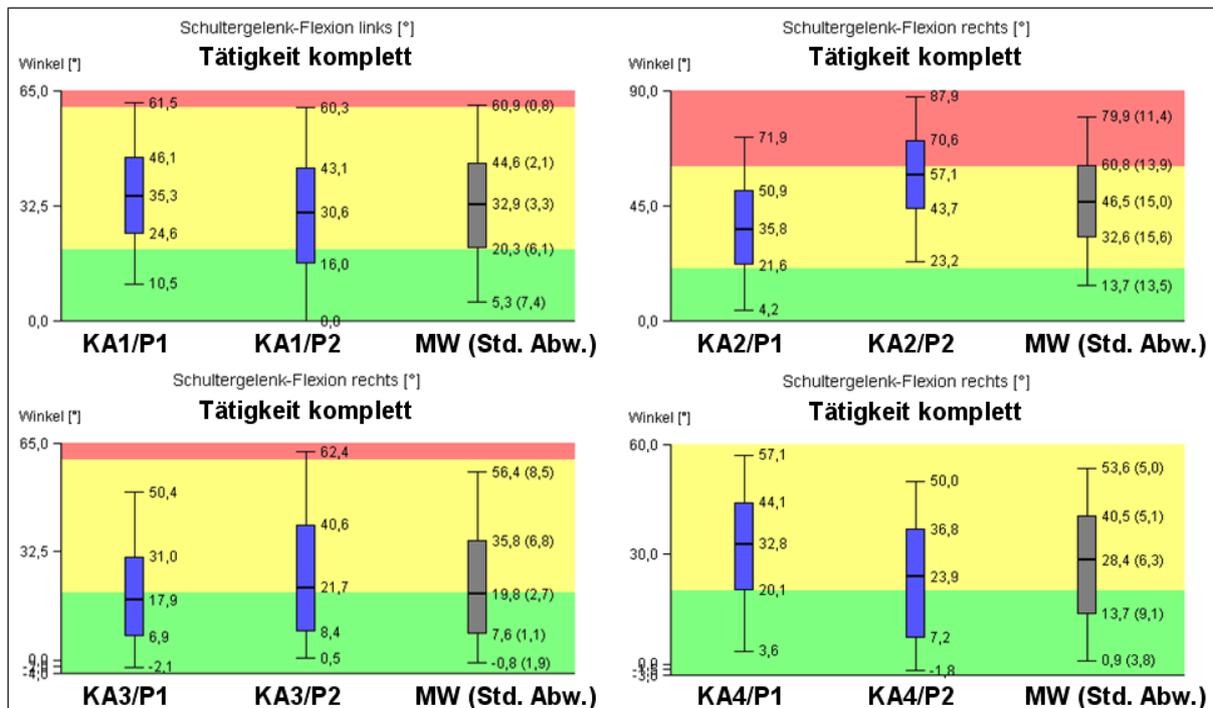


Für die ungünstigeren Winkelverteilungen an KA4 ist das Bewegungsverhalten der größeren Probandin und die Teiltätigkeit Scannen ausschlaggebend: Im Video lässt sich erkennen, dass diese ihren Greifraum ausnutzt und auch weiter entfernt auf dem Band liegende Ware ergreift und zum Scanner führt, um den Arbeitstakt zu erhöhen. Die Winkelverteilung des rechten Ellenbogens, die einen deutlichen Anteil endgradiger Streckungen aufweist, untermauern diese Beobachtung.

Die Flexionen im Schultergelenk des „Waren zuführenden Arms“, also die Bewegungen des Oberarms nach vorn, sind ebenfalls an KA3 mit einem Anteil von 50 % im neutralen Bewegungsbereich am günstigsten verteilt, während an KA2 die ungünstigsten Werte – deutlich über 50 % der Werte im bedingt akzeptablen und 25 % der Werte im inakzeptablen Bewegungsbereich – ermittelt wurden (Abbildung 9). An KA4 liegen die Schultergelenksflexionen zu gut einem Drittel im neutralen Bereich und wiederum bedingt das Bewegungsverhalten

der größeren Probandin an diesem Arbeitsplatz die Verschiebung der Verteilung zu ungünstigeren Werten.

Abbildung 9:
Boxplot-Darstellung der Winkelverteilung für die Schultergelenk Flexion/Extension des „Waren zuführenden Arms“



Die Analyse der weiteren Armbewegungen und die Schulter- und Armbewegungen des anderen Arms sowie der Rumpf- und Beinhalten erfolgte in gleicher Weise.

Für die Handgelenkbewegungen ist allerdings hervorzuheben, dass weder die Tätigkeit noch die Gestaltung eines Arbeitsplatzes wesentlichen Einfluss zu haben scheinen; nur die Ware kann durch ihre Form, Größe und Gewicht bestimmte Handgelenkbewegungen bedingen. Im Übrigen lässt dies vermuten, dass diese Bewegungen vielmehr individuellen Bewegungsmustern folgen.

3.2 Ergebnisse Repetitivität

Um die Repetitivität nach *Silverstein* et al. [11] zu beurteilen, wurde die Tätigkeit in die beiden Tätigkeitsintervalle Scannen und Kassieren unterteilt und in den Messungen zur Auswertung markiert, da hier keine getakteten Arbeitszyklen vorliegen. Die Einzelvorgänge bzw. Arbeitszyklen, definiert als das Scannen und darauffolgende Kassieren, wurden gezählt und die gesamte Arbeitszeit bzw. Messdauer durch diese Zahl geteilt, um die durchschnittliche Dauer eines Arbeitszyklus zu bestimmen. Außerdem wird der Zeitanteil für das Scannen an der Gesamtzeit angegeben, da sich während des Scannens gleiche Aktionsarten wiederholen; so kann bei Einkäufen vieler Einzelteile die Dauer der Arbeitszyklen 30 s überschreiten, aber beim Scannen werden dann vermutlich gleiche Aktionsarten während mindestens 50 % der Zyklusdauer wiederholt. Die errechneten Zeiten für jeden Kassenarbeitsplatz und jede Probandin belegen, dass mit zunehmenden Zykluszeiten der Zeitanteil für das Scannen zunimmt; die Berechnung der durchschnittlichen Dauer eines Arbeitszyklus gemittelt über die acht Messungen ergibt 56,3 s. Dabei liegt der Zeitanteil für das Scannen im Mittel bei 51,5 % und der für das Kassieren bei 48,5 %. Daraus lässt sich ableiten, dass die Arbeit an Scannerkassen prinzipiell als repetitive Tätigkeit angesehen werden kann. Die Anzahl Bewegun-

gen ergibt in der Beurteilung nach *Kilbom* für die einzelnen Gelenke der oberen Extremität und deren Bewegungsrichtungen bei Betrachtung der gesamten Tätigkeit an allen Arbeitsplätzen höhere Werte als die Richtwerte, die eine hohe Repetitivität anzeigen. Überwiegend sind die Richtwerte um das Doppelte bis sogar teilweise das Fünf- bis Sechsfache überschritten. Untersucht man in dieser Hinsicht die Teiltätigkeiten, zeigt die Teiltätigkeit Scannen die höchsten Werte und dominiert somit die Repetitionsauswertung nach *Kilbom*. Die weiterführende Analyse entsprechend den Angaben nach *Hansson* belegt zusätzlich anhand der erhöhten Werte für den Median der Mittenfrequenz, dass eine hohe Repetitivität der Handgelenksbewegungen im Sinne der Flexion/Extension vorliegt. In diesem Wert unterscheiden sich jedoch die verschiedenen Kassenarbeitsplätze und Probandinnen deutlich, wobei an KA1 die höchsten und an KA2 im Mittel die niedrigsten Mediane ermittelt wurden. Für KA2 korrelieren damit die Ergebnisse der unterschiedlichen Repetitionsbeurteilungen weitestgehend: Nach *Silverstein*-Kriterien läge an diesem Arbeitsplatz zwar keine Repetition vor, die anderen Verfahren jedoch weisen auch für diesen Kassenarbeitsplatz Repetitivität – allerdings in geringerer Ausprägung – nach. Die Ergebnisse der Auswertung nach *Silverstein*-Kriterien sind für KA1 und KA4 vergleichbar, die Verfahren nach *Kilbom* und nach *Hansson* führen aber an KA4 zu einer günstigeren Beurteilung der Repetitivität.

Diese teils widersprüchlichen Resultate weisen auf die Schwierigkeiten bei der Beurteilung der Repetitivität von Tätigkeiten hin, vor allem, wenn – wie im Fall der Kassenarbeitsplätze – nicht getaktete Arbeitszyklen vorliegen. In der Gesamtschau lässt sich aber für die Arbeit an Kassenarbeitsplätzen eine hohe bis sehr hohe Repetitivität nachweisen.

3.3 Ergebnisse statischer Körperhaltungen

Für die obere Extremität ergeben sich aufgrund der hohen Repetitivität erwartungsgemäß kaum höhere Zeitanteile statischerhaltungen; lediglich für die Unterarmumwendung konnte vereinzelt an verschiedenen Kassenarbeitsplätzen und für unterschiedliche Probandinnen ein Zeitanteil statischerhaltungen von ca. 10 % errechnet werden. Demnach kann aus dieser Haltungsanalyse kein Verbesserungsvorschlag für die bauliche Gestaltung eines Kassenarbeitsplatzes abgeleitet werden.

4 Diskussion

In seiner Habilitationsschrift beschreibt *Kluth* die Entwicklung eines Kassenarbeitsplatzes mit neuer Scanner-Technologie [15]; unterschiedliche Ausrüstungsgegenstände und Arbeitsmittel sind auf engem Raum effektiv und handhabbar anzuordnen, um ohne Zeitverlust beim Registriervorgang mit Scanner gegenüber der herkömmlichen Tastatur für die Kassiererinnen ungünstige Arbeitshaltungen, vorzeitige Ermüdung oder gar arbeitsbedingte Erkrankungen zu vermeiden. Diese Arbeit führte zu Planungsentwürfen und einem mittlerweile weitverbreiteten Kassenarbeitsplatz-Typ, der als KA1 auch in diese Untersuchungen einging. Dabei erfolgte die Untersuchung hinsichtlich der körperlichen Beanspruchung durch Messungen der Muskelaktivitäten, wobei Belastungen sowohl durch statische als auch dynamische Muskelarbeit beurteilt werden konnte. Diesem Verfahren steht in dieser Untersuchung die Messung der Körperhaltungen und -bewegungen mit dem CUELA-System gegenüber, das in der Analyse letztlich auf dieselben physiologischen Grundlagen und Parameter (Statik und Repetition) zurückgreift.

Zusammenfassend kann aus der beschreibenden Analyse und Beurteilung der Schulterbewegungen die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die bauliche Gestaltung von KA4 – vor allem bei der Warenführung – zu bevorzugen ist. Bei diesem „Rechtsabweiser-System“ ist das Band zur Warenabführung gegenüber dem Band zur Wareneinführung und dem daran

direkt anschließenden Scanner in einem Winkel von ca. 30° angeordnet und vereinfacht so die Erreichbarkeit für die Kassiererin. Diese Anordnung entspricht auch in etwa der in der Arbeit von *Kluth* empfohlenen Gestaltung der Warenabführung, wobei allerdings kein Ware abführendes Band, sondern nur ein Bereich für die Warenablage vorgesehen ist [15]. Wie die vorliegende Untersuchung zeigt, kann der Kunde die eingescannte Ware oft nicht schnell genug von diesem Bereich in den Warenkorb räumen, wodurch die Kassiererinnen, die die Geschwindigkeit des Scannens nicht reduzieren wollen und sollen, verleitet werden, ungünstige Bewegungen auszuführen. Entweder nutzen sie die Ablagefläche auch außerhalb des günstigen Greifraums oder sie helfen gar zwischenzeitlich den Kunden beim Einräumen der Ware in den Warenkorb, was zusätzlich zu ungünstigen Rumpfhaltungen führt. Durch das an KA4 vorhandene Band zur Warenabführung wird diesem Verhalten vorgebeugt. Die Anordnung des Scanners und Displays, der Tastatur und des Bondruckers sowie der Geldlade sind ebenfalls mit dem Prototypentwurf von *Kluth* vergleichbar [15]. Durch die Anbringung der Tastatur und des Displays auf einem verstellbaren Säulenelement wird die Anordnung kompakter. Außerdem kann die Kassiererin entsprechend ihrer Anthropometrie diese Elemente so angepasst einstellen, dass sie für sie in einem günstigen Greifraum liegen. Allerdings deuten die unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Probandinnen an KA4 auch daraufhin, dass die Kassiererinnen durch eine Anleitung in dieser Einstellung und korrekten Ausführung des Scannens in die Lage versetzt werden sollten, diese Vorteile der baulichen Gestaltung zu nutzen.

Zusätzlich erscheint es sowohl an KA1 als auch an KA4 sinnvoll, die Laufgeschwindigkeit des Waren zuführenden Bandes besser zu justieren, da an diesen beiden Arbeitsplätzen die größeren Probandinnen ihre größere Reichweite mit gestrecktem Arm ausnutzen, um weiter entfernt liegende Ware schon zu ergreifen.

Die Maße für Repetition zeigen für die Tätigkeit komplett an allen Arbeitsplätzen hohe bis sehr hohe Repetitivität an. Am stärksten ausgeprägt erscheint die Repetitivität, die alle Gelenke und Bewegungsrichtungen der oberen Gelenke erfasst, an KA1. An diesem Kassenarbeitsplatz konnte auch der höchste Warendurchsatz beobachtet werden. Dies deutet daraufhin, dass die Repetitivität wesentlich durch äußere Einflüsse (Kundenzahl und Warenmenge pro Kunde) und die Arbeitsorganisation beeinflusst werden. An KA1 werden die Kassen nämlich nach Bedarf besetzt, damit die Kunden gleichbleibend schnell bedient werden können. Sobald nur noch wenige Kunden zur Kasse kommen, werden Kassen geschlossen und die Kassiererin führt andere Aufgaben, wie Aufräumen und Nachfüllen der Regale, aus. Unter der Prämisse, dass hohe Repetitivität als Belastungsfaktor kaum ohne Produktivitätseinbußen zu vermeiden ist, erscheint die ergonomische Gestaltung eines Kassenarbeitsplatzes im Hinblick auf günstige Greifräume zur Reduktion der Gesamtbelastung für die Arme und Hände besonders notwendig und wichtig.

5 Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen der Körperhaltungsmessungen lassen sich folgende Kriterien für die ergonomische Gestaltung eines Kassenarbeitsplatzes ableiten:

- hohe Arbeitsfläche (860 mm) und geeignete (höhenverstellbare) Fußstütze
- Anordnung des Scanners möglichst nah am Ware zuführenden Band
- Anordnung des Warenzulaufs und -ablaufs in einem Winkel von ca. 30° zueinander
- ausreichend lange Transportbänder für den Warentransport – Zulauf und Ablauf
- variabel einstellbare Anordnung der Tastatur und des Kassendisplays

- Kassenlade vor dem Körper

Vor allem aber erst die Unterweisung in die Nutzung der ergonomischen Gestaltungselemente lässt diese Maßnahmen der Verhältnisprävention wirksam werden.

Um dieses Konzept eines ergonomischen Kassenarbeitsplatzes zu realisieren und zu evaluieren sind folgende Schritte geplant:

- Gewinnung eines Herstellers von Kassentischen für den Bau eines Kassenarbeitsplatzes nach den Gestaltungsempfehlungen
- Gewinnung von Mitgliedsunternehmen/Probandinnen für die Erprobung dieses ergonomischen Kassenarbeitsplatzes
- Schulung der Kassiererinnen
- Evaluation der Maßnahmen durch erneute CUELA-Messungen

6 Literatur

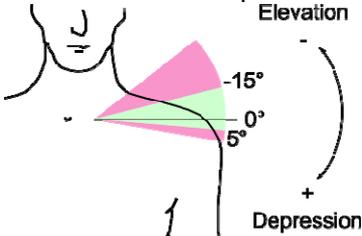
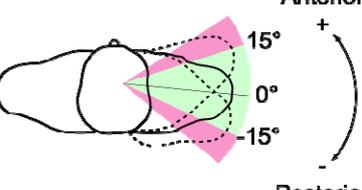
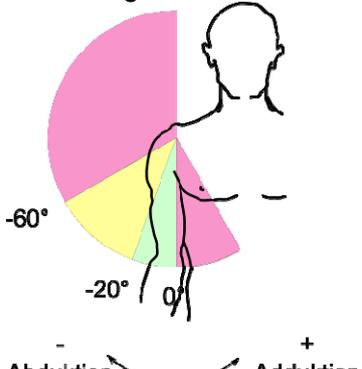
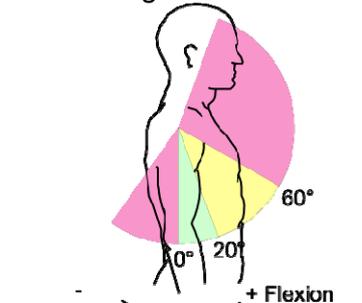
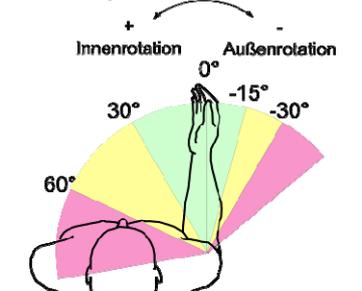
- [1] *Baron, S.; Milliron, M.; Habes, D.; Fidler, A.*: Health Hazard Evaluation Report. Hrsg.: National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) 1992
- [2] *Harber, P.; Peña, L.; Bland, G.; Beck, J.*: Upper extremity symptoms in supermarket workers. *Am. J. Ind. Med.* 22 (1992), S. 873-884
- [3] *Shinnar, A.; Indelicato, J.; Altimari, M.; Shinnar, S.*: Survey of ergonomic features of supermarket cash registers. *Int. J. Ind. Ergonom.* 34 (2004), S. 535-541
- [4] Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen an Kassenarbeitsplätzen (LV 20), Ausgabejahr 1999. http://lasi.osha.de/docs/lv20_text.pdf
- [5] *Ellegast, R. P.*: Personengebundenes Messsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastung. BIA-Report 5/98. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1998. www.dguv.de/ifa, Webcode: d6633
- [6] *Ellegast, R.*: Ermittlung und Bewertung der Belastung des Muskel-Skelettsystems bei beruflichen Tätigkeiten. *Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz* aktuell 47 (2000), S. 57-70
- [7] *Herda, C.*: Entwicklung eines personengebundenen Systems zur Erfassung komplexer Haltungen und Bewegungen der Schulter-Arm-Region bei beruflichen Tätigkeiten. Dissertation Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich Medizin 2002
- [8] *Hoehne-Hückstädt, U.; Herda, C.; Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Hamburger, R.; Ditchen, D.*: Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität und berufliche Tätigkeit. BGI-Report 2/2007. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2007. www.dguv.de/ifa, Webcode: d4617
- [9] DIN EN 1005-4: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin 2002
- [10] DIN EN 1005-1: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe. Beuth, Berlin 2002
- [11] *Silverstein, B. A.; Fine, L. J.; Armstrong, T. J.*: Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *Brit. J. Ind. Med.* 43 (1986), S. 779-784

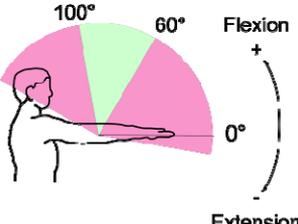
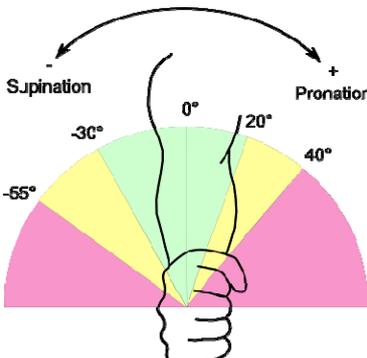
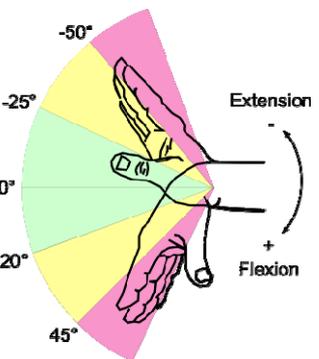
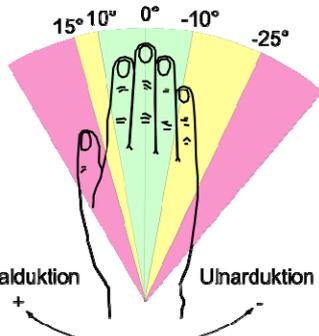
- [12] *Kilbom, Å.*: Repetitive work of the upper extremity: Part I – Guidelines for the practitioner. *Int. J. Ind. Ergonom.* 14 (1994), S. 51-57
- [13] *Hansson, G. Å.; Balogh, I.; Ohlsson, K. et al.*: Physical workload in various types of work: Part I. Wrist and forearm. *Int. J. Ind. Ergonom.* 39 (2009), S. 221-233
- [14] *Hansson, G. Å.; Ohlsson, K.; Balogh, I. et al.*: Exposure-response relation for wrist/hand disorders. Proceedings of the Fifth International Scientific Conference on Prevention of Workrelated Musculoskeletal Disorders (PREMUS), Zürich, July 11-15, 2004
- [15] *Kluth, K.*: Analyse, Beurteilung und ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen in Selbstbedienungsläden. Habilitationsschrift Universität – Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Maschinentechnik; Institut für Fertigungstechnik Arbeitswissenschaft/Ergonomie 2000
- [16] ISO 11226: Ergonomie – Evaluierung von Körperhaltungen bei der Arbeit. Ausg. 12/2000. Beuth, Berlin 2000
- [17] *McAtamney, L.; Corlett, E. N.*: RULA: a survey method for the investigations of work-related upper limb disorders. *Appl. Ergon.* 24 (1993) Nr.2, S. 91-99
- [18] *Drury, C. G.*: A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars in Occupational Medicine* 2 (1987) Nr. 1, S. 41-49

7 Anhang

Tabelle 1:
Zusammenfassende Darstellung der bewerteten Winkelbereiche

Körperwinkelbezeichnung	Bewegungsrichtung	Richtwerte für die Bewertung	
<p>Kopfnéigung</p>	<p>+: nach vorne (Flexion) -: nach hinten (Extension)</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>0° bis 25° 25° bis 85° > 85° und < 0° (ISO 11226, [16])</p>
<p>Halskrümmung</p>	<p>+: nach vorne (Flexion) -: nach hinten (Extension)</p>	<p>grün: rot:</p>	<p>0° bis 25° > 25° und < 0° (ISO 11226, [16])</p>
<p>Rumpfnéigung</p>	<p>+: nach vorne (Flexion) -: nach hinten (Extension)</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>0° bis 20° 20° bis 60° > 60° und < 0° (ISO 11226, [16])</p>
<p>Rumpfséitnéigung</p>	<p>+: nach rechts -: nach links</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>-10° bis 10° -10° bis -20° und 10° bis 20° < -20° und > 20° (ISO 11226, [16])</p>
<p>Rückenkrümmung</p>	<p>+: nach vorne (Flexion) -: nach hinten (Extension)</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>0° bis 20° 20° bis 40° > 40° und < 0° (eigene Beurteilung)</p>

Körperwinkelbezeichnung	Bewegungsrichtung	Richtwerte für die Bewertung	
<p>Schlüsselbein Depression Elevation</p> 	<p>+: nach unten (Depression) -: nach oben (Elevation)</p>	<p>grün: rot:</p>	<p>-15° bis 5° < -15° und > 5° (eigene Beurteilung)</p>
<p>Schlüsselbein Anterior Anterior Posterior</p> 	<p>+: nach vorne (Anterior) -: nach hinten (Posterior)</p>	<p>grün: rot:</p>	<p>-15° bis 15° < -15° und > 15° (eigene Beurteilung)</p>
<p>Schultergelenk Adduktion Abduktion</p> 	<p>+: zum Körper hin (Adduktion) -: vom Körper weg (Abduktion)</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>0° bis -20° -20° bis -60° < -60° und > 0° (DIN EN 1005-4, [9])</p>
<p>Schultergelenk Flexion Extension</p> 	<p>+: nach vorne (Flexion) -: nach hinten (Extension)</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>0° bis 20° 20° bis 60° < 0° und > 60° (DIN EN 1005-4, [9])</p>
<p>Schultergelenk Innenrotation Innenrotation Außenrotation</p> 	<p>+: nach innen (Innenrotation) -: nach außen (Außenrotation)</p>	<p>grün: gelb: rot:</p>	<p>-15° - 30° -15° bis -30° und 30° bis 60° < -30° und > 60° (eigene Beurteilung)</p>

Körperwinkelbezeichnung	Bewegungsrichtung	Richtwerte für die Bewertung	
<p>Ellenbogengelenk Flexion</p> 	<p>+: Beugung des Unterarms (Flexion)</p> <p> -: Streckung des Unterarms (Extension)</p>	<p>grün: 60° bis 100°</p> <p>rot: < 60° und > 100°</p> <p>(McAtamney und Corlett, [17])</p>	
<p>Unterarm Pronation</p> 	<p>+: Handfläche nach unten (Pronation)</p> <p> -: Handfläche nach oben (Supination)</p>	<p>grün: -30° bis 20°</p> <p>gelb: -30° bis -55° und 20 bis 40°</p> <p>rot: < -55° und > 40°</p> <p>(Drury, [4])</p>	
<p>Handgelenk Flexion</p> 	<p>+: zur Handfläche hin (Flexion)</p> <p> -: zum Handrücken hin (Extension)</p>	<p>grün: -25° bis 20°</p> <p>gelb: -25° bis -50° und 20° bis 45°</p> <p>rot: < -50° und > 45°</p> <p>(Drury, [18])</p>	
<p>Handgelenk Radialduktion</p> 	<p>+: zum Daumen hin (Radialduktion)</p> <p> -: zum Kleinfinger hin (Ulnarduktion)</p>	<p>grün: -10° bis 10°</p> <p>gelb: -10° bis -25° und 10° bis 15°</p> <p>rot: < -25° und > 15°</p> <p>(Drury, [18])</p>	

Maßnahmen zur Reduzierung von ungünstigen Körperhaltungen in der Pflege

Sonja Freitag,
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

1 Einleitung

Beschäftigte in Pflegeberufen weisen ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von muskuloskelettalen Beschwerden im Bereich des Rückens auf [1 bis 6]. Bislang wurden vor allem Hebe- und Tragevorgänge als Hauptursachen verantwortlich gemacht. Allerdings ließ sich in entsprechenden Studien, die überwiegend auf das Erlernen von Transfertechniken und den Einsatz von Hilfsmitteln fokussierten, kein ausreichender Effekt im Hinblick auf die Reduktion von Rückenbeschwerden bei Pflegekräften nachweisen [7 bis 9]. Daher liegt es nahe, dass zusätzliche Faktoren, wie statische Körperhaltungen oder häufiges Beugen des Oberkörpers, an der Entstehung von Rückenbeschwerden beteiligt sind [10 bis 13]. Ziel der vorliegenden Studie ist die messtechnische Analyse, wie häufig und in welchem Ausmaß Pflegekräfte in Krankenhäusern und Altenpflegeeinrichtungen ungünstige Körperhaltungen einnehmen und bei welchen Tätigkeiten es besonders oft zu solchen Körperhaltungen kommt. Durch die Identifizierung entsprechender Arbeitssituationen soll ein Schulungskonzept entwickelt werden, das Pflegekräfte in die Lage versetzt, die Anzahl ungünstiger Körperhaltungen in ihrem Arbeitsalltag zu verringern.

2 Methode

In der vorliegenden Untersuchung trugen 31 Pflegekräfte aus sieben Krankenhäusern und vier Altenpflegeeinrichtungen in jeweils drei aufeinander folgenden Frühdienstschichten das CUELA-Messsystem (CUELA, Computer-unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems; Abbildung 1).

Abbildung 1:
CUELA-Messsystem im Einsatz auf einer chirurgischen Station



Mithilfe von Sensoren erfasst dieses Messsystem sowohl Oberkörper- als auch Beinhalten- gen. Die an den Gelenken und am Oberkörper angebrachten Sensoren liefern die erforderlichen Lage- bzw. Winkelinformationen und ermöglichen so die kinematische Rekonstruktion der Bewegungen des Probanden. Während der Messung wurden die Probanden zusätzlich mit einer Videokamera gefilmt. Nach der Synchronisation der Mess- und Videodaten konnten auf diese Weise nicht nur Anzahl und Ausmaß der ungünstigen Körperhaltungen bestimmt werden, sondern es ließen sich auch Tätigkeiten „sichtbar“ machen, die diese Körperhaltungen überwiegend hervorgerufen haben.

Für die ergonomische Bewertung werden die Oberkörperbewegungen in unterschiedliche Winkelklassen eingeteilt [14 bis 16]. Darunter fallen z. B. Oberkörper-Vorneigungen in einem Winkel von mehr als 20° oder mehr als 60°. Aber auch unsymmetrische Bewegungen durch Oberkörper-Seitneigungen oder Verdrehungen zwischen der Brust- und Lendenwirbelsäule zählen dazu. Ungünstig zu bewerten sind ebenfalls sogenannte statische Körperhaltungen. Darunter versteht man Körperhaltungen außerhalb des Neutralbereichs, die länger als vier Sekunden eingenommen werden.

Im Anschluss an die Messungen wurden anhand der Videoaufnahmen diejenigen Tätigkeiten ermittelt, bei denen die Probanden starke Oberkörperneigungen über 60° bzw. statische Neigungen über 20° eingenommen haben. Die Tätigkeiten wurden zu Tätigkeitsgruppen zusammen gefasst, z. B.

- Grundpflege im Bett,
- Betten machen,
- Mobilisation,
- Behandlungspflege,
- Umgang mit Materialien,
- Dekubitusprophylaxe oder
- Aufräumen, Putzen, Entsorgen.

Zusätzlich wurden die Häufigkeit und die Gesamtdauer aller Tätigkeiten mit Lastentransfer ermittelt, bei denen eine hohe Druckbelastung der Bandscheibe L5/S1 nachgewiesen wurde. Dazu gehören Tätigkeiten, bei denen Gegenstände (Wäschesäcke, Bettgitter, Geräte etc.) bewegt werden und auch der Transfer von Patienten, wie das Umsetzen von der Bettkante in den Rollstuhl oder das Aufrichten des Oberkörpers im Bett. Vor- und Nachbereitungen, die bei den meisten Patiententransfers erforderlich sind, werden zeitlich nicht berücksichtigt, sondern lediglich die Dauer des eigentlichen Hebe- bzw. Tragevorgangs.

Da die Pflegekräfte einen großen Teil ihrer Arbeitszeit mit Tätigkeiten am Patienten- bzw. Bewohnerbett verbringen, wurde ein Laborversuch durchgeführt, um Aufschluss darüber zu geben, ob und in welchem Ausmaß die Optimierung der Betthöhe einen Einfluss auf die Anzahl von ungünstigen Körperhaltungen hat (Abbildung 2, Seite 83).

Dazu absolvierten drei Probanden nach einem standardisierten Ablauf typische Pflegetätigkeiten (Aufnehmen der Vitalparameter, Patient waschen, Laken wechseln etc.). Die Probanden führten den standardisierten Ablauf je zweimal an drei unterschiedlichen Betthöhen aus (Kniehöhe, Mitte Oberschenkel, Leistengegend).

Die Ergebnisse der Untersuchung und des Laborversuchs waren die Grundlage für die Entwicklung eines Seminars zur Reduzierung von ungünstigen Körperhaltungen in der Pflege. Bestandteil des Seminars war u. a. die Einführung mehrerer ergonomischer „Hilfsmittel“, wie z. B. Pflegehocker oder Pflegekörbchen. Für die Evaluation dieses Seminars wurden sechs

neue Altenpflegeheime und jeweils vier Probanden pro Einrichtung rekrutiert. In einem zeitlichen Abstand von sechs Monaten wurden auf den teilnehmenden Stationen Messungen vor und nach dem Seminar durchgeführt.



Abbildung 2:
Laborversuche bei drei unterschiedlichen Betthöhen,
oben: oberhalb des Knies,
Mitte: Mitte Oberschenkel,
unten: Leistengegend

3 Ergebnisse

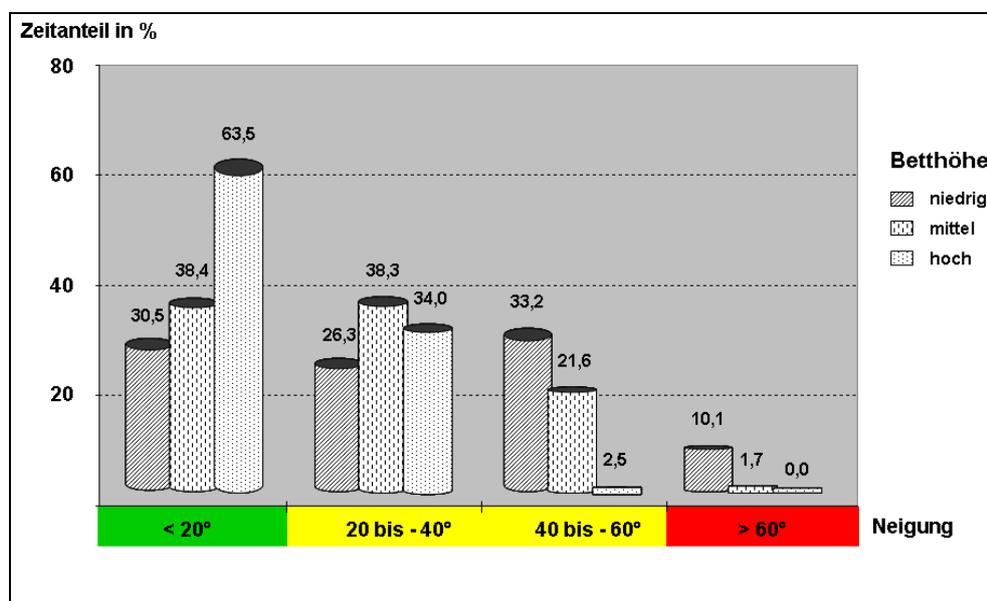
Bei Altenpflegekräften wurden pro Arbeitsschicht im Mittel 1 541 Oberkörperneigungen über 20° und 311 Neigungen über 60° erfasst. Insgesamt waren die Altenpflegekräfte durchschnittlich zwei Stunden ihrer Arbeitszeit in vorgeneigter Haltung von mehr als 20° tätig. Überwiegend hervorgerufen wurden die starken Neigungen über 60° durch die Tätigkeiten „Grundpflege“, „Betten machen“ und „Mobilisation der Bewohner“. Die Anzahl der statischen Neigungen über 20°, die länger als vier Sekunden eingenommen wurden, beträgt durchschnittlich 443. Im Mittel wurden 30 Lastentransfers durchgeführt. Alle Transfervorgänge dauerten zusammen etwa drei Minuten pro Arbeitsschicht ein.

In der Krankenpflege (chirurgische und internistische Stationen) hingegen wurden Neigungen über 20° im Mittel 1 238-mal und über 60° hinaus 117-mal eingenommen. Insgesamt waren die Krankenpflegekräfte durchschnittlich eine Stunde und 22 Minuten ihrer Arbeitszeit

in vorgeneigter Haltung von mehr als 20° tätig. Die starken Neigungen wurden hier überwiegend durch die Tätigkeiten „Betten machen“, „Ein-/Ausräumen von Materialien“ und „Aufräumen, Putzen“ verursacht. Statische Neigungen wurden 245-mal eingenommen. Im Mittel wurden 13 Lastentransfers durchgeführt. Alle Transfervorgänge nahmen zusammen etwa eine Dauer von drei Minuten pro Arbeitsschicht ein.

Die Auswertung des Laborversuchs ergab, dass die Probanden bei der Betthöhe in Kniehöhe ein Drittel der Messzeit in aufrechter Körperhaltung und über 10 % der Zeit in starker Oberkörpervorneigung verbrachten. Bei der Justierung des Bettes auf Leistenhöhe hingegen verbrachten die Probanden zwei Drittel der Messzeit in aufrechter Haltung. Starke Rumpfneigungen über 60° traten nicht mehr auf (Abbildung 3).

Abbildung 3:
Zeitlicher Anteil der Rumpfneigungen in den einzelnen Winkelklassen bei unterschiedlichen Betthöhen



Die Evaluation des Seminarkonzeptes befindet sich zurzeit noch in der Auswertung. Fotos, die während der Messungen entstanden sind, geben bereits einen Hinweis darauf, wie sich die Körperhaltungen bei Pflegekräften durch den Einsatz der „ergonomischen Hilfsmittel“ verändern können (Abbildung 4).

Abbildung 4:
Grundpflege in der Waschecke, links: vor dem Seminar, rechts: nach dem Seminar mit Einsatz eines Pflegehockers



4 Schlussfolgerungen

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Stationen waren an allen drei Messtagen vollständig belegt und alle Probanden hatten u. a. bettlägerige und pflegebedürftige Patienten zu versorgen. Dennoch wurden im Mittel nicht mehr als 30 Transfervorgänge (Altenheim) bzw. 13 Transfervorgänge (Krankenhaus) pro Arbeitsschicht durchgeführt. Die Zeit, die für diese Transfervorgänge benötigt wurde, betrug im Mittel weniger als ein bis drei Minuten pro Arbeitsschicht. Würde man lediglich die reinen Hebevorgänge für eine Belastungsanalyse bei den an der Studie beteiligten Pflegekräften heranziehen, so blieben 99 % der gemessenen Arbeitszeit unbewertet. Die Auswertung der gemessenen Körperhaltungen hingegen zeigt, dass die Altenpflegekräfte im Laufe einer Arbeitsschicht eine Vielzahl von ungünstigen Körperhaltungen eingenommen haben und im Mittel zwei Stunden in einer vorgeneigten Oberkörperhaltung arbeiteten. Der Laborversuch macht im Hinblick auf die Betthöhe deutlich, dass die Optimierung der Arbeitshöhe einen hohen Einfluss auf die Anzahl der ungünstigen Körperhaltungen hat. Pflegekräfte können durch eine optimierte Arbeitshöhe am Bett nicht nur starke Rumpfneigungen fast vollständig vermeiden, sondern erhöhen dadurch auch maßgeblich den Zeitanteil, den sie in aufrechter Haltung verbringen,

Literatur

- [1] *Smith, D. R.; Leggat, P. A.:* Muskuloskeletal disorders in Nursing. Aust. Nurs. J. 11 (2003), S.1-4
- [2] *Nelson, A.; Fragala, G.; Menzel, N.:* Myths and facts about back injuries in nursing. Am. J. Nurs. 103 (2003), S. 32-40
- [3] *Yassi, A.; Gilbert, M.; Cvitkovich, Y.:* Trends in injuries, illnesses, and policies in Canadian healthcare workplaces. Can. J. Public Health 96 (2005), S. 333-339
- [4] *Bejia, I.; Younes, M.; Jamila, H.B.; Khalfallah, T.; Ben, S. K.; Touzi, M.; Akrou, M.; Bergaoui, N.:* Prevalence and factors associated to low back pain among hospital staff. Joint Bone Spine 72 (2005), S. 254-259
- [5] *Smith, D. R.; Mihashi, M.; Adachi, Y.; Koga, H.; Ishitake, T.:* A detailed analysis of musculoskeletal disorder risk factors among Japanese nurses. J. Safety Res. 37 (2006), S. 195-200
- [6] *Podniece, Z.:* Preventing work-related back pain across Europe. J. R. Soc. Promot. Health 127 (2007), S. 159-160
- [7] *Lagerström, M.; Hansson, T.; Hagberg, M.:* Work-related low-back problems in nursing. Scand. J. Work Environ. Health 24 (1998), S. 449-464
- [8] *Hignett, S.:* Intervention strategies to reduce musculoskeletal injuries associated with handling patients: a systematic review. Occup. Environ. Med. 60 (2003) Nr. 9, E6
- [9] *Nelson, A.; Baptiste, A. S.:* Evidence-based practices for safe patient handling and movement. Online J. Issues Nurs 9 (2004) Nr. 3, Manuscript 3
- [10] *Lee, Y. H.; Chiou, W. K.:* Ergonomic analysis of working posture in nursing personnel: example of modified Ovako Working Analysis System application. Res. Nurs. Health 18 (1995), S. 67-75
- [11] *Knibbe, J. J.; Friele, R. D.:* Prevalence of back pain and characteristics of the physical workload of community nurses. Ergonomics 39 (1996), S. 186-198

- [12] *Jansen, J. P.; Burdorf, A.; Steyerberg, E.:* A novel approach for evaluating level, frequency and duration of lumbar posture simultaneously during work. *Scand. J. Work Environ. Health* 27 (2001), S. 373-380
- [13] *Yip, V. Y.:* New low back pain in nurses: work activities, work stress and sedentary lifestyle. *J. Adv. Nurs.* 46 (2004), S. 430-440
- [14] DIN EN 1005-4: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin 2005
- [15] DIN EN 1005-1: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe. Beuth, Berlin 2002
- [16] ISO 11226: Ergonomics - Evaluation of static working postures. i-18. 15-12-2000. International Organization for Standardisation (ISO), Geneva, Switzerland 2000

Technische Unterstützung der manuellen Gepäckverarbeitung im Flughafenbetrieb – Ausgewählte Aspekte des Projekts TAQP

Markus Post¹, Rolf Ellegast¹, Markus Kohn²

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)

1 Einleitung

Die Verladung von Reisegepäck bei den Bodenverkehrsdiensten an Flughäfen geschieht in weiten Teilen rein manuell: Neben der Be- und Entladung von Flugzeugen und Gepäckcontainern ist insbesondere die innerbetriebliche Gepäckverladung häufig mit manuellen Arbeitsschritten verbunden. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfond geförderten Präventionsprojektes mit der Kurzbezeichnung TAQP, das die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung und die Fraport AG gemeinsam durchführten [1], wurden in zwei Bereichen der Bodenverkehrsdienste zur Prävention arbeitsbezogener Muskel-Skelett-Erkrankungen zwei neue technische Systeme in der manuellen Gepäckverarbeitung eingeführt und arbeitswissenschaftlich untersucht. Ziel dieser Untersuchung war die Quantifizierung der belastungsreduzierenden Wirkung dieser technischen Systeme auf die Mitarbeiter im Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise.

2 Neue Technologien in der Gepäckverarbeitung

Die Tätigkeit in der manuellen Be- und Entladung von Fluggepäck ist gekennzeichnet durch eine hohe körperliche Belastung beim Handhaben von 15 bis 35 kg schweren Gepäckstücken, die in gebeugter oder kniender Haltung, nicht selten über Kopf oder körperfern bewegt werden müssen (Abbildung 1). Das Gewicht eines Gepäckstücks ist dabei von außen nicht immer erkennbar, sodass sich der Beschäftigte kaum auf die zu bewegende Last einstellen kann. Griffe und Angriffspunkte sind zudem häufig beschädigt und ergonomisch ungünstig angebracht. Bei in Spitzenzeiten bis zu 1 000 Gepäckstücken pro Schicht, die zudem unter Zeitdruck bewegt werden müssen, sind körperliche Beschwerden im Rücken- bzw. Lendenwirbelsäulenbereich für einen großen Teil aller Arbeitsunfähigkeitstage in diesem Arbeitsbereich verantwortlich.

Im Rahmen des Projekts wurden beim Be- und Entladen von Flugzeugen sowie in der innerbetrieblichen Gepäckverladung neue technische Hilfsmittel zur Unterstützung dieser manuellen Tätigkeiten eingeführt: Eine Vakuumhebehilfe zur Unterstützung manueller Gepäckumsetzungen sowie ein Rollenband-Gepäckförderer zur Unterstützung der manuellen Flugzeugbeladung (Abbildung 2).

Nach entsprechenden Schulungen sowie der notwendigen Einarbeitungszeit wurden die Beschäftigten nach ihren Erfahrungen mit diesen neuen technischen Hilfsmittel befragt. Fast alle äußerten große Zufriedenheit und gaben an, dass sie sich durch den Einsatz der Geräte deutlich entlastet fühlen. Um diese subjektive Einschätzung auch durch objektive Daten untermauern zu können, wurde die Belastungssituation in beiden Bereichen mit dem im Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) entwickelten Messsystem CUELA (Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) [2] erfasst und arbeitswissenschaftlich bewertet.

Abbildung 1:
Manuelle Tätigkeit in der Flugreisegepäckverarbeitung: Innerbetriebliche Gepäckverarbeitung (links) und Beladung eines Flugzeugs mit losem Handgepäck (rechts)

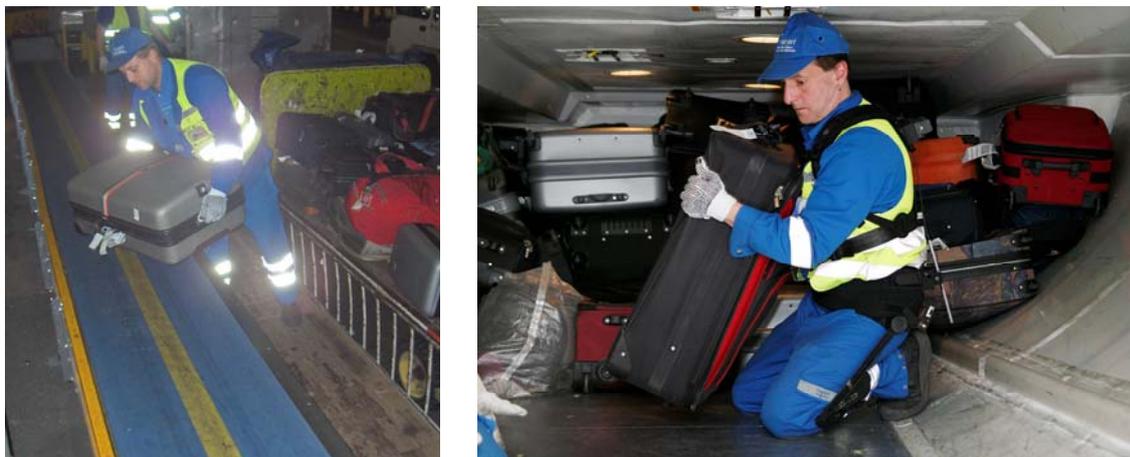


Abbildung 2:
Einsatz von Hebehilfen in der Flugreisegepäckverarbeitung: Vakuumhebehilfe bei der Gepäckverarbeitung (links) und Flugzeugbeladung mit Rollbettförderband (rechts)



3 Analyse der Belastungen durch CUELA-Messungen

3.1 Methode

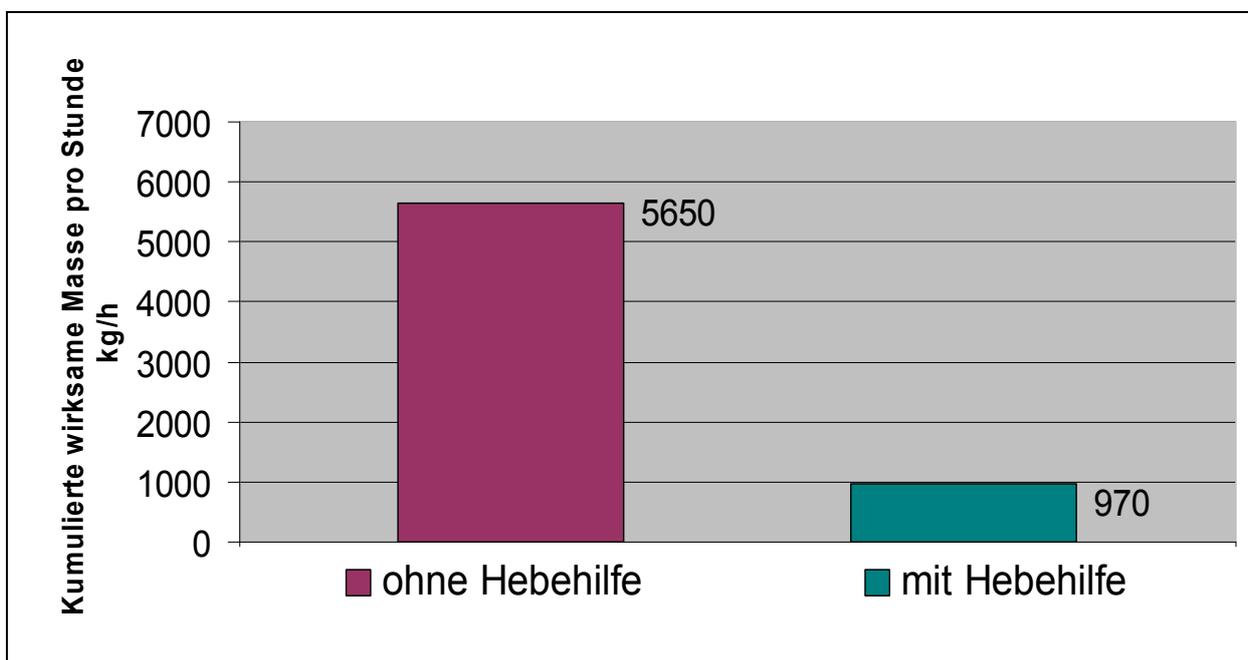
Die Untersuchung erfolgte an Arbeitsplätzen in der Gepäcktransferzentrale und der Flugzeugabfertigung am Frankfurter Flughafen. Insgesamt nahmen zehn männliche Gepäckabfertiger (Alter: $30,7 \pm 7,4$ Jahre; Körpergröße: 178 ± 4 cm; Körpergewicht: 101 ± 11 kg) und 13 männliche Flugzeugabfertiger (Alter: $40,9 \pm 5,9$ Jahre; Körpergröße: 177 ± 5 cm; Körpergewicht: 93 ± 11 kg) als freiwillige Probanden an der Untersuchung teil. Jeder Proband führte seine Tätigkeit sowohl konventionell als auch an den technisch veränderten Arbeitsplätzen aus. Körperhaltungen/-bewegungen und Lastenhandhabungen wurden kontinuierlich mit einer Abtastfrequenz von 50 Hz mit dem CUELA-Messsystem, das auf der Arbeitskleidung der Probanden angebracht war, aufgezeichnet. Die durchschnittliche Messzeit pro Proband und Arbeitssituation betrug ca. 45 Minuten in der Gepäcktransferzentrale und ca. 20 Minuten im Ladeservice auf dem Rollfeld.

Die Bewertung der Messdaten hinsichtlich Körperhaltungen/-bewegungen erfolgte mit dem IFA-Haltungscode und gelenkwinkelbezogen nach der Neutral-Null-Methode. Manuelle Lastenhandhabungen wurden hinsichtlich der Lastgewichtshöhe, der Dauer und in Kombination mit zugehörigen Körperhaltungen vergleichend ausgewertet.

3.2 Ergebnisse

In Abbildung 3 ist die kumulierte wirksame Masse der Gepäckstücke dargestellt, die jeder Proband der Gepäcktransferzentrale im Durchschnitt pro Stunde manuell gehoben hat. Der Einsatz der Hebehilfe verringerte die Masse der manuell umgesetzten Gepäckstücke von 5 650 kg auf 970 kg, was einem Rückgang um 83 % entspricht.

Abbildung 3:
Kumulierte wirksame Masse der manuell gehobenen Gepäckstücke pro Stunde



Allerdings verringerte sich auch die Gesamtanzahl der umgesetzten Gepäckstücke pro Stunde von durchschnittlich 292 auf 230 Gepäckstücke, was einer Minderung der Umsatzzahl von ca. 21 % entspricht (Abbildung 4). Hierdurch war der Betriebsablauf jedoch nicht gestört, da die Gepäckumsatzrate mit Hebehilfeneinsatz immer noch über der durchschnittlich anfallenden Gepäckmenge lag und damit ausreichend hoch war.

Durchschnittlich wurden von den 230 Gepäckstücken noch 64 Gepäckstücke manuell umgesetzt, sodass hier eine Entlastung von 71 % festgehalten werden kann. Die höchste Entlastung durch die Hebehilfe zeigt sich bei Gepäckstücken mit Gewichten zwischen 15 und 35 kg, leichte Taschen und sperriges Gepäck wurden häufig noch manuell umgesetzt.

Bei der Gepäckabfertigung wurden überwiegend neutrale, nicht belastende Körperhaltungen eingenommen. Der Einsatz der Hebehilfe führte hier zu keinen signifikanten Veränderungen.

Bei den Flugzeugabfertigern wurde ein hoher Anteil kniebelastender Körperhaltungen mit und ohne Einsatz des Rollbettförderbands gemessen, die im Mittel über 85 % der Be- und Entladungszeiten umfassten. Ursache ist die geringe Laderaumhöhe von Standardrumpfmaschinen. Die Rumpfeigung der Probanden nach vorne konnte durch den Einsatz des Rollbettförderbands beim Beladevorgang geringfügig um ca. 10° verbessert werden. Für die Kraftanforderung der Flugzeugabfertiger beim Beladen der Flugzeuge zeigte sich eine

deutliche Entlastung um 53 % bei Verwendung des Rollbettförderbandes. Die Lasthandhabungsdauer reduzierte sich bei der Entladung der Gepäckstücke um 45 % (Abbildung 5).

Abbildung 4:
Anzahl der abgefertigten Gepäckstücke pro Stunde sowie die Anzahl der manuell gehobenen Gepäckstücke bei Nutzung der Hebehilfe

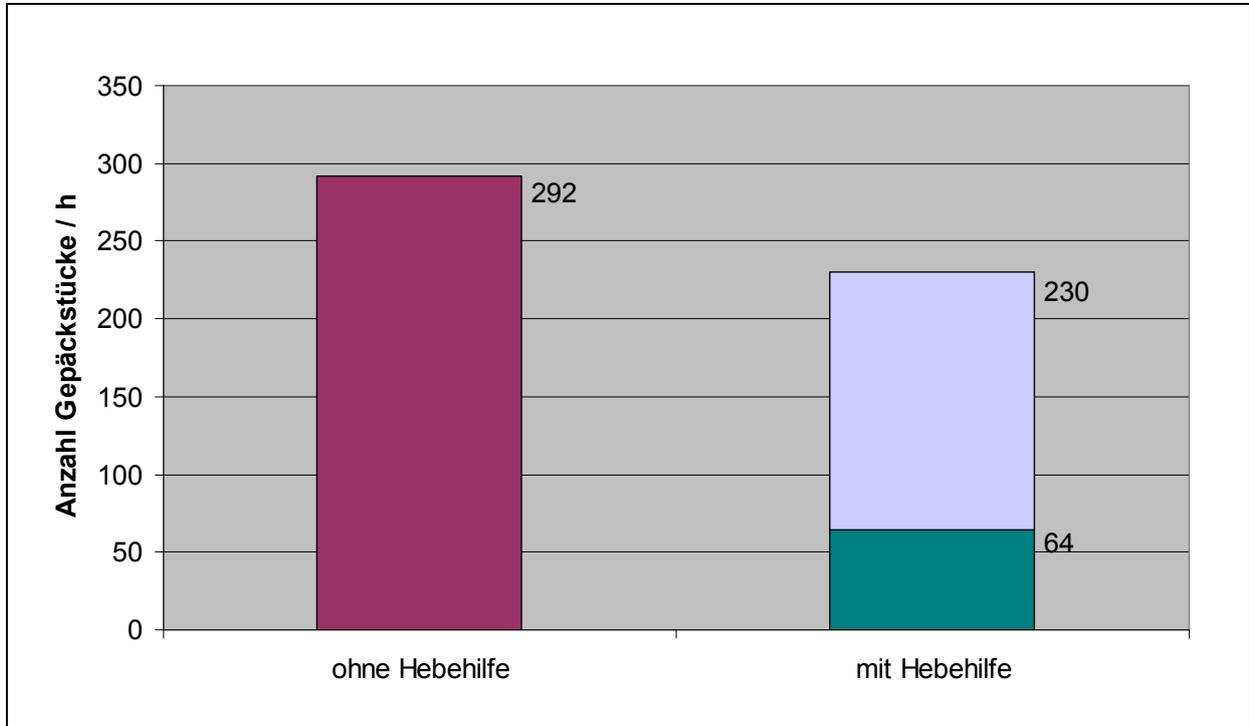
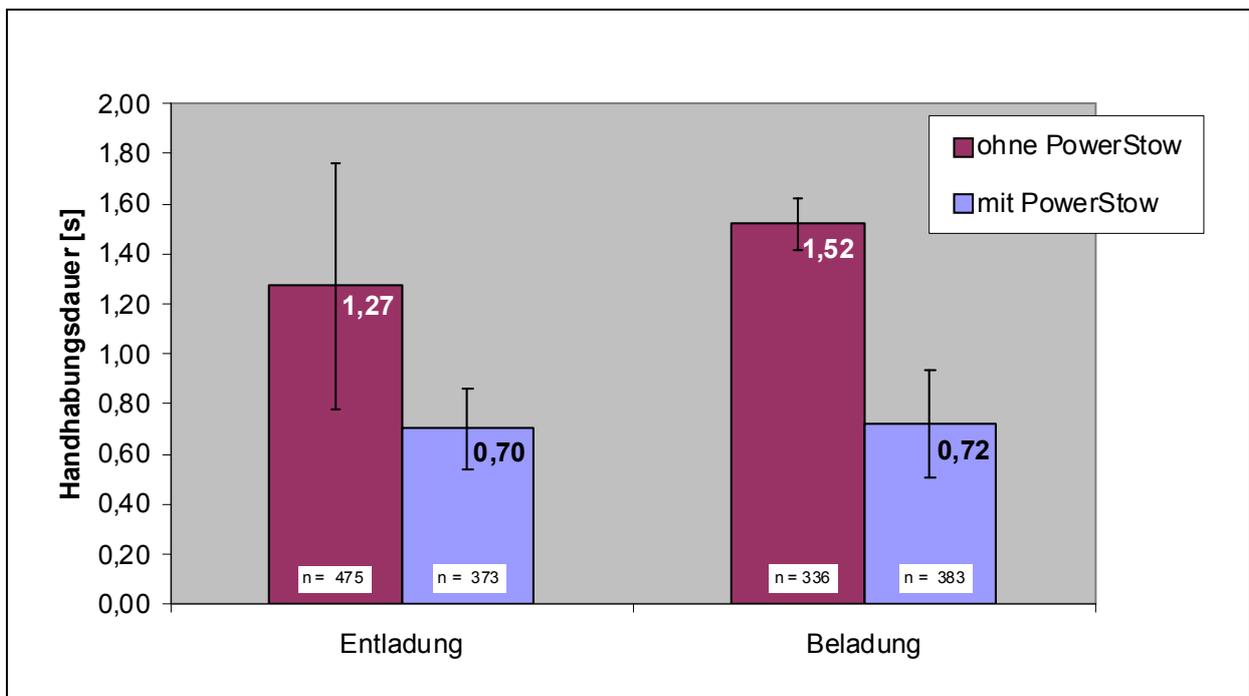


Abbildung 5:
Mittlere Handhabungsdauer in Sekunden mit und ohne Einsatz des Rollbettförderbandes (Powerstow)



Wie auch bei den Hebehilfen zeigte sich eine Zunahme der Umschlagzeiten. Die Entladezeit pro Gepäckstück erhöhte sich im Mittel um annähernd 40 %, bei der Beladung waren es 12,5 %. Einen nicht unerheblichen Einfluss hat die Zeit, die benötigt wird, um das Rollbetteförderband in den Flugzeugrumpf einzubringen. Damit bieten sich die größeren Standard-rumpfflugzeuge A 321 und B757 für den Einsatz des Rollbetteförderbandes an, da bei der größeren Gepäckmenge die Einrüstzeit weniger stark ins Gewicht fällt.

5 Fazit

Das Projekt TAQP hat gezeigt, dass der Einsatz innovativer Technik – flankiert durch ganzheitliche präventive Maßnahmen – die physischen Belastungen der Beschäftigten in der manuellen Flugreisegepäckverarbeitung wirksam reduzieren kann. Neben der generellen Verbesserung von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit kann es den Beschäftigten dadurch auch ermöglicht werden, bezogen auf ihr Lebensalter länger auf ihrem jeweiligen Arbeitsplatz zu verbleiben. Dies ist insbesondere unter der Randbedingung einer stetigen Erhöhung des Renteneintrittsalters von großer Bedeutung.

Die Ergebnisse des Projektes [3] werden derzeit auf andere Flughäfen sowie ähnlich gelagerte Bereiche in Unternehmen verwandter Branchen übertragen.

Literatur

- [1] *Kohn, M.; Krüger, S.*: Präventionsprojekt TAQP – Technologieinnovation, Arbeitsorganisation, Qualifizierung und Prävention. *Z. Angew. Arb. Wiss.* (2010) Nr. 205, S. 39-50
- [2] *Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Schiefer, C.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. *Z. Arbwiss.* 64 (2010) Nr. 2, S. 101-110
- [3] Technologieinnovation, Arbeitsorganisation, Qualifizierung, Prävention – Systematisches Handlungskonzept für Produktivität und Gesundheit (TAQP), Teilvorhaben Prävention in altersgemischten Belegschaften – Umsetzung, Akzeptanz, Transfer. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2011

Sicherheit und Gesundheitsschutz bei feinmechanischen Montiertätigkeiten – Arbeitsprogramm im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie

Kathrin Kraft,
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

Mit der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) sollen Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten durch einen effizienten und systematischen Arbeitsschutz erhalten, verbessert und gefördert werden. Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung sollen auch das Sicherheits- und Gesundheitsbewusstsein bei Arbeitgebern und Beschäftigten stärken.

Die GDA wurde in enger Zusammenarbeit von den für den Arbeitsschutz zuständigen Trägern Bund, Länder und Unfallversicherungen entwickelt. Die Programme der gemeinsamen, bundesweit geltenden Strategie zur Prävention von Arbeitsunfällen und berufsbedingten Erkrankungen sollen bis zum Jahr 2012 laufen. Die 84. Arbeits- und Sozialministerkonferenz der Länder hat die GDA im November 2007 bestätigt und auch die Mitgliederversammlung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) hat sich einstimmig zu ihr bekannt. Ein Kernelement der Vereinbarung ist die Verbesserung der Zusammenarbeit der staatlichen Arbeitsschutzbehörden und der Unfallversicherungsträger. Dies soll unter anderem durch eine abgestimmte, arbeitsteilige Überwachungs- und Beratungstätigkeit sowie durch eine gleichwertige Umsetzung harmonisierter Arbeitsschutzvorschriften verwirklicht werden.

Mit der GDA berücksichtigt Deutschland auch europäische und internationale Entwicklungen. Anknüpfend an die erste europäische Gemeinschaftsstrategie für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2002-2006 hat die EU-Kommission eine Folgestrategie für den Zeitraum 2007-2012 vorgelegt, die auch die allgemeine und berufliche Bildung einbezieht.

Die gesetzlichen Grundlagen der GDA und des Zusammenwirkens ihrer Träger sind im Arbeitsschutzgesetz und Sozialgesetzbuch VII festgeschrieben.

Für einen Zeitraum von ca. drei bis fünf Jahren wurden gemeinsame Arbeitsschutzziele und -aktionen festgelegt, zu deren Realisierung alle Träger und weitere Akteure durch konzertierte Aktionen und Maßnahmen im Rahmen gemeinsamer Arbeitsprogramme beitragen.

Erkrankungen und Beschwerden des Bewegungsapparates zählen zu den am häufigsten auftretenden Gesundheitsproblemen. Dabei spielen die Arbeitsbedingungen bei der Entstehung von Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) eine wichtige Rolle. Fehlbelastungen des Muskel-Skelett-Systems entstehen auch durch körperlich einseitige oder bewegungsarme Arbeit (z. B. durch dauernd sitzende oder stehende Tätigkeit) oder eine ungünstige Arbeitsgestaltung. Daraus kann ein erhöhtes Risiko für Beschwerden und Erkrankungen resultieren. Zusätzliche psychische Fehlbelastungen, wie Arbeitsverdichtung, Zeitdruck, eingeschränkte Handlungsspielräume oder fehlende soziale Unterstützung, können diese Gefährdung verstärken.

In der Berufsgruppe der Montierer/-innen sind MSE eine häufige Ursache von Arbeitsunfähigkeit. Im Jahr 2008 entfielen hier knapp 112 Millionen Arbeitsunfähigkeitstage auf MSE, das entspricht einem Viertel aller Ausfalltage. Gleichzeitig haben 16 % aller Rentenzugänge aufgrund verminderter Erwerbsfähigkeit ihre Ursache in MSE. Im Jahr 2008 wurden je 100 versicherte Montierer bzw. Montiererinnen durchschnittlich 144 Arbeitsunfähigkeitsfälle

registriert. Im Schnitt lag die durch einen Arzt bescheinigte Arbeitsunfähigkeit bei fast 13 Tagen je Krankheitsfall (Tabelle).

Tabelle:
Arbeitsunfähigkeit von Montierern und Montiererinnen im Jahr 2008

Berufsgruppe	Arbeitsunfähigkeit: Fälle je 100 Versicherte 2008								
	Gesamt			jünger als 45 Jahre			45 Jahre und älter		
Montierer/ Montiererinnen	Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen
		144,1	135,1	165,4	139,9	134,1	157,6	149,9	136,7
Montierer/ Montiererinnen	Arbeitsunfähigkeit: Tage je Fall 2008								
	Gesamt			jünger als 45 Jahre			45 Jahre und älter		
	Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen
	12,6	12,1	13,4	9,9	9,7	10,4	16	16	16

Quelle: Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2008

Das GDA-Arbeitsprogramm „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei einseitig belastenden und bewegungsarmen Tätigkeiten an Produktionsarbeitsplätzen im Bereich feinmechanischer Montiertätigkeiten“ will dieser Tatsache Rechnung tragen. Die Maßnahmen werden von einer trägerübergreifenden Kooperation aus Bund, Ländern und Unfallversicherungsträgern gestaltet und koordiniert. Die Umsetzung erfolgt in den Jahren 2011 und 2012 durch die Länder Sachsen und Brandenburg sowie die Berufsgenossenschaft Holz und Metall und die Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse.

Ziel ist dabei die langfristige Verringerung der Häufigkeit und Schwere von MSE durch Maßnahmen der Verhältnis- und der Verhaltensprävention unter Einbeziehung der Verringerung von psychischen Fehlbelastungen und der Förderung der systematischen Wahrnehmung des Arbeitsschutzes in Unternehmen.

Unter Berücksichtigung arbeitsbedingter Einflussfaktoren sollen das gesundheitsbewusste Verhalten aller Beschäftigten gefördert und effektive Präventionsansätze und betriebliche Gesundheitsförderung im Rahmen einer guten innerbetrieblichen Arbeitsschutzorganisation etabliert werden. Darüber hinaus soll das Arbeitsprogramm „Feinmechanik“ die flächendeckende Umsetzung der vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilung zur systematischen Überwachung der Belastungen und rechtzeitigen Ergreifung notwendiger Maßnahmen forcieren.

Das GDA-Programm richtet sich an Unternehmer und Führungskräfte, insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen, sowie an Beschäftigte, die feinmechanische Montiertätigkeiten ausführen. Um solche Betriebe noch besser bei Präventionsmaßnahmen unterstützen zu können, findet in den Jahren 2011/2012 eine branchenübergreifende und gefährdungsorientierte Erhebung statt. Hierbei werden bundesweit ca. 700 Betriebe jeweils zweimal in etwa jährlichem Abstand aufgesucht und themenbezogen beraten. Ein Schwerpunkt liegt hier auf kleinen und mittleren Unternehmen (soweit branchentypisch erreichbar) der folgenden Branchen:

- Komponentenfertigung für Fahrzeuge (z. B. Automobilzulieferindustrie)
- Fertigung von Metall- und/oder Kunststoffzeugnissen durch feinmechanische Montiertätigkeiten
- Elektronikindustrie – Kleingeräte, Leuchtmittel, Platinenfertigung etc.
- Textilindustrie (z. B. Polsterei)

Der Projektplan sieht Erstbesichtigungen im Jahr 2011 vor. Hierbei wird der Stand von Präventionskultur und Gesundheitskompetenz in den Betrieben mit einem abgestimmten Erhebungsinstrument erfasst. Intervenierende Maßnahmen wie begleitende Beratungen und Gespräche sowie Weitergabe von Informationsmaterialien ergänzen die erste Phase des Programms. Ab 2012 finden dann Zweitbesichtigungen statt, die der Evaluation der Wirksamkeit des Programms und der getroffenen Maßnahmen dienen.

Zusätzlich wird in wenigen ausgewählten Betrieben der genannten Branchen eine Best-Practice-Studie durchgeführt, in der die Betriebe eingehend zur ergonomischen Situation und deren Verbesserung beraten und geschult werden; die Erfahrungen sollen systematisch ausgewertet werden. Hieraus sollen auch weiterführende Ansätze für erfolgversprechende Möglichkeiten der künftigen Präventionsarbeit gewonnen werden.

Die Evaluation des GDA-Arbeitsprogramms „Feinmechanik“ wird von den Arbeitsprogrammverantwortlichen nach Ende der Erhebungsphase im Jahr 2013 durchgeführt. Der resultierende Evaluationsbericht soll die Überprüfung der Programmwirksamkeit ermöglichen und einer eventuellen Fortschreibung der Arbeitsschutzziele und Handlungsfelder der GDA dienen.

Getrennt von der Programmevaluation wird der GDA-Gesamtprozess nach wissenschaftlichen Kriterien von einem unabhängigen externen Institut unter Beteiligung aller GDA-Träger evaluiert. Es findet jedoch eine Abstimmung mit der Programmevaluation in allen wesentlichen inhaltlichen, formalen und zeitlichen Aspekten statt.

Weitere Informationen zur Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie und zu ihren Programmen findet man im Internet unter der Adresse www.gda-portal.de.

Beleuchtung bei Schichtarbeit

Gerold Soestmeyer,
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)

Kann eine spezielle Beleuchtung bei Nachtarbeit dazu beitragen, arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten? Wenn ja, wie sollte sie gestaltet sein? Mit diesen Fragen befasst sich ein aktuelles Projekt des Instituts für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG).



Licht beeinflusst den Schlaf-Wach-Rhythmus und die Leistungsfähigkeit; besonders betroffen sind Schichtarbeiter

Bild: Soestmeyer

1 Einleitung

Der Mensch ist grundsätzlich auf den Wechsel zwischen Aktivität am Tag und Schlaf in der Nacht eingestellt. Arbeit ist in der Nacht anstrengender als am Tag, zudem ist das Risiko für gesundheitliche Beeinträchtigungen und Unfälle erhöht. Dabei ist insbesondere die Müdigkeit ein Problem. Aus der Nachtarbeit können Schlafdefizite und -störungen, aber auch erhöhte Risiken für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen und Magen-Darm-Beschwerden resultieren.

2 Licht beeinflusst den Schlaf-Wach-Rhythmus und die Leistungsfähigkeit

Seit einigen Jahren ist erwiesen, dass der Mensch Licht nicht nur zum Sehen benötigt, sondern auch für andere biologische Vorgänge. Die nicht visuellen biologischen Lichtwirkungen werden über spezielle Sinneszellen im Auge übertragen und beeinflussen unter anderem den Schlaf-Wach-Rhythmus. Fällt kein Licht auf diese Sinneszellen, wird eine große Menge des Hormons Melatonin produziert. Dadurch wird dem Körper signalisiert, dass es Nacht und damit Zeit zum Schlafen ist. Fällt Licht auf die Rezeptoren, wird weniger Melatonin produziert. Dem Körper wird signalisiert, dass es Tag ist und er den Wachzustand einnehmen soll. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass diese Erkenntnisse genutzt werden könnten, um die Beschäftigten während des Wachheits- und Leistungstiefs in der Nacht zu aktivieren.

Des Weiteren könnte der Schlaf-Wach-Rhythmus verschoben und dadurch an das jeweilige Schichtsystem angepasst werden. Als positive Effekte wären zu erwarten: geringere Müdig-

keit in der Nacht, weniger Schlafstörungen, besseres Befinden, höhere Leistungsfähigkeit und weniger Fehler.

3 Beratungsbedarf in der Praxis

Immer häufiger fragen Unternehmer, wie sie diese neuen Erkenntnisse in der Praxis anwenden und nutzen können und ob sie Licht bei Schichtarbeit gezielt einsetzen können, um Müdigkeit und Schlafstörungen der Mitarbeiter vorzubeugen. Aus den Veröffentlichungen lassen sich jedoch bislang kaum konkrete Hinweise zur Optimierung der Beleuchtung bei Schichtarbeit ableiten. Um Unternehmen auf diesem Gebiet kompetent beraten zu können, fehlt derzeit die erforderliche Praxiserfahrung.



Unternehmer fragen immer häufiger, inwiefern sie Licht bei Schichtarbeit gezielt einsetzen können, um Müdigkeit und Schlafstörungen der Mitarbeiter vorzubeugen

Bild: Soestmeyer

4 Aktivitäten

Das Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) initiierte deshalb gemeinsam mit Fachleuten von verschiedenen Unfallversicherungsträgern das mit Mitteln der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unterstützte Forschungsprojekt „Optimale Beleuchtung bei Schichtarbeit“. Im ersten Schritt wurden die internationalen Publikationen der letzten zehn Jahre zu diesem Thema ausgewertet. Die Literaturstudie wurde von der Technischen Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik, unter der Leitung von Prof. *Christoph Schierz* durchgeführt und von einem Arbeitskreis begleitet. Aufbauend auf den Ergebnissen der Literaturstudie sollen weitere Forschungsaktivitäten konzipiert werden. Im Jahr 2007 gehörten zu der Projektgruppe:

- *Susanne Bonnemann*, Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
- *Renate Hanßen-Pannhausen*, Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)
- Dr. *Sylvia Hubalek*, Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
- *Sylke Neumann*, Verwaltungs- Berufsgenossenschaft

- *Gerold Soestmeyer*, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Obmann des Arbeitskreis „Beleuchtung, Licht und Farbe“ im DGUV-Fachausschuss „Einwirkungen und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren“

Die Projektgruppe wurde inzwischen erweitert um

- Dr. *Dirk Pallapies*, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)
- Dr. *Christoph Hecker*, Berufsgenossenschaft Holz und Metall

5 Ergebnisse

Die Literaturstudie zeigt, dass eine gezielt geplante Beleuchtung positive Effekte für Schichtarbeiter erreichen kann. Das Licht liefert die nötigen Impulse, die eine Umstellung auf den neuen Schlaf-Wach-Rhythmus erleichtern. Weiterhin kann Licht zu einer höheren Konzentration und Aktivität während der Nachtschicht und zu gesünderem Schlaf am Tag nach der Schicht beitragen.

Für die Gestaltung der Beleuchtung bei Schichtarbeit können jedoch keine allgemeingültigen Empfehlungen abgeleitet werden. Positive Effekte lassen sich nur erzielen, wenn das Beleuchtungskonzept speziell an das jeweilige Schichtsystem angepasst ist. So könnte beispielsweise bei längeren Nachtschichtphasen eine Verschiebung des Schlaf-Wach-Rhythmus durch gezielte Lichteinwirkung sinnvoll sein: mit zeitweise höheren Beleuchtungsstärken und einem höheren Blauanteil. Dagegen könnte es bei kürzeren Nachtschichtphasen mit zwei bis drei Nachtschichten hintereinander für den Mitarbeiter besser sein, mit einem speziellen Lichtregime einer Verschiebung des Schlaf-Wach-Rhythmus entgegenzuwirken. Eine Aktivierung der Beschäftigten durch Licht während des Wachheits- und Leistungstiefs in der Nacht könnte insbesondere bei kritischen oder gefährlichen Arbeitssituationen sinnvoll sein, zum Beispiel in Leitwarten oder beim Umgang mit Gefahrstoffen.

6 Offene Fragen

Für die Anpassung an länger währende Nachtschichten liegen umfangreiche Studien zur erforderlichen Lichteinwirkung vor. Für die Lichtplanung bei schnell rotierenden Schichtsystemen wurden entsprechende Konzepte aus den Erkenntnissen der Literaturstudie entwickelt. Die Richtigkeit und Anwendbarkeit dieser Beleuchtungskonzepte müssen jedoch noch durch entsprechende Studien überprüft werden. Forschungsbedarf besteht insbesondere im Hinblick auf folgende Fragen:

- Welche Auswirkungen hat eine gezielte Aktivierung durch Licht auf die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten während der Schicht und auf den Schlaf danach?
- Welches ist das richtige Maß an Aktivierung?
- Welche spektrale Zusammensetzung des Lichtes und welche örtliche und zeitliche Lichtverteilung sind notwendig?
- Wie viel Licht gelangt bei den verschiedenen Tätigkeiten in der Praxis in die Augen der Beschäftigten?

Um diese offenen Fragen zu klären, ist in Folgeprojekten eine eng abgestimmte interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich.

7 Praxisstudie Nachtarbeit

Derzeit in Planung ist eine Praxisstudie, die Erkenntnisse geben soll, wie die Parameter Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe sowie der zeitliche Verlauf verschiedener Beleuchtungssituationen gestaltet sein müssen, um sowohl die erforderliche Aktivierung während der Nachtschicht als auch die Stabilisierung der „inneren Uhr“ optimal zu unterstützen. Damit sollen wissenschaftliche Grundlagen für die Beratung der Unternehmen zur optimalen Gestaltung der Beleuchtung bei Nachtarbeit geschaffen und die Prävention arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren durch Nachtarbeit verbessert werden. Die Technische Universität Ilmenau (Prof. *Christoph Schierz*, Dr. *Cornelia Vandahl*) wird voraussichtlich dieses Projekt durchführen; begleitet wird es von der oben genannten Projektgruppe.

Literatur

- [1] *Vandahl, C.; Bieske, K.; Neuhäuser, S.; Schierz, C.:* Optimale Beleuchtung bei Schichtarbeit – Literaturstudie. BGAG-Report 2/2009. Hrsg.: BGAG – Institut Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Dresden 2009. www.dguv.de/iag, Webcode: d13378

Produktivitätsprojekte erhalten immer eine zweite Chance, Ergonomieprojekte selten!

Rolf Bußmann
Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Die Erfahrung zeigt, dass Ergonomieprojekte mindestens genauso professionell geplant, umgesetzt und betreut werden müssen wie z.B. Produktivitäts- oder Qualitätsprojekte. Im Falle des Scheiterns gibt es selten eine zweite Chance, da andere Prioritäten aus Sicht der Unternehmensführung schon wieder wichtiger geworden sind.

Das neue Ergonomieseminar ERGW3 der Berufsgenossenschaft Holz und Metall will vermitteln, wie ergonomische Herausforderungen sofort richtig, an der betrieblichen Praxis orientiert, mit Erfolg bewältigt werden können. Die in den vorhergehenden ERGW1/ERGW2-Seminaren erlernte Ergonomie-Fachkompetenz wird durch die Teilnehmer an typischen gewerblichen Arbeitsplätzen unserer Mitgliedsbetriebe praktisch umgesetzt:

- Ist-Analysen sind durchzuführen, Gefährdungen zu ermitteln, europäische Normen zu berücksichtigen
- Arbeitsplätze und Materialeinflüsse sind anschließend nach den eigenen gefundenen Lösungen umzurüsten und neu zu bewerten

Den Projektfortschritt begleitend werden Kenntnisse vermittelt zur

- Nutzung der Kreativität von Arbeitsgruppen
- zu erwartender Gruppendynamik in Arbeitsteams
- Notwendigkeit der Einbindung betroffener Mitarbeiter in die Gruppe

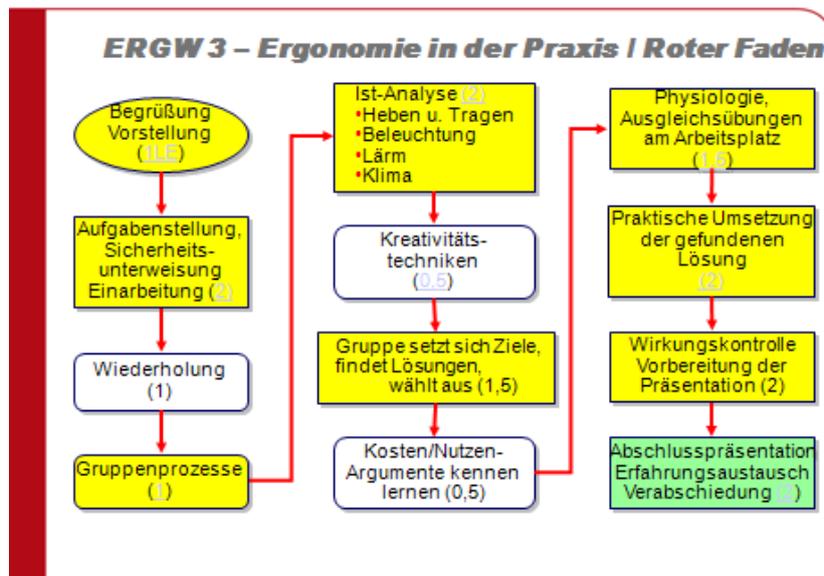
Gemeinsam werden Kosten/Nutzen-Argumente erarbeitet, mit deren Hilfe die Unternehmensführung leichter von der Umsetzung ergonomischer Projekte überzeugt werden kann.

Nach erfolgreicher Umsetzung der Gruppenziele und Feststellung der verbleibenden Restgefährdungen zeigen erfahrene Physiotherapeuten, wie mit einfachen Ausgleichsübungen die Risiken einer Überbeanspruchung weiter gesenkt werden können.

Die bisherigen Teilnehmer des Seminars sehen das Ziel des Seminars: „Ergonomische Erkenntnisse professionell in die Praxis umsetzen“ vollständig erreicht.



Stärkung der Rückenmuskulatur



„Vom Hörsaal bis zum Mähdrescher“ – Arbeiten der KAN im Bereich Ergonomie

Bettina Palka
Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN)

Die Geschäftsstelle der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) bearbeitet eine Vielzahl aktueller Themen im Fachgebiet Ergonomie, von denen im Folgenden einige Beispiele vorgestellt werden. Über weitere Themen informieren die Internetseiten der KAN (www.kan.de/de/themen).

- **Ergonomie-Lehrmodule** (www.ergonomie-lehrmodule.de)

In der Ausbildung von Konstrukteuren kommt die Vermittlung von Wissen aus dem Bereich der Ergonomie häufig zu kurz. Dabei ist es wichtig, dass Maschinen und Arbeitsmittel gesunde Arbeit ermöglichen. Durch normgerechte Gestaltung von Arbeitsmitteln wird die effektive Nutzung von Ergonomie-Normen gefördert und verbessert.

Deshalb hat die KAN in einem Projekt Vorlesungsmaterialien für das Gebiet der Ergonomie erarbeiten lassen. Sie richten sich primär an Lehrkräfte ingenieurwissenschaftlicher Fächer, aber auch Konstrukteure und Normungsexperten können sie nutzen.

In dem Projekt wurden fünf Lehrmodule (Abbildung 1) entwickelt, die auch fachfremde Dozenten einsetzen können. Hierbei wurde insbesondere auf Inhalte von Normen zurück gegriffen. Der Schwerpunkt der Materialien liegt im Bereich Maschinen- und Anlagenbau; vieles ist jedoch auch auf andere Gebiete übertragbar.

Abbildung 1:
Screenshot der Startseite der Ergonomie-Lehrmodule

The screenshot shows the website for 'Ergonomie für Konstrukteure'. The main content area features a diagram of five modules:

- Modul 1: EINFÜHRUNG IN DIE ERGONOMIE**
 - Grundlagen der Ergonomie
 - Nutzen der Ergonomie
 - Gestaltungsfelder für Konstrukteure
 - Rechtliche Grundlagen
 - Good Practice
- Modul 2: FACHINHALTE**
Anthropometrische und biomechanische Aspekte ergonomischer Gestaltung
- Modul 3: FACHINHALTE**
Betrachtung ausgewählter Arbeitsumgebungsfaktoren bei ergonomischen Problemlösungen
- Modul 4: FACHINHALTE**
Ergonomische Aspekte der informationstechnischen Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Modul 5: KOMPLEXES ANWENDUNGSBEISPIEL**
Zielgruppengerechte Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen

Each module is described as being divided into independent, usable sub-units. The website also includes a sidebar with navigation links (Home, Sitemap, Impressum, Suche) and a 'Lehrmodule' section with a 'LEHRMODULE - DOWNLOAD' button. A sidebar on the right provides information about the 'Initiator des Projektes KAN' (Kommission Arbeitsschutz und Normung) and lists project partners.

Die Lehrmodule sind seit 2009 online und können kostenfrei genutzt werden. Die Anzahl der registrierten Nutzer ist inzwischen auf etwa 900 gestiegen.

- **Workshop „Anthropometrie in der Praxis: Von der Norm zum Konstrukteur“**

Anthropometrische Daten sind für den Arbeitsschutz von großer Bedeutung. Dieses Fazit zog der KAN-Bericht 44 „Anthropometrische Daten in Normen“ [1] und gab nach Analyse des Umgangs mit solchen Daten in Normen 14 Empfehlungen an sechs Adressaten (Deutsches Institut für Normung (DIN), Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations-technik (DKE) im DIN und VDE, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), KAN, KAN-Geschäftsstelle, Forschung). Ziel dieser Empfehlungen ist es, Normen mit Angaben zu Körpermaßen anwenderfreundlicher, aktueller und konsistenter zu gestalten. Hierzu muss die Brücke vom Wissenschaftler (im Ergonomie-Normungsgremium) zum Anwender (z. B. Konstrukteur oder Produktnormer) geschlagen werden, damit anthropometrische Werte in Normen im Sinne des Arbeitsschutzes fehlerfrei genutzt werden können. Um die weitere Umsetzung einiger Empfehlungen für den Bereich der Körpermaße in der Normung zu planen, hat die KAN im Juli 2010 den Workshop „Anthropometrie in der Praxis: Von der Norm zum Konstrukteur“ veranstaltet (Abbildung 2).

Abbildung 2:
Ergebnisse des Anthropometrie-Workshops



In der Veranstaltung wurde die Möglichkeit einer DIN SPEC (Fachbericht) zur Anwendung anthropometrischer Daten in Normen erörtert. Der KAN-Bericht 44 zeigte, dass die richtige Anwendung anthropometrischer Daten in Normen nicht so einfach ist, wie es auf den ersten Blick scheint. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse hat der Beirat des Normenausschusses Ergonomie dem zuständigen Ausschuss 023-00-03 GA „Anthropometrie und Biomechanik“ empfohlen, eine DIN SPEC zu erarbeiten, die die Auswahl und die richtige Verwendung anthropometrischer Daten allgemein verständlich behandelt. Die KAN wird dieses Vorhaben 2011 durch ein Projekt unterstützen, in dem der Basis-Input für einen solchen Leitfaden erarbeitet werden soll.

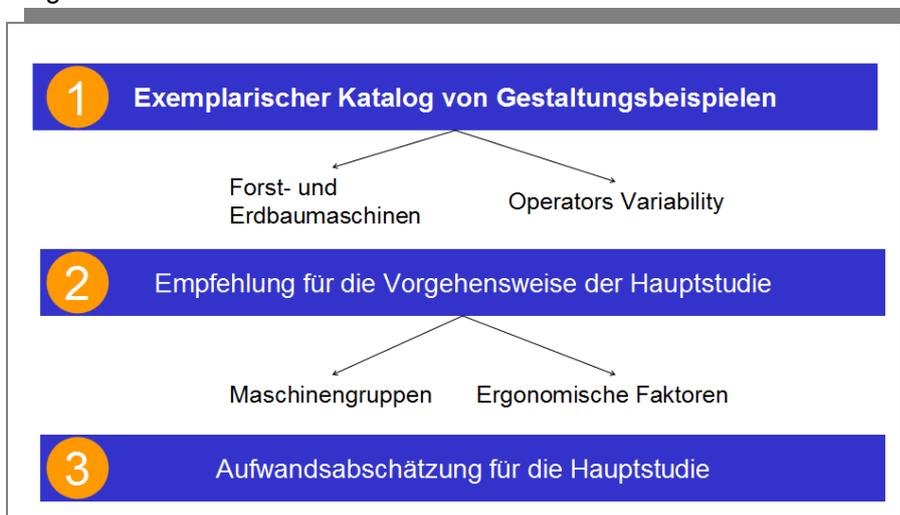
Weiterhin war die Aktualisierung der Norm DIN EN 60529 [2] ein Thema: DIN EN 60529 legt Schutzgrade gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen bei elektrischen Betriebsmitteln fest. Ob ein Zugang möglich ist oder nicht, wird über einen gegliederten Prüffinger gemessen, der mit 12 mm Durchmesser und 80 mm Länge einen echten Finger nachbilden soll. Die Berührung von gefährlichen Teilen wird sowohl hinsichtlich einer elektrischen als auch der mechanischen Gefährdung betrachtet. Der KAN-Bericht 44 empfahl der DKE, die Daten des Prüffingers auf ihre Aktualität zu überprüfen. Nach erstem Abgleich reichen 80 mm nicht mehr aus, da die Zeigefingerlänge zugenommen hat. Da bisher keine Überprüfung dieses Wertes erfolgt ist, wird die KAN den Abgleich mit aktuellen Daten sowie die Anpassung an weitere wichtige Aspekte mit einem Gutachten unterstützen.

Im Workshop wurde deutlich, dass Körpermaße allein nicht ausreichen, wenn Körper- bzw. Gelenkwinkel bestimmte Bewegungen nicht zulassen. Beim Beispiel Fahrerarbeitsplatz darf eine Zunahme der Umfangsmaße (aktuell insbesondere im Bereich des Bauches) nicht dazu führen, dass Sitze so weit weg von Bedienfeldern angeordnet sind, dass die in der Länge unveränderten Arme/Hände die Steuereinheiten nicht mehr erreichen. Ein weiteres erklärungsbedürftiges Thema ist die Berücksichtigung von Kleidung, Haaren und Nägeln. Die in manchen Normen enthaltenen Zuschläge, z. B. für Schuhe, reichen oft nicht aus. Daneben wurden aber auch grundlegende Aspekte wie z. B. die Festlegung auf Nutzergruppen oder die Verstellbarkeit kontra Maßvorgaben diskutiert.

- **Studie und Workshop „Praxisbeispiele Ergonomie“**

Ende 2010 wurde die KAN-Studie 45 „Beispiele guter Praxis für die ergonomische Gestaltung von Maschinen“ abgeschlossen (Abbildung 3).

Abbildung 3:
Vorgehensweise bei der KAN-Studie 45



Hintergrund für diese Vorstudie war die Idee, dass nachvollziehbare Praxisbeispiele die Anwendung von Ergonomie-Normen verbessern könnten, z. B. im Rahmen eines Anwendungsfadens. Die Vorstudie wurde durchgeführt, um zunächst potenzielle Vorgehensweisen zu erproben und methodische Empfehlungen anhand eines eingegrenzten Bereichs zu formulieren. Hier wurde in Abstimmung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe festgelegt, dass zwei verschiedene Wege der Recherche gegenübergestellt und verglichen werden sollten: zum einen die Recherche anhand einer definierten Maschinengruppe (Forst- und Baumaschinen), zum anderen anhand von ergonomischen Faktoren (exemplarisch Operators Variability, d. h. Anpassung des Arbeitsplatzes an die Unterschiede in den Körpermaßen, der IFA-Report 6/2011

Körperkraft und der Ausdauer des Menschen). Dabei hat sich die Vorgehensweise, sich an Maschinengruppen zu orientieren, als effektiver erwiesen. Weiterhin hat sich – nach einer Vorauswahl – die Kombination von Anwender- bzw. Händlerbefragung sowie Untersuchungen zur Bewertung von Maschinen als bestmögliche Recherchequelle ergeben. Eine sinnvolle Ergänzung sind Informationen von Experten aus Verbänden zur schnelleren Identifikation von potenziellen Beispielen guter Praxis.

Damit potenzielle Projektnehmer für die Hauptstudie und weitere interessierte Kreise über die bereits abgeschlossene Vorstudie informiert werden, fand am 15. März 2011 der KAN-Workshop „Praxisbeispiele Ergonomie“ statt. Das Ziel war hier, über die Vorgehensweise und Ergebnisse der Vorstudie zu informieren, die geplante Hauptstudie detailliert zu planen und wesentliche Punkte für die Leistungsbeschreibung zu erörtern.

- **Betätigungskräfte**

Die Empfehlungen des KAN-Berichts 41 „Sicherheit von Landmaschinen“ (Abbildung 4) setzten einen Normüberprüfungsprozess in Gang, in dessen Verlauf auch das Thema „Betätigungskräfte“ diskutiert wurde.



Abbildung 4:
KAN-Bericht 41 „Sicherheit von Landmaschinen“

Die Diskussion im zuständigen Gremium der Normengruppe Landtechnik ergab, dass es sich bei den Werten in den Landmaschinennormen um Erfahrungswerte handelt, für die es keine wissenschaftliche Begründung gibt. Sie berücksichtigen keine wichtigen Einflussgrößen wie Alter, Geschlecht, Krafrichtung und Kraftangriffspunkt. Aus Arbeitsschutzsicht müssen die Normwerte für die Betätigungskräfte eingehender untersucht und auf eine abgesicherte Basis gestellt werden, um in Zukunft allen Bedienpersonen ein ergonomisches

Betätigen zu ermöglichen (z. B. beim Ausschwenken von Aufstiegen, Ein- und Hochklappen von seitlichen Geräteteilen).

Um empfohlene Kraftwerte festzulegen, ist es notwendig, die an Landmaschinen auftretenden Betätigungskräfte zu messen. Für die Messung von Betätigungskräften gibt es jedoch keine Norm, auf die in den Landmaschinennormen verwiesen werden könnte. Deshalb ist es das Ziel einer aktuell geplanten KAN-Studie, ein geeignetes Messverfahren für Betätigungskräfte zu erarbeiten, das möglichst einfach in der Anwendung ist und in der Praxis reproduzierbare Werte liefert. Dieses Verfahren könnte dann nicht nur für mobile Maschinen im Bereich der Landtechnik, sondern auch für andere mobile Maschinen und darüber hinaus als Basis für eine Ergonomie-Norm genutzt werden.

Literatur

- [1] Anthropometrische Daten in Normen. KAN-Bericht 44. Hrsg.: Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), Sankt Augustin 2009. www.kan.de, Webcode: d3045
- [2] DIN EN 60529: Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code). Ausg. 9/2000. Beuth, Berlin 2000
- [3] Sicherheit von Landmaschinen. KAN-Bericht 41. Hrsg.: Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), Sankt Augustin 2008. www.kan.de, Webcode: d3042

GonKatast – Können Kniebelastungen durch Befragungen abgeschätzt werden?

Dirk Ditchen¹, Rolf Ellegast¹, Bernd Hartmann², Monika A. Rieger³

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinischer Dienst,

³ Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Tübingen

1 Einleitung

Epidemiologische Studien sind bei der retrospektiven Expositionsermittlung sehr häufig auf Selbsteinschätzungen der beteiligten Probanden angewiesen. Teilweise müssen die Studienteilnehmer dabei aus ihrer Erinnerung detaillierte Angaben zu Jahrzehnten zurückliegenden Belastungen machen. Um die Validität derartiger Informationen einzuschätzen, sollten die Eigenangaben von Probanden, deren berufliche Kniebelastungen durch kniende und hockende Tätigkeiten im Projekt GonKatast messtechnisch erfasst wurden, mit diesen Befragungsergebnissen verglichen werden.

2 Methodik

Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts GonKatast [1] der gesetzlichen Unfallversicherungsträger

- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU)
- Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) und
- Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr)

wurden unter der Federführung des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Tätigkeiten in verschiedenen Berufen untersucht, bei denen Belastungen durch Knien, Hocken oder Kriechen vermutet wurden. Die qualitative und quantitative Erfassung der kniebelastenden Körperhaltungen erfolgte als Feldstudie an den entsprechenden Arbeitsplätzen mithilfe des Messsystems CUELA (Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) [2]. Die durchschnittliche Dauer der Messungen lag bei etwa zwei Stunden (118 ± 44 min). Für den angestrebten Methodenvergleich standen Daten von 190 Probanden aus folgenden 19 Berufen zur Verfügung (in Klammern: Anzahl der Probanden): Betonbauer (6), Bodenleger (9), Dachdecker (29), Elektroinstallateure (1), Estrichleger (8), Fahrzeugsattler (4), Fliesenleger (19), Formenbauer (4), Installateure (45), Lkw-Mechaniker (2), Maler (20), Natur- und Kunststeinleger (4), Parkettleger (19), Pflasterer (7), Rohrleitungsbauer (3), Rüster (1), Schweißer im Behälterbau (3), Stahlbauer (1) und Werftarbeiter (5). Alle Probanden waren männlich mit einem Durchschnittsalter von 35 ($\pm 11,5$) Jahren und standen durchschnittlich 14,6 ($\pm 11,1$) Jahre im untersuchten Beruf.

Die Selbsteinschätzungen der Probanden wurden mit einem kurzen Fragebogen erhoben. Abgefragt wurden fünf verschiedene kniebelastende Körperhaltungen:

- Knien mit Abstützung des Oberkörpers
- Knien ohne Abstützung des Oberkörpers
- Knien im Fersensitz
- Hocken und
- Kriechen.

Jede Haltung wurde als Piktogramm dargestellt und anzugeben waren jeweils Anzahl der Einzeltvorgänge und Dauer eines Einzeltvorgangs während des Messzeitraums. Dieser Fragebogen wurde den Probanden zweimal vorgelegt: einmal unmittelbar im Anschluss an die Messung (Fragebogen Qt_0) und ein zweites Mal etwa sechs Monate später (Fragebogen Qt_1). An dieser über den Postweg durchgeführten zweiten Befragung nahmen noch 125 (= 65,8 %) aller Probanden teil. Neben einer deskriptiven Beschreibung der jeweils gemessenen und geschätzten Expositionszeiten erfolgten ein Vergleich mittels nicht parametrischer Methoden (Wilcoxon-Rangsummentest, Rangkorrelationskoeffizient nach *Spearman*) sowie eine grafische Darstellung möglicher Unterschiede mithilfe von Bland-Altman-Plots [3].

3 Ergebnisse

Beim Methodenvergleich wurde zwischen qualitativen und quantitativen Aspekten unterschieden, d. h. zwischen der Identifizierung der einzelnen Kniebelastungsarten (Vorkommen ja/nein) sowie deren Quantifizierung.

3.1 Identifizierung von Kniebelastungen

In beiden Befragungen konnten die Probanden das Vorkommen¹ kniebelastender Haltungen zufriedenstellend bis sehr gut wiedergeben (Tabelle 1).

Tabelle 1:
Identifizierung von Kniebelastungen während des Messzeitraums in beiden Befragungen (Qt_0 und Qt_1) im Vergleich zur Messung (M)

Art der Kniebelastung	Übereinstimmung M und Qt_0 ($n = 190$) in %	Übereinstimmung M und Qt_1 ($n = 125$) in %
Knien ohne Abstützung	90,0	87,2
Knien mit Abstützung	85,8	81,6
Fersensitz	71,6	76,8
Hocken	67,4	67,2
Kriechen	73,2	57,6
Kniebelastung gesamt	100,0	95,2

¹ Frageform: „Traten während der heutigen Messung eine oder mehrere der folgenden Tätigkeiten auf: Knien, Hocken, Fersensitz oder Kriechen? Falls ja, bitte ergänzen Sie die Angaben in der Tabelle.“

In der ersten Befragung Qt_0 ergab sich für das Erkennen irgendeiner Form der Kniebelastung eine 100%ige Übereinstimmung zwischen Messergebnissen und Probandenangaben. Für die einzelnen Formen der Kniebelastung fanden sich prozentuale Übereinstimmungen von 67,4 % (Hocken) bis 90,0 % (Knien ohne Abstützung). In der zweiten Befragung Qt_1 zeigte die Abfrage des Vorkommens irgendeiner kniebelastenden Haltung im Vergleich zu den Messergebnissen ebenfalls eine hohe Übereinstimmung von 95,2 %. Für die einzelnen Kniebelastungsformen reichte die Übereinstimmung von 57,6 % (Kriechen) bis 87,2 % (Knien ohne Abstützung).

3.2 Quantifizierung von Kniebelastungen

Im Gegensatz zur reinen Beschreibung der kniebelastenden Körperhaltungen während des Messzeitraums fanden sich bei der Quantifizierung dieser Belastungen deutliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen aus Messung und beiden Befragungen. In der ersten Befragung Qt_0 liegen die Medianwerte der Eigenangaben deutlich über denen der Messwerte (Tabelle 2). Demnach scheinen die Probanden die Dauer der einzelnen Kniebelastungen während des Messzeitraums im Durchschnitt deutlich zu überschätzen. Noch deutlicher wird dies, wenn man die arithmetischen Mittelwerte für die einzelnen Kniebelastungsformen betrachtet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Daten nicht normalverteilt sind. Beim Vergleich der Standardabweichungen zeigten sich für alle Kategorien deutlich höhere Streuungen der Befragungsdaten gegenüber den Messdaten.

Tabelle 2:
Quantifizierung der Kniebelastungen: Vergleich von Messung M und Befragung Qt_0

Art der Kniebelastung	Median (Min-Max) in min		Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichung in min	
	M	Qt_0	M	Qt_0
Knien ohne Abstützung	15,3 (0-125)	20,0 (0-1 064)	20,9 (\pm 20,3)	52,8 (\pm 116,6)
Knien mit Abstützung	2,9 (0-73)	11,0 (0-1 200)	9,2 (\pm 14,3)	44,9 (\pm 115,1)
Fersensitz	1,4 (0-58)	1,5 (0-360)	4,2 (\pm 6,8)	16,7 (\pm 46,0)
Hocken	0,9 (0-93)	2,5 (0-300)	5,0 (\pm 11,5)	17,3 (\pm 37,8)
Kriechen	0,0 (0-7)	0,0 (0-900)	0,2 (\pm 0,9)	19,2 (\pm 90,5)
Kniebelastung gesamt	32,7 (0-147)	60,0 (0-2 200)	39,3 (\pm 32,3)	152,2 (\pm 279,4)

Die Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests bestätigen die aus den deskriptiven Statistiken ersichtlichen Unterschiede zwischen beiden Datenreihen. Der Test zeigt für den Vergleich der Ergebnisse aus Messung und Befragung Qt_0 höchst signifikante Unterschiede für alle untersuchten kniebelastenden Körperhaltungen ($p < 0,0001$). Die Korrelationskoeffizienten nach *Spearman* (ρ) liegen für die einzelnen Haltungen zwischen 0,42 (Fersensitz) und 0,63 (Kniebelastung gesamt) und weisen damit auf lediglich geringe bis mittlere Korrelationen hin.

Diese Beobachtungen können für die zweite Befragung Qt_1 bestätigt werden, wobei die Unterschiede zwischen Messung und Befragung bei den 125 Datensätzen weitaus deutlicher sind (Tabelle 3).

Tabelle 3:
Quantifizierung der Kniebelastungen: Vergleich von Messung M und Befragung Qt_1

Art der Kniebelastung	Median (Min-Max) in min		Arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung in min	
	M	Qt_1	M	Qt_1
Knien ohne Abstützung	17,2 (0-125)	20,0 (0-1 400)	22,8 (\pm 21,7)	76,4 (\pm 194,2)
Knien mit Abstützung	2,6 (0-73)	25,0 (0-18 000)	10,5 (\pm 15,9)	316,3 (\pm 1 795,2)
Fersensitz	1,8 (0-58)	11,0 (0-18 000)	4,5 (\pm 7,6)	193,8 (\pm 1 607,5)
Hocken	0,8 (0-79)	6,0 (0-2 000)	4,5 (\pm 10,2)	54,4 (\pm 204,5)
Kriechen	0,0 (0-7)	2,0 (0-9 000)	0,3 (\pm 1,0)	121,7 (\pm 822,9)
Kniebelastung gesamt	33,9 (0-147)	105,0 (0-39 850)	42,6 (\pm 34,5)	762,6 (\pm 3 977,0)

Der Medianwert der Kniebelastung gesamt aus der Befragung Qt_1 liegt z. B. etwa um das Dreifache höher als der entsprechende Medianwert der Messdaten (105,0 min zu 33,9 min), der entsprechende arithmetische Mittelwert sogar etwa um das 20-fache (762,6 min zu 42,6 min). Bei den einzelnen kniebelastenden Körperhaltungen sind die Unterschiede teilweise noch gravierender.

Der Wilcoxon-Test ergab hier höchst signifikante Unterschiede zwischen den mittels Befragung und Messungen ermittelten Zeitdauern während der Messung ($p < 0,0001$; Ausnahme: Knien ohne Abstützung: $p = 0,016$), und als Ergebnis der Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Spearman ist der Zusammenhang zwischen beiden Methoden für alle untersuchten Haltungen als gering ($0,28 < \rho < 0,43$) bzw. mittel (Knien mit Abstützung: $\rho = 0,54$) einzustufen.

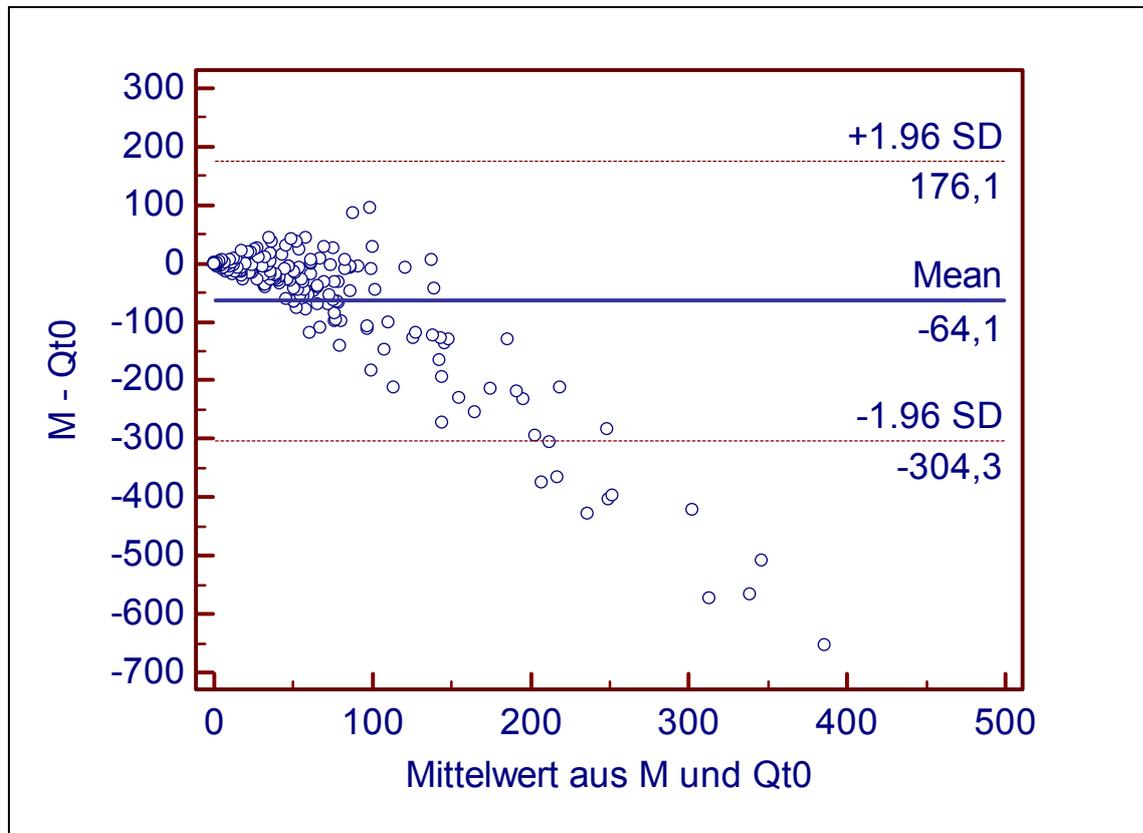
3.3 Expositionshöhe und Schätzverhalten

Insgesamt traten beim Vergleich der Ergebnisse aus Befragung Qt_0 und Messung hinsichtlich der Kniebelastung gesamt 142 Überschätzungen (74,7 %), 38 Unterschätzungen (20,0 %) und zehn Übereinstimmungen (5,3 %) auf. Demgegenüber nahm in Befragung Qt_1 der relative Anteil der Überschätzungen leicht zu: 109 Überschätzungen (87,2 %), bei 13 Unterschätzungen (10,4 %) und drei Übereinstimmungen (2,4 %).

Dieses Abschätzverhalten lässt sich auch grafisch erkennen. In Abbildung 1 sind beispielhaft die Differenzen der Wertepaare aus Messung und Befragung Qt_0 gegen die Mittelwerte aus beiden für die „Kniebelastung gesamt“ aufgetragen (Bland-Altman-Plot). Der größere Anteil an Datenpunkten mit negativen y-Werten zeigt, dass die Dauer der Kniebelastung in der Mehrzahl der Fälle von den Probanden überschätzt wurde. Dennoch sind auch Datenpunkte mit positiven y-Werten zu finden, die in diesem Fall eine Unterschätzung der Expositionsdauer repräsentieren. Die Grafik verdeutlicht weiterhin, dass die Mess- und Befragungsdaten bei fehlender oder geringer Exposition sehr gute übereinstimmen, während die Abweichungen mit ansteigender Expositionsdauer zunehmen. Dies äußert sich in einem fächerartigen Auseinanderdriften der Datenpunkte vom Nullpunkt der y-Achse weg. Zu den fünf untersuchten Einzelhaltungen ergaben sich ähnliche Plot-Darstellungen. Eine Ausnahme bildet das Kriechen, das ausnahmslos überschätzt wurde.

Abbildung 1:

Bland-Altman-Plot: Vergleich Kniebelastung gesamt aus Messung M und Befragung Qt_0 ($n = 182$: der besseren Darstellung wegen wurden acht Extremwerte aus der Auswertung ausgeschlossen; Angaben in Minuten)



Für die Befragung Qt_1 fanden sich ähnliche Verteilungen, wobei der Anteil an Überschätzungen zunahm und die Abweichungen deutlich stärker ausfielen (Tabelle 3).

4 Diskussion

Die vorliegende Studie zeigt zwei verschiedene Aspekte hinsichtlich der Validität von Eigenangaben: eine akzeptable bis sehr gute Qualität (57,6 bis 100,0 % Übereinstimmungen) in die Identifizierung der verschiedenen kniebelastenden Haltungen, aber eine teilweise als schlecht bis sehr schlecht zu bezeichnende Qualität für die Quantifizierung dieser Belastungen. Ähnliche Ergebnisse sind aus einer Reihe weiterer Studien zum Thema „Berufliche Kniebelastungen“ bekannt [4 bis 6]. Es finden sich in der Literatur aber auch Studien mit z. T. gegenläufigen Ergebnissen. So ergab eine dänische Studie zur Kniebelastung von Zimmerern und Bodenlegern relative gute Übereinstimmungen in der Abschätzung der Kniebelastungsdauer durch die Probanden im Vergleich mit den Ergebnissen einer Videobeobachtung [7]. Dabei ist zu beachten, dass die abzuschätzenden Expositionsequenzen sehr kurz waren (drei bis 30 Minuten). Während in der vorliegenden Studie in der Befragung zu beiden Zeitpunkten sowohl Über- als auch Unterschätzungen beobachtet wurden, finden sich in der Literatur Angaben zu einer durchgehend starken Überschätzung [8] sowie einer überwiegenden Unterschätzung der Exposition [6], aber auch mit den vorliegenden Daten vergleichbare Ergebnisse [7]. Dies könnte u. a. mit der jeweils eingesetzten Abfrageform der Exposition zusammenhängen (z. B. Prozentanteile gegenüber absoluten Zeiten, offene Fragen gegenüber geschlossenen Fragen, Abfrage definierter Arbeitsphasen gegenüber Abfrage einer gesamten Arbeitsschicht, Verwendung von Piktogrammen). Schließlich ist auch zu beachten,

dass die untersuchten Teilnehmer über den Zweck aufgeklärt wurden und deshalb den kniebelastenden Körperhaltungen eine größere Aufmerksamkeit zugewendet haben könnten.

Wie die Bland-Altman-Plots zeigen, scheint die Expositionshöhe einen großen Einfluss auf die Abschätzung der Probanden zu haben. Geringe Expositionen konnten in der vorliegenden Studie besser abgeschätzt werden als hohe. Dagegen schienen in einer weiteren Studie zu beruflichen Kniebelastungen hoch exponierte Probanden ihre Belastung besser abschätzen zu können als niedrig exponierte [5], wobei das hierzu ausgewertete Subkollektiv aus lediglich 25 Probanden bestand und eine ganze Arbeitsschicht betrachtet wurde. Generell ist zu berücksichtigen, dass alle Probandenangaben ohne Plausibilitätsprüfung Eingang in die Auswertungen fanden.

5 Schlussfolgerungen

Quantitative Aussagen von Personen zu ihrer Kniebelastung sowohl direkt im Anschluss an die Tätigkeit als auch sechs Monate danach müssen im untersuchten Probandenkollektiv als wenig zuverlässig eingeschätzt werden. Aus diesem Grund sollten retrospektiv ermittelte Expositionen nicht die einzige Grundlage in entsprechenden epidemiologischen Studien oder Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren sein, insbesondere da in diesen Fällen in der Regel weitaus größere Zeitintervalle zwischen Exposition und Befragung liegen. Da das reine Vorkommen von Kniebelastungen in dieser Studie relativ gut abgeschätzt werden konnte, stellt eine Kombination aus derart gestalteten Befragungsdaten und validen Messdaten eine Variante dar, mit der sich eine höhere Qualität der Expositionsermittlung erreichen ließe. Zu diesem Zweck kann u. a. das aus dem Projekt „GonKatast“ abgeleitete Kataster zu beruflichen Kniebelastungen eingesetzt werden [1], soweit die dargestellten Tätigkeiten auch mit Tätigkeiten aus der Vergangenheit vergleichbar sind.

Literatur

- [1] *Ditchen, D.; Ellegast, R. P.; Rehme, G.*: Gonkatast – Ein Messwertkataster zu beruflichen Kniebelastungen. IFA-Report 1/2010. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin 2010. www.dguv.de/ifa, Webcode d107547
- [2] *Ellegast, R.; Hermanns, I.*: Einsatz des Messsystems CUELA zur Erfassung und Bewertung physischer Arbeitsbelastungen. Information des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin 2006. www.dguv.de/ifa/de/fac/ergonomie/pdf/cuela.pdf
- [3] *Bland, J. M.; Altman, D. G.*: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 327 (1986) Nr. 8476, S. 307-310
- [4] *Viikari-Juntura, E.; Rauas, S.; Martikainen, R.; Kuosma, E.; Riihimäki, H.; Takala, E.-P.; Saarenmaa, K.*: Validity of self-reported physical work load in epidemiologic studies on musculoskeletal disorders. *Scand. J. Work Environ. Health* 22 (1996), S. 251-259
- [5] *Klußmann, A.; Gebhardt, H. J.; Nübling, M.; von Engelhardt, L. V.; Quirós Perea, E.; Liebers, F.; Bouillon, B.; Rieger, M. A.*: Fall-Kontroll-Studie zur Bewertung von beruflichen Faktoren im Zusammenhang mit Gonarthrosen – die ArGon-Studie. Forschung Projekt F2096. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2010
- [6] *Burdorf, A.; Laan, J.*: Comparison of methods for the assessment of postural load on the back. *Scand. J. Work Environ. Health* 17 (1991), S. 425-429

- [7] *Jensen, L. K.; Eenberg, W.; Mikkelsen, S.:* Validity of self-reporting and video-recording for measuring knee-straining work postures. *Ergonomics* 43 (2000) Nr. 3, S. 310-316
- [8] *Bolm-Audorff, U.; Kronen, A.; Hoffmann, M.; Riedel, W.:* Dauer der Kniegelenksbelastung in ausgewählten Berufsgruppen. *Symposium Medical. Arbeits- und Umweltmedizin* (2007) Nr. 4, S. 8-10

Prävention von arbeitsbedingten Kniebelastungen – hat die Ergonomie eine Chance?

Bernd Hartmann, Sonja Gütschow, Andrea Hauck, Joachim Hanse
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft – AMD/Präventionsabteilung

1 Problemlage

Durch die Aufnahme der Gonarthrose in die Liste der Berufskrankheiten als BK 2112 hat auch die Prävention arbeitsbedingter Kniebelastungen einen neuen Schub bekommen. Gemeinsam mit den BK 2102 (Meniskusschaden) und BK 2105 (Schleimbeutelentzündung) stehen nun drei unterschiedliche Berufskrankheiten im Fokus. Arbeiten im Knien und Hocken haben darüber hinaus weitere Folgen, denn sie führen auch ohne anerkannte BK zu Beschwerden am Kniegelenk und können eine eingeschränkte Erwerbsfähigkeit begründen.

Kniebelastungen entstehen vorwiegend deshalb, weil der Arbeitsgegenstand der Boden ist oder sich dort befindet. Viele dieser Arbeiten sind unvermeidlich und können nicht durch einen generellen Technologiewechsel bei der Arbeit vermieden werden. Deshalb muss nach weiteren ergonomisch begründeten Lösungen gesucht werden.

2 Lösungswege

Prinzipiell kommen für die Prävention drei Lösungswege infrage:

- die Verminderung der Belastungszeiten,
- die Veränderung des Arbeitsverhaltens der Mitarbeiter und
- das Training zur Stabilisierung der Kniegelenksmuskulatur auch bei bestehender Arthrose.

Der Knieschutz als Persönliche Schutzausrüstung (PSA) stellt sich lediglich als ergänzende Maßnahme dar, die sich ausschließlich auf die Verminderung der äußeren Belastung und damit der Bursitis (BK 2105) richtet. Auf Menisken und Kniegelenksknorpel hat er keine Wirkung.

2.1 Exposition vermindern – Arbeit am Boden vermeiden

Sind prinzipiell Arbeiten am Boden auszuführen, weil sich der Arbeitsgegenstand (Bodenbeläge, Fliesen, Estrich, Rohrleitungen etc.) dort befindet, so lassen sich partielle Verminderungen der Expositionszeiten erreichen durch

- zeitweiliges Hochlagern des Arbeitsgegenstandes (Beispiel: Fliesenlegertisch oder Mobilcenter),
- eine Vorbereitung des Arbeitsgegenstandes nicht am Einbauort (Beispiel: Vorbereitung von Rohrverbindungen am Arbeitstisch),
- zweckmäßigen Materialtransport und -lagerung (Beispiel: Transportwagen, die für den Innenausbau geeignet sind),
- Arbeitshilfen, die das Knien und Hocken vermeiden (Beispiel: Arbeitshilfen der Serie i-tools).

Fliesenlegertische (Abbildung) sind seit 1993 im Angebot für den Einsatz vor Ort. Informationen dazu bieten die Internetseiten zur Ergonomie der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft unter der Adresse www.ergonomie-bau.de, Rubrik: Empfohlene Produkte. Dennoch haben sie bis heute eine geringe Akzeptanz erreicht.

Abbildung:
Website Ergonomie der BG BAU – Beispiel Fliesenlegertisch

Lösung Fliesenlegertisch



Fliesenlegertisch

Website
www.ergonomie-bau.de

Anwendungsbereich:
Zum Zuschnitt von Fliesen.

Allgemeine Informationen:
Fliesenschneidemaschinen werden zum Arbeiten häufig auf den Boden oder auf ungeeigneten Provisorien gestellt. Der Zuschnitt der Fliesen erfolgt dabei in kniender oder hockender Körperhaltung. Dies kann zu Beschwerden der Lendenwirbelsäule und der Knie führen. Zur Vermeidung dieser belastenden Haltungen dient der Fliesenlegertisch. Zusätzlich können auf diesem Tisch Fliesen abgelegt und ohne sich bücken zu müssen wieder aufgenommen werden.

Technische Informationen:

- Arbeitshöhe 70 - 90 cm,
- Zusammenklappbar und stufenlos verstellbar
- beidseitige Ablage für Schneidegut und zu verlegende Fliesen
- Räder für Standortwechsel
- Gewicht ca. 10 kg

Ergonomische Aspekte:
Der Vorteil gegenüber der herkömmlichen Arbeitsweise besteht in der Verringerung der knienden und hockenden Körperhaltung bei der Verlegung von Fliesen. Der Zuschnitt der Fliesen kann im Stehen, angepasst an die jeweilige Körpergröße, ausgeführt werden. Dadurch werden die Belastungen des Rückens und der



Bild: www.dahm-werkzeuge.de

Durch den jetzt verfügbaren neuen Ansatz des sog. „Mobil-Centers“ ist eine multivalente Hilfe entstanden, die einen Arbeitstisch und eine Sackkarre in sich vereint, aufgrund der Metallkonstruktion eine Tragfähigkeit bis 300 kg als Arbeitstisch und bis 100 kg als Sackkarre erreicht und für einen Steharbeitsplatz eine Arbeitsfläche in komfortabler Höhe bei 85 cm bietet.

Der systematischen Beschäftigung einer dänischen Arbeitsgruppe um *L. Jensen* [1] ist die Entwicklung eines Sets von Arbeitshilfen – sogenannte „i-tools“ – zu verdanken, die viele Bodenarbeiten im aufrechten Stehen und Gehen erlauben. Die Wirksamkeit dieser Arbeitshilfen konnte bei Bodenlegern im Vergleich mit Grafikern in einer Beobachtung über zehn Jahre verifiziert werden.

2.2 Verhalten ändern

Am Beispiel der i-tools kann man jedoch auch nachvollziehen, welche Aufwendungen erforderlich sind, um neue Lösungen in einem Handwerk zu akzeptieren und einzuführen. Wichtige Gesichtspunkte sind,

- die Traditionen des Handwerks zu berücksichtigen,
- das Situationslernen zu nutzen und dabei zwischen Auszubildenden und Erfahrenen zu unterscheiden,

- die Firmenkultur zu verändern und dabei die Chefs zuerst zu erreichen,
- Grundsätze der Organisation und Planung wie Kosten, Zeit, Mobilität zu erkunden und zu berücksichtigen.

Für die Beschäftigten gilt schließlich, ihre Erfahrungen mit früheren Aktivitäten zu kennen, individuelle Faktoren (Alter, Muskel-Skelett-Erkrankungen) zu beachten und ggf. betriebsärztlich zu moderieren sowie die Begleitung der Einführung zu organisieren, um Daten und Fakten statt subjektiver Urteile zu schaffen.

Die Frage der Modifizierung der Belastungszeiten durch Unterbrechung des Knien kann derzeit nach den Erkenntnissen zur Entstehung der Gonarthrose durch Knien und Hocken bei der Arbeit nicht beantwortet werden: Die Erklärung der Ursachen der arbeitsbedingten Gonarthrose in der wissenschaftlichen Begründung der BK 2112 liefert keine gesicherten Kenntnisse, die man für die Prävention verwenden könnte. Der wesentliche Konflikt ist die Frage: Ist es bei notwendiger Zeit im Knien und Hocken besser,

- die Arbeit im Knien zu unterbrechen und aufzustehen, um die Gelenke zu entlasten, oder
- die Arbeit lange ununterbrochen im Knien auszuführen, um das Hinknien und Aufstehen zu vermeiden?

Aufgrund der höheren biomechanischen Belastungen während des Niederknien oder Aufstehens könnte es angeraten sein, länger ununterbrochen im eher entspannten Knien zu verharren als durch häufigeres Aufstehen kurzzeitige hohe Belastungen besonders im retropatellaren Gelenk auszulösen [2].

Unbekannt sind weiterhin insbesondere die biomechanische/pathophysiologische Erklärung, die Mindesthöhe und Mindestdauer/Tag einer schädigenden Belastung und die Altersabhängigkeit der Schädigung.

2.3 Prävention durch Training

Die Verhütung der BK ist eine Aufgabe der gesetzlichen Unfallversicherung, der sie im Rahmen des § 3 der BK-Verordnung nachkommen soll. Bei eingetretener Schädigung kann weder ein Meniskusschaden noch Arthrose mit Schädigung des Gelenkknorpels rückgängig gemacht werden. Die funktionellen Auswirkungen und damit die Belastbarkeit der Kniegelenke bei der Arbeit können jedoch durch Muskeltraining und das Erlernen gelenkschonender Arbeitsweisen verbessert werden [3]. Dafür hat die BG der Bauwirtschaft (BG BAU) ein Pilotprojekt entwickelt, dessen Basis die Zusammenarbeit ist zwischen

- der BG BAU (Koordination und Finanzierung, Projektbegeleitung),
- dem Arbeitsmedizinischen Dienst der BG BAU (Fallidentifizierung/Fachkonzept – insbesondere Ergonomie-Training),
- der BG Unfallklinik Hamburg-Boberg – Reha-Zentrum City und der BG Unfall-Ambulanz und Rehabilitations-Zentrum Bremen.

Die Indikationen für die Teilnahme am Kniekolleg müssen weit gefasst werden, wenn durch die begründete Abschätzung der bisherigen und der zu erwartenden Kniebelastungen auf der Basis von GonKatast die konkrete Gefahr des Eintritts einer Berufskrankheit besteht. Als Begründung der Indikation im Einzelfall gelten

- regelmäßige oder häufige Knieschmerzen besonders nach der Arbeit und
- keine schweren konkurrierenden Befunde (Meniskus, Bänder) und

- Bewegungseinschränkung beginnend, insbesondere endgradige Schmerzauslösung bei passiver Bewegungsprüfung und
- Informationen aus bildgebenden Befunden, nur wenn sie bereits verfügbar sind.

Die Schwerpunkte des Programms sind die medizinische Trainingstherapie als Gruppentraining oder selbständiges Training, Krankengymnastik, physikalische Einzel- und Gruppentherapie, ein psychologisches Gesundheitstraining, Schwimmen und Walking. Durch Vorträge und Informationen von Ärzten und Therapeuten erfolgen Einführung in die Trainingstherapie, die Ernährungsberatung und das weiterführende Gesundheitstraining nach dieser Maßnahme.

Ein zehnstündiges berufsspezifisches Übungsprogramm ergänzt die Rehabilitation.

Innovation und Risiko des Pilotprojekts bestehen darin, dass grundsätzlich der Effekt von Muskeltraining auf Schmerzen und Funktion des Kniegelenks bei Gonarthrose positiv beurteilt wird, aber unter den gegebenen Bedingungen damit auch in der internationalen Literatur keine Erfahrungen vermittelt werden. Zum Nachweis der Nachhaltigkeit erfolgt eine Evaluation am ersten Rehatag, zum Abschluss der Maßnahme sowie in mehreren Schritten nach sechs bis 18 Monaten.

3 Schlussfolgerungen

- Grundsätzlich bestehen Chancen, den Umfang der Kniebelastung auch bei den scheinbar unvermeidlichen Arbeiten im Knien oder Hocken durch ergonomische Maßnahmen zu verringern.
- Die Anwendung ergonomischer Arbeitsweisen, -mittel und -hilfen bedarf eines gedulden Einführungsprozesses, den das Präventionsfachpersonal begleiten sollte.
- Ergonomisches Training kann berufliche Perspektiven verbessern, wenn zugleich die Arbeitsbedingungen ergonomisch optimiert werden. Die Nutzung dieser Chance setzt gesicherte ergonomische und biomechanische Erkenntnisse voraus.
- Die Ergonomie sollte dazu über Normen hinaus konkrete Erkenntnisse aus der Arbeitsmedizin integrieren.

Literatur

- [1] *Rytter, S.; Jensen, L. K.; Bonde, J. P.*: Knee complaints and consequences on work status; a 10-year follow-up survey among floor layers and graphic designers. BMC Musculoskeletal Disorders (2007) Nr. 8, S. 93.
www.biomedcentral.com/1471-2474/8/93
- [2] *Hartmann, B.*: Gonarthrose als Berufskrankheit – was ist gesichert? In: Tagungsbericht VIII Potsdamer BK-Tage 4. und 5. Juni 2010. S. 113-124. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Landesverband Nordost, Berlin 2011.
www.dguv.de/landesverbaende/de/veranstaltung/bk-tage/bericht/index.jsp
- [3] *Jensen, L.; Kofoed, L. B.*: Musculoskeletal disorders among floor layers: Is prevention possible? Appl. Occup. Environ. Hyg. 17 (2002), S. 797-806

Rückenstützen zur Entlastung von arbeitsbedingten Zwangshaltungen – eine Studie

Bernd Hartmann¹, Ingo Bradl², Sonja Gütschow¹

¹ Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft – AMD/Präventionsabteilung

² Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten – APZ Erfurt

1 Problem

Zwangshaltungen tragen erheblich zur Entstehung von Rückenschmerzen bei, darunter insbesondere Arbeiten mit dauerhaftem Beugen. Ohne erkennbare äußere Belastung werden bereits bei Beugehaltungen ab ca. 20° Rückenmuskeln dauerhaft durch die Arbeit zur Aufrechterhaltung der Körperstabilität beansprucht. Weil die Vermeidung von Zwangshaltungen aus ergonomischer Sicht nicht immer möglich ist, wurde eine Alternative der Verminderung von Rückenbelastungen durch Zwangshaltungen gesucht. Bei Praktikern, die unter dem Problem leiden, fand die Arbeitsgruppe Ergonomie der Berufsgenossenschaft (BG) der Bauwirtschaft zwei Lösungsvorschläge:

- Lösungsangebot 1, die Rückenstütze KNIWI besteht aus einer Plattform mit vier Rollen zur Beweglichkeit in alle Richtungen, auf der eine Stütze für den Brustkorb montiert wurde. Durch die Abstützung muss die Rückenstreckermuskulatur nicht mehr die Last des Oberkörpers tragen oder ersatzweise einer der beiden Arme für die Abstützung mit den Händen eingesetzt werden. Mit beiden freien Armen und Händen soll die Arbeit erleichtert werden.
- Lösungsangebot 2 ist eine Rückenstütze nach KOLMEDER, einem Handwerker mit Rückenschmerzen, der sich diese Lösung mit eigenen Mitteln selbst gebaut hatte. Dabei werden die Haltekräfte für den Oberkörper zunächst auf eine Brustplatte ähnlich wie bei Lösung 1 übertragen. Die Abstützung erfolgt jedoch durch ein Hebelsystem im Beckenbereich. Bei entsprechender Anpassung ist der Beschäftigte in der Lage, sich am Arbeitsplatz zu bewegen.

Beide Geräte wurden von den Herstellern für Testzwecke zur Verfügung gestellt.

2 Zielsetzung

Durch eine vergleichende Simulation von Bodenarbeiten am Beispiel der Fliesenleger soll die Verminderung der Beanspruchung durch die beiden uns ausgewählten Rückenstützen untersucht und damit eine Bewertung der Nützlichkeit derartiger Lösungen abgegeben werden. Es soll geprüft werden, ob eine Entlastung der Rückenmuskulatur so weit eintritt, dass diese unter weitgehend gleichen Arbeitsaufgaben und Ausführungsbedingungen des Verlegens von Fliesen am Boden zu einer im Elektromyogramm (EMG) physiologisch messbaren Entlastung der Rückenstreckermuskulatur führen.

3 Methoden und Probanden

Es wurde eine EMG-Analyse von drei Muskelgruppen symmetrisch für beide Rückenstrecker am *M. latissimus dorsi*, *M. erector spinae* (lateraler Trakt) und *M. multifidus* mit einem tragbaren EMG-Gerät (Typ PS 11 der Fa. Thumedi) durchgeführt. Die Beugewinkel der Wirbelsäule wurden in drei Abschnitten mit einer Messkette der Fa. Thumedi ermittelt. Für jeden

Probanden erfolgte eine Beobachtung mit Zeitdokumentation und eine Videokontrolle der Zeitdokumentation. Für die Normierung der Testergebnisse im EMG wurde der Sörensen-Test vor/nach jeder Tätigkeit für 30 Sekunden durchgeführt. Zusätzlich erfolgte eine subjektive Beurteilung durch die drei Probanden für alle drei Situationen

Als Probanden standen auszubildende Fliesenleger im zweiten Ausbildungsjahr zur Verfügung:

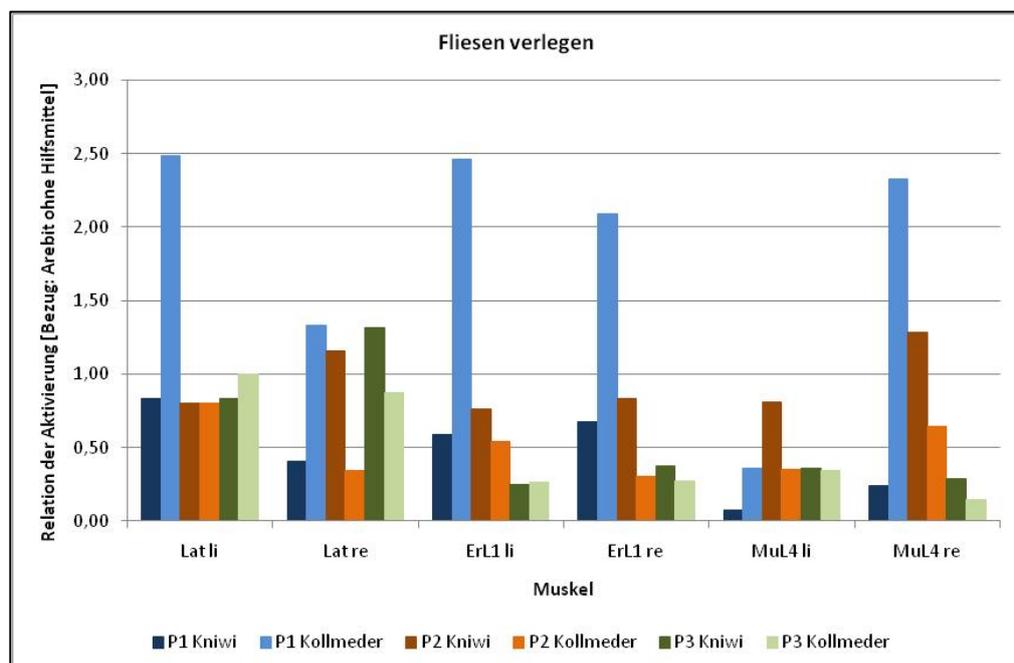
- Proband 1, 19 Jahre alt, war 1,79 m groß und bei 100 kg Körpergewicht mit einem Body Mass Index (BMI) von 31,2 deutlich übergewichtig. Er leidet nicht unter Rückenbeschwerden und treibt keinen Sport.
- Proband 2, 18 Jahre alt, war 1,88 m groß und bei 86 kg Körpergewicht mit einem BMI von 27,2 etwas übergewichtig. Er leidet manchmal unter LWS-Beschwerden (LWS, Lendenwirbelsäule), treibt nicht regelmäßigen Sport, besucht gelegentlich ein Fitnesszentrum.
- Proband 3, 18 Jahre alt, war 1,86 m groß und hat bei 70 kg Körpergewicht mit einem BMI von 20,2 ein Idealgewicht. Er gibt manchmal LWS-Beschwerden an und trainiert regelmäßig Turnen.

4 Ergebnisse

Beide Hilfsmittel tragen zunächst bei allen drei Probanden zu einer Aufrichtung der LWS bei, die wahrscheinlich bereits eine zusätzliche Hilfe neben der funktionellen Entlastung der Muskulatur bedeutet.

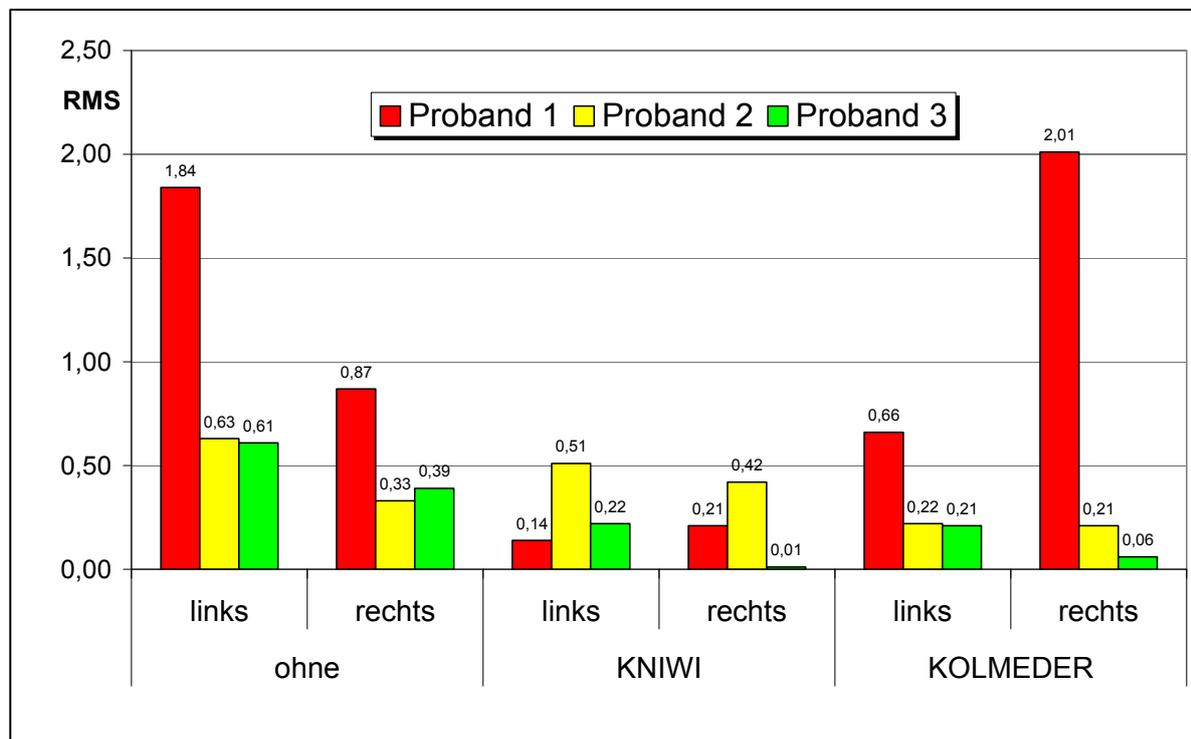
Die EMG-Aktivität war mit beiden Hilfsmitteln bei allen Probanden, besonders deutlich aber bei Proband 3 reduziert (Abbildung 1). Während der Effekt am *M. latissimus* weniger ausgeprägt ist und teils durch die Armaktivität sogar erhöht ist, wird die Muskelaktivität beim *M. erector spinae*, aber besonders beim *M. multifidus* eindeutig reduziert.

Abbildung 1:
Relation des Oberflächen-EMG der drei Probanden (abgeleitete Größe ihres Effektivwertes RMS = „Root Mean Square“) zwischen der Arbeit mit einem der beiden gegenüber der Arbeit ohne Rückenstützen für alle drei Muskeln (*M. latissimus dorsi*, *M. erector spinae* und *M. multifidus*) beider Seiten



Eine genauere Betrachtung des *M. multifidus* als dem entscheidenden Muskel für die Entlastung des tiefen Rückens bei Beugehaltungen (Abbildung 2) zeigt für die Lösung 1 (KNIWI) bei allen Probanden deutliche Reduzierungen, bei Lösung 2 dagegen nur für die Probanden 2 und 3.

Abbildung 2:
Effektivwerte RMS der Aktivität des *M. multifidus* bei der Arbeit ohne oder mit einer der beiden Rückenstützen für die DREI3 Probanden gesondert



Ermüdungsunterschiede konnten mit dem Sörensen-Test nicht festgestellt werden. Die muskuläre Aktivierung blieb nach der Arbeit praktisch unverändert, weil die gewählte Arbeitsaufgabe noch keine Ermüdung verursachte, die sich auf die Ausführung der Testaufgabe nachteilig ausgewirkt hat.

5 Diskussionen und Schlussfolgerungen

Es waren zwei Lösungen mit unterschiedlichen Zugangswegen zur Entlastung gewählt worden:

- Die erste Lösung ist vom Körper unabhängig und verlangt keine Anpassungen. Aus den Testergebnissen mit dieser Lösung folgt: Der Bodenroller KNIWI scheint eher geeignet zu sein, als allgemeines Arbeitsmittel zur Verhütung von Rückenschmerzen eingesetzt zu werden. Er führt zu der Überlegung, diese Lösung beschwerdearmen Beschäftigten in Risikoberufen anzubieten. In Verbindung mit anderen Hilfen (Fliesenlegertisch, i-Tools etc.) wäre damit ein Beitrag zur Ergonomie bei unvermeidlichen Bodenarbeiten zu leisten.
- Die zweite Lösung bietet eine körperbezogene Hilfe. Sie ist nur dann erfolgreich, wenn sie sich den konkreten Dimensionen des Körpers anpassen lässt. Es scheinen mehrere Größenmodelle zur Anpassung an Körperhöhe/Rumpfhöhe und an den Körperumfang erforderlich zu sein. Die Lösung dürfte eher geeignet sein für Personen, die aufgrund

dauerhafter Beschwerden motiviert sind, sich an dieses Gestell zu gewöhnen. Sie erleben dann die Vorteile der Muskelentlastung tatsächlich.

Als Methodenkritik ist anzufügen, dass die Testsituationen mit noch wenig berufserfahrenen Probanden untersucht wurden. Die Probanden hatten auch keine Erfahrungen mit dauerhaften und starken Rückenbeschwerden, die eine Bedrohung ihrer Tätigkeit durch dauernde Rückenschmerzen zur Folge haben könnten. Deshalb brachte auch die subjektive Beurteilung der Hilfe durch die Geräte keine praktisch verwertbaren Aussagen.

Die Ergebnisse geben Anlass zu einer Optimierung der Lösungsangebote und der Verbreitung professionell gestalteter Geräte als Präventionsvorschlag für Beschäftigte mit unvermeidlichem dauerhaftem Beugen und Bücken. Auf die Kniebelastung haben die Lösungen keine Auswirkungen.

Literatur

Biering-Sorensen, F.: Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine* (1984) Nr. 9, S. 106-119

Hartmann, B.; Seidel, D.: Muskel-Skelett-Erkrankungen im Baugewerbe – Betriebsärztliche Erkenntnisse, Risikocharakteristik und Präventionsempfehlungen. Schriftenreihe Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin in der Bauwirtschaft. Bd. 21. Hrsg.: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin 2008

Hartmann, B.; Bradl, I.; Ellegast, R.; Gebhardt, H.; Jäger, M.; Kusserow, H.; Liebers, F.; Luttmann, A.; Pfister, E.; Schaub, K.; Scholle, H. C.; Steinberg, U.: Bewertung körperlicher Belastungen des Rückens durch Lastenhandhabung und Zwangshaltungen im Arbeitsprozess. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM). *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 43 (2008), S. 455-462

LaBry, R.; Sbriccoli, P.; Zhou, B. H.; Solomonov, M.: Longer static flexion duration elicits a neuromuscular disorder in the lumbar spine. *J Appl Physiol* 96 (2004), S. 2005-2015

Luttmann, A.; Jäger, M.; Laurig, W.: Untersuchung von Muskelbeanspruchung und –ermüdung mit Hilfe der Oberflächen-Elektromyographie. Teil 2: Anwendung in arbeitsphysiologischen Feldstudien. *ZBl. Arbeitsmed.* 51 (2001), S. 443-461

Danksagung

Unser Dank gilt Dr. *Falk Mörl*, *Susanne Bretschneider* und *Sabine Franke*, Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten (BGN), Geschäftsbereich Prävention, Gesundheitsschutz Erfurt und der Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin GmbH, Arbeitsmedizinisches Präventionszentrum Erfurt, sowie Dipl.-Sportwiss. *Sonja Werner* von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft.

Bewertung von Carpaltunnel-Syndrom (CTS-)Risikoarbeitsplätzen

Ulrike Hoehne-Hückstädt¹, Rudolf Barrot², Rolf Ellegast¹, Bernd Hartmann³,
Christoph Hecker⁴, Uwe Kaulbars¹, Rüdiger März⁵, Markus Sander⁶, Grita Schedlbauer⁷,
Michael Spallek⁸, Ulf Steinberg⁹, Erwin Stengelin³, Fred-Dieter Zagrodnik¹⁰

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution (BGHW)

³ Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU)

⁴ Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)

⁵ Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe

⁶ Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

⁷ Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

⁸ Europäische Forschungsvereinigung für Umwelt und Gesundheit im Transportwesen (EUGT e. V.)

⁹ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

¹⁰ Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

Kurzfassung

Der Ärztliche Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat im Mai 2009 empfohlen, die arbeitsbezogene Erkrankung Carpal tunnel-Syndrom (CTS) in die Anlage zur Berufskrankheiten-Verordnung aufzunehmen. Die Wissenschaftliche Begründung (WB) für die Berufskrankheit CTS führt bereits in der vorgeschlagenen Legaldefinition als schädigende Einwirkungen die „Druckschädigung des Nervus medianus im Carpal tunnel (Carpaltunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen“. Diese Faktoren können jeweils alleine zur Entstehung eines CTS führen; das CTS-Risiko erhöht sich bei Kombination von zwei oder drei dieser Faktoren [1]. Die arbeitswissenschaftliche Literatur liefert Daten zur Evidenz über den Zusammenhang verschiedener Risikofaktoren mit dem CTS [2], ohne dass dadurch Richtwerte oder Gewichtungen in der Beurteilung der einzelnen Risikofaktoren abgeleitet werden könnten. Daher hat das Referat Berufskrankheiten der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV im Auftrag des Ausschusses „Berufskrankheiten“ der Geschäftsführerkonferenz durch eine interdisziplinäre Projektgruppe „CTS“ ins Leben gerufen, deren Untergruppe „Arbeitstechnik“ sich dieses Themas angenommen hat. Der Arbeitsauftrag der Gruppe umfasst zum einen die Erstellung einer Handlungsanleitung und eines Erfassungsbogens für die Stellungnahme zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen; zum anderen die Zusammenstellung geeigneter Messparameter zur Quantifizierung der Belastungsfaktoren. Diese Messwerte sollen in eine Datenbank eingepflegt werden, um daraus Belastungsprofile zu erstellen und letztlich weitere Empfehlungen für die Beurteilung der arbeitstechnischen Voraussetzungen abzuleiten.

Die Vorgehensweise bei der Erstellung der Handlungsanleitung und des Erfassungsbogens sowie ein Ausblick auf die Erstellung des Messwertkatasters werden dargestellt.

1 Einleitung

Beim Carpal tunnel-Syndrom (CTS), das der Ärztliche Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales für die Aufnahme in die Berufskrankheiten-Verordnung empfohlen hat, handelt es sich um ein Beschwerdebild aufgrund einer Schädigung des *Nervus medianus* (Mittelnerv), der in seinem Verlauf durch den Carpal tunnel, dem knöchern und bindegewebig begrenzten, nicht dehnbaren Kanal an der Handwurzel, komprimiert und in seiner Funktion beeinträchtigt wird. Als Ursachen werden konstitutionelle Faktoren oder Schwellungszustände der Sehnenscheiden aufgrund degene-

rativer, hormoneller, rheumatischer, stoffwechselbedingter Erkrankungen, in der Schwangerschaft, bei Dialysepatienten und Tumorkranken oder durch (mechanische) Überlastung genannt [3]. Wie für andere arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität gilt die Belastung durch repetitive, manuelle Tätigkeiten oder Hand-Arm-Schwingungen auch für das CTS als eine wesentliche Ursache. Zur Gefährdungsbeurteilung repetitiver Tätigkeiten existieren einige Verfahren, die jedoch in den vorliegenden Formen nicht für die Beurteilung des CTS-Risikos im Sinne der WB geeignet sind.

Um Aussagen zum Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen für die Entstehung einer Berufskrankheit treffen zu können, werden Angaben zur erforderlichen Art, Dauer und Höhe der besonderen beruflichen Einwirkung benötigt. Im Falle einer Berufskrankheit CTS erschwert die Zahl der Risikofaktoren und deren Kombination zu verschiedenen Belastungs- bzw. Risikoprofilen diese Beurteilung. Daher sollte sowohl eine Handlungsanleitung und ein Erfassungsbogen für die Stellungnahme zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen als auch der Plan für ein Messwertkataster erarbeitet werden.

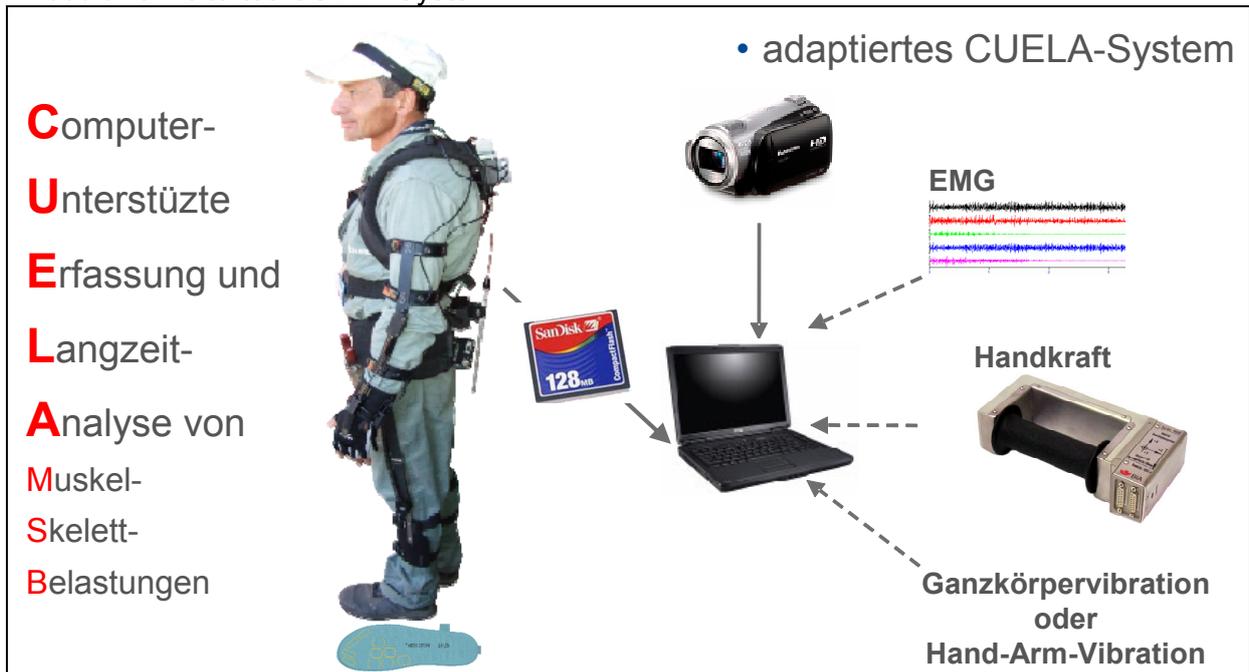
2 Methodik

Zunächst wurde anhand des internationalen wissenschaftlichen Kenntnisstands das qualitative Risikoprofil für CTS bestimmt. Dabei wurde auch auf die in der WB zitierte Literatur und deren Sekundärliteratur zurückgegriffen [2]. In der WB, die bereits in der vorgeschlagenen Legaldefinition die schädigenden Einwirkungen als repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, erhöhten Kraftaufwand der Hände oder Hand-Arm-Schwingungen bezeichnet, finden sich beispielhaft folgende Angaben zu den Belastungsfaktoren: Als Maß für die Repetition werden die Silverstein-Kriterien für Arbeitszyklen aufgeführt [4]. Nach diesen Kriterien werden Tätigkeiten als hoch repetitiv eingestuft, wenn die Dauer eines Arbeitszyklus kürzer als 30 s ist und sich dieser Zyklus somit mindestens zweimal pro Minute wiederholt oder wenn mindestens 50 % einer längeren Zyklusdauer (> 30 s) ein fundamentaler Arbeitsgang (ähnliche, vergleichbare Bewegungen) ausgeführt wird [4]. Für die Greifkraft wird ebenfalls eine Arbeit von *Silverstein* et. al referenziert und für die Kategorisierung „hohe Kraftanforderung“ 60 N „adjusted force“ als Grenzwert genannt [5]. Dabei stammt diese Angabe jedoch nicht aus einer direkten Kraftmessung, sondern wurde nach einem bestimmten EMG-Messverfahren (EMG, Elektromyografie) ermittelt und nach einer angegebenen Formel berechnet. Zu den Hand-Arm-Schwingungen werden keine quantitativen Angaben gemacht; es wird lediglich hervorgehoben, dass „insbesondere beim Umgang mit handgehaltenen vibrierenden Werkzeugen davon auszugehen ist, dass diese mit Kraftaufwand der Fingerbeuger und entsprechenden Zwangshaltungen der Finger und im Handgelenk festgehalten werden müssen, so dass sich hier mehrere Expositionsponenten überlagern“ [2]. Aus der in der WB zitierten Dokumentation zu den Hand Activity Level TLVs (= Threshold Limit Values) der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) konnten Literaturstellen herangezogen werden, die zusätzliche Hinweise zur genaueren Beschreibung der Gefährdung durch Repetition und durch Kraftaufwand geben [6].

Aus den Literaturangaben sollte ein Erfassungsbogen, der quantitative Angaben für die einzelnen CTS-Risikofaktoren enthält sowie einen Vorschlag für die Kombinationsbewertung aufzeigt, für einzelne Tätigkeiten und typische Arbeitsschichten zusammengestellt werden.

In einer weiteren Recherche in den Datenbanken Medline, Embase und TEMA wurden dann nach messtechnischen Parametern für die Risikofaktoren, z. B. Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung oder Greifkraft, gesucht. Insgesamt konnten 40 Artikel ermittelt werden, von denen 13 detaillierte Angaben zur Quantifizierung der Risikofaktoren lieferten. Das von uns für Untersuchungen der körperlichen Belastung verwendete CUELA-Messsystem besitzt modulare Erweiterungen, die eine quantitative Erfassung dieser Risikofaktoren ermöglicht. Diese Module umfassen eine zu den Haltungs- und Bewegungsmessungen synchrone Messung der Hand-Arm-Vibration und der Aktivität der Unterarmmuskulatur mittels EMG (Abbildung 1) [7].

Abbildung 1:
Modular erweitertes CUELA-System



3 Ergebnisse

3.1 Erarbeitung des CTS-Erfassungsbogens

Zunächst werden die Möglichkeiten und Methoden der Einschätzung dargestellt, aus denen die Inhalte des Erfassungsbogens abgeleitet wurden.

3.1.1 Repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung im Handgelenk

Unter repetitiven Tätigkeiten im Allgemeinen werden Arbeiten mit ständig wiederkehrenden, gleichartigen Hand-, Arm- und/oder Schulterbewegungen verstanden, die mindestens über eine Stunde ohne längere Pausen ausgeführt werden. Unter Bezug auf die WB sind bei vermutetem CTS insbesondere die erkennbare Beugung und Streckung im Handgelenk (Abbildung 2) und Kraftausübungen (Zugreifen) der Hände von Bedeutung und daher bei der Expositionseinschätzung gegenüber Repetition einzuschließen.

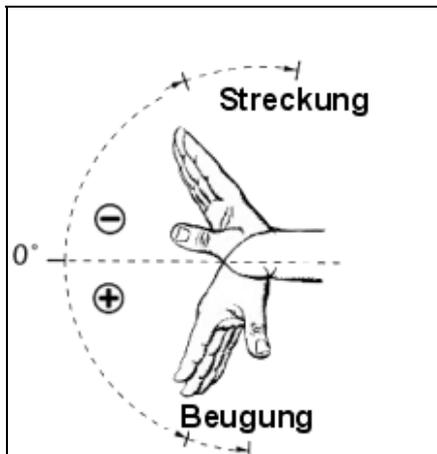


Abbildung 2:
Beugung und Streckung im Handgelenk

Zieht man hier bei Tätigkeiten, die in Arbeitszyklen organisiert sind, die Silverstein-Kriterien heran, werden diese Definitionen für das Vorliegen hoch repetitiver Vorgänge um die erkennbare Beugung und Streckung im Handgelenk wie folgt ergänzt [4]:

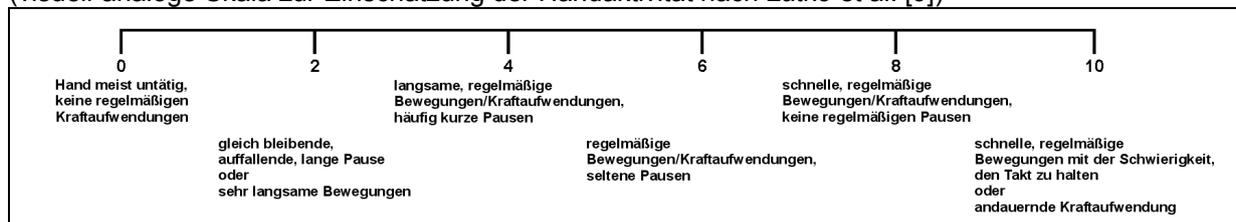
- Die Dauer eines Arbeitszyklus mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk ist kürzer als 30 s ist und dieser Zyklus wiederholt sich somit mindestens zweimal/Minute oder

- die Dauer eines Arbeitszyklus ist länger als 30 s, aber während mindestens 5 0% dieser längeren Zyklusdauer wird ein fundamentaler Arbeitsgang (ähnliche, vergleichbare Bewegungen) mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk ausgeführt.

Außerdem können durch Beobachtung oder in Videoaufnahmen Handgelenksbewegungen – hier also die erkennbare Beugung und Streckung – ausgezählt werden und mit den bei *Kilbom* genannten Richtwerten für hohe Repetitivität verglichen werden [8; 9]. Nach *Kilbom* liegt hohe Repetitivität vor, wenn Handgelenksbeugungen und -streckungen um einen Mittelwert bzw. eine Ausgangshaltung mehr als 10mal pro Minute ausgeführt werden.

Sofern eine Tätigkeit pro Tag bzw. Schicht insgesamt mindestens 4 h ausgeführt wird, kann anhand der von *Latko* et al. eingeführten, visuell-analogen Skala zur Einschätzung der Handaktivität die Repetitivität von manuellen Tätigkeiten mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk mit einem Punktwert zwischen 0 und 10 kategorisiert werden [10]. Zur Orientierung sind die Punktwerte 0, 2, 4, 6, 8 und 10 mit Beschreibungen repetitiver Tätigkeiten belegt, mit deren Hilfe die Handaktivität, die natürlich auch in einem Zwischenbereich liegen kann, besser einschätzbar werden soll (Abbildung 3).

Abbildung 3: Latko-Skala
(visuell-analoge Skala zur Einschätzung der Handaktivität nach *Latko* et al. [9])



3.1.2 Erhöhter Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen)

Der Kraftaufwand wird nach physiologischen Gesichtspunkten als Anteil in % an der jeweiligen Maximalkraft des arbeitenden Muskels eingeschätzt und beurteilt, d. h. alleinige Messungen von aufgewendeten Kräften (absolut in Newton) erfüllen dieses Kriterium nicht. Als wichtiger Einflussfaktor auf die Höhe der erreichbaren Maximalkraft, die vor allem auch durch individuelle Faktoren geprägt ist, wirkt die Greifart. Der tatsächliche Kraftaufwand wird von weiteren Faktoren beeinflusst: Zum einen können hohe Gewichte von gehandhabten Gegenständen oder Präzisionsanforderungen höhere Kräfte erfordern. Zum anderen vermindern einige Faktoren, wie glatte Oberflächen der gehandhabten Gegenstände, notwendige Benutzung von Handschuhen, ungünstige Gelenkstellung im Handgelenk u. Ä. die Maximalkraft, die unter diesen bestimmten Arbeitsbedingungen aufgebracht werden kann. Daher sollte die Tätigkeitsbeschreibung (möglichst mit bildlicher Dokumentation) folgende Aspekte enthalten und bei der Einschätzung des Kraftaufwands als Prozentsatz der Maximalkraft berücksichtigen:

- Greifart bei Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen,
- Gewicht, Oberflächenbeschaffenheit, Abmessung gehandhabter Gegenstände,
- Benutzung von Handschuhen,

- Präzisionsanforderungen,
- Gelenkstellung im Handgelenk bei Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen.

Zur Einordnung des Kraftaufwands nach Punktwerten kann unter Beachtung der zuvor genannten Grundsätze die Borg-CR10-Skala herangezogen werden [11]. Ähnlich wie bei der Latko-Skala sind einzelnen Punktwerten Attribute zugeordnet, um die Krafteinschätzung auch verbal zu verankern und dadurch zu erleichtern.

Zur Beobachtung der Haltungen und Bewegungen wurden bereits im Zusammenhang mit der Einschätzung der Repetitivität und des Kraftaufwands Hinweise gegeben; eine differenziertere Bewegungsanalyse durch Beobachtung alleine kann nicht in vertretbarem Zeitaufwand durchgeführt werden. Bei regelmäßig wiederkehrenden Haltungen oder Bewegungen ohne erhebliche Varianz sollten daher nach Möglichkeit eine Fotodokumentation der Ausgangs- und Endstellung von Bewegungen in seitlicher Ansicht zum Bewegungsumfang für die Abschätzung des Haltungswinkels oder besser noch eine Videodokumentation der Bewegungsabläufe in entsprechenden Ansichten im Zusammenhang mit der Tätigkeitsbeschreibung erfolgen. Diese bildliche Dokumentation sollte sich auf die tätigkeitsprägenden, extremen Handgelenksstellungen konzentrieren.

3.1.3 Hand-Arm-Schwingungen

Bei der Dokumentation und Beurteilung der Exposition gegenüber Hand-Arm-Schwingungen sind die DIN EN 5349-1 und die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung für Hand-Arm-Schwingungen heranzuziehen [12; 13], wobei alle benutzten Gerätetypen zu erfassen und zu berücksichtigen sind. Es ist in Anlehnung an Ermittlungen zur BK Nr. 2104 vorzugehen; ermittelt (geschätzt oder gemessen) wird zunächst der Schwingungsgesamtwert der Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung (Vektorwert) a_{hv} in einzelnen Tätigkeiten, um daraus den energieäquivalenten 8-h-Schwingungsgesamtwert an den mit der Hand in Berührung stehenden vibrierenden Flächen (a_{hv} , 8h oder $A(8)$ Tages-Schwingungsbelastung) zu berechnen. Erst ab einem Wert von $A(8) = 1 \text{ m/s}^2$ (gemäß DIN EN ISO 5349-1, Anhang C.2, Anmerkung) gilt diese Vibrationsbelastung als potentiell gefährdend und wird notiert. Die Schätzung erfolgt auf der Grundlage der Technischen Regel, zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV) Vibration bzw. DIN V 45694 und ist zu dokumentieren [14, 15]. Als vorläufige Werte zur Orientierung für die Beurteilung langjähriger Vibrationsexpositionen als alleinigem Risikofaktor auch hinsichtlich des Risikos für CTS sollen die Richtwerte der DIN EN ISO 5349-1:2001 herangezogen werden [12]. Zur Beurteilung der Hand-Arm-Vibration als Risiko erhöhendem Faktor in Kombination mit Repetition oder Kraftaufwand werden orientierend die Kennwerte (Auslösewert bzw. Expositionsgrenzwert) aus der LärmVibrationsArbSchV für Hand-Arm-Schwingungen zur Kategorisierung verwendet [13].

3.1.4 Typische Belastungsprofile

Weiterhin ließen sich aus den in der WB zitierten Studien und den dort untersuchten Berufen bzw. Tätigkeiten folgende Beispiele für typische Belastungsprofile ableiten:

- hoch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugen und Strecken des Handgelenks ohne hohen Kraftaufwand;
Beispieltätigkeit: Sortiervorgänge am Fließband
- repetitive manuelle Tätigkeit mit Beugen und Strecken des Handgelenks und hoher Kraftaufwand bei der Handhabung von Arbeitsgeräten oder Werkstücken;
Beispieltätigkeiten: Montagetätigkeiten, Polsterer*)
- repetitive manuelle Tätigkeit mit Beugen und Strecken des Handgelenks und hoher Kraftaufwand ohne Handhabung von Arbeitsgeräten oder Werkstücken;
Beispieltätigkeiten: Masseur*); Polsterer*)

- repetitive manuelle Tätigkeit mit Beugen und Strecken des Handgelenks und hoher Präzisionsanforderung;
Beispieltätigkeiten: Zahntechniker*), feinmechanische repetitive Montiertätigkeiten
- Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungen über handgehaltene Arbeitsgeräte oder Werkstücke alleine oder auch in Kombination mit den o. g. Belastungsprofilen;
Beispieltätigkeiten: Forstarbeiter, Steinmetze, Gussputzer, Bauarbeiter

*) ggf. auch mit Einwirkung von Hand-Arm-Vibration

3.1.5 Erstellung des CTS-Erfassungsbogens

All diese Bewertungsgrundsätze greift der CTS-Erfassungsbogen (siehe Anhang) auf, um die einzelnen CTS-Risikofaktoren semiquantitativ zu erfassen und die Gesamtbeurteilung sowohl einzelner Tätigkeiten oder auch typischer Arbeitsschichten bezüglich des CTS-Risikos vorzunehmen. Der Erfassungsbogen ist mit einer einleitenden Handlungsanleitung versehen, die – ähnlich wie hier vorgenommen – die Hintergründe der Kriterienauswahl zur Ermittlung der CTS-Risikofaktoren erläutert und Hinweise zum Ausfüllen der Checkliste gibt.

Auf Formblatt 1 und Formblatt 2 sind zunächst allgemeine Angaben und die zu beurteilenden Tätigkeiten aufzuführen. Formblatt 3 fragt die Kriterien für die Repetition den Kraftaufwand und die Hand-Arm-Vibration ab, wobei die Anlage zu Formblatt 3 die dazu benötigten visuell-analogen Skalen nach *Latko* (Repetition) und nach *Borg* (Kraftaufwand) enthält [10; 11]. Formblatt 4 dient der zusammenfassenden Beurteilung der einzelnen Risikofaktoren für die verschiedenen Tätigkeiten einer wochentypischen Arbeitsschicht/Tag; dazu werden aus Formblatt 3 die Beurteilungen der einzelnen CTS-Risikofaktoren übertragen. Zur Ermittlung der Hand-Arm-Vibrationseinwirkung wird die vom IFA zur Verfügung gestellte Anamnese-Software zur BK 2104 empfohlen, insbesondere bei mehreren Tätigkeitsabschnitten mit unterschiedlichen Arbeitsmaschinen. Diese unterstützt durch ein Kataster die Schätzung und gewährleistet eine qualitätsgesicherte Dokumentation. Unter verschiedenen Internet-Links sind außerdem Kennwertrechner in Form eines Excelprogramms nutzbar [16]. Unterhalb der Tabelle auf Formblatt 4 sind die farbcodierten Richtwerte für die Beurteilung der einzelnen Risikofaktoren aufgeführt. Für die Beurteilung des Risikofaktors Hand-Arm Vibration als alleinigem Risikofaktor bei langjähriger Exposition ist Formblatt 5 vorgesehen. Schließlich bietet die farbig kodierte Skala auf Formblatt 6 einen Vorschlag zur Gesamtbewertung der Exposition gegenüber CTS-Risikofaktoren: Dabei wird dem Umstand Rechnung getragen, dass eine Kombination der verschiedenen Risikofaktoren (siehe typische Belastungsprofile) zu einer Erhöhung des CTS-Risikos führen und daher auch schon geringere Ausprägungen der einzelnen Risikofaktoren ursächlich zum CTS beitragen können.

3.2 Zusammenstellung von Messparametern

Um die bis hier weitgehende subjektive Erfassung der Belastungen durch objektive Messungen zu ergänzen, sollten geeignete Parameter zur quantitativen Erfassung der CTS-Risikofaktoren im Sinne der WB zusammengestellt werden.

Als Messparameter für die Repetition wurde die Mittenfrequenz des Powerspektrums (Mean Power Frequency = MPF) für die Handgelenksbewegung gewählt. Zur quantitativen Beschreibung der Belastung durch die Beugung und Streckung im Handgelenk wird empfohlen, die Gelenkwinkelverteilung, die mittlere Winkelgeschwindigkeit sowie das Vorkommen von kurzen Pausen zu beschreiben. Diese Parameter lassen sich nach entsprechender Bearbeitung aus Winkelmessdaten, die mit dem CUELA-System aufgezeichnet werden, berechnen.

Zur Ermittlung der aufgewendeten Kraft erwiesen sich die EMG, EMG-kalibrierte Abschätzungen (Kalibration auf MVC¹ bzw. MVE²) sowie das sog. „force matching“ als geeignete semiquantitative Methoden, die teils in den CUELA-Messaufbau integriert oder ergänzend dazu durchgeführt werden können.

Damit könnten dann für die einzelnen Risikofaktoren folgende Parameter, die ausgehend von Ergebnissen der Literaturrecherche als empfehlenswert angesehen werden, gemessen werden:

- für die Repetition [17]
Winkelmessung für Handgelenk Flexion/Extension und Deviation ulnar/radial
 - Bestimmung der Mitten- und Medianfrequenz
 - Bestimmung von Pausen:
Winkelgeschwindigkeit < 1°/s und/oder Muskelaktivität im EMG < 0,5 % MVC¹
- für den Kraftaufwand/Greifart [17 bis 19]
Ermittlung von %MVE
 - EMG-Messungen mit Kalibration auf MVC bzw. MVE für Greifart
 - direkte Kraftmessung (z. B. Kraftgriffe/ Dynamometer):
Ermittlung der Maximalkraft
und
in der „force matching“ Methode auch der aufgewendeten Kraft
- für die Haltungs-/Bewegungs-Dokumentation [20]
Winkelmessung für Handgelenk Flexion/Extension und Deviation ulnar/radial
 - prozentualer Zeitanteil statischer Haltungen (> 4 s) außerhalb der Neutralstellung
 - Winkelverteilung und vor allem Betrachtung der Extrema
Angabe der Verteilung mit 5., 50. und 95. Perzentil
 - Angabe prozentualer Zeitanteile für definierte Winkelbereiche
 - mittlere Winkelgeschwindigkeit (Median) und -beschleunigung
- für die Hand-Arm-Schwingungen
Hand-Arm-Schwingungen können messtechnisch alleine und auch in Messungen mit der Hand-/Unterarm-Haltung gemeinsam erfasst werden.

4 Diskussion

Zum einen sollen die Handlungsanleitung und der Erfassungsbogen für die Stellungnahme zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen nach Abstimmung den Unfallversicherungsträgern zur Verfügung gestellt werden. Begleitend dazu sollen Schulungen stattfinden und die Handlungsanleitung mit branchenspezifischen Beispielen ergänzt werden.

Zur Zusammenstellung geeigneter Messparameter für die Quantifizierung der Belastungsfaktoren wurden diese an CUELA-Datensätzen verschiedener Arbeitsplätze mit unterschiedlichen Risikoprofilen erfolgreich erprobt. Daher wird zurzeit ein adaptiertes CUELA-Messprotokoll erarbeitet, mit dessen Hilfe die Parameter standardisiert erfasst und mit Messwerten aus der arbeitswissenschaftlichen Literatur verglichen werden können.

¹ MVC = Maximal Voluntary Contraction (maximale willentliche Kontraktion)

² MVE = Maximal Voluntary EMG (maximal willentliches EMG) entsprechend MVC

5 Schlussfolgerungen

Der CTS-Erfassungsbogen bietet ein Instrument zur Beschreibung relevanter Belastungen und damit zur überschlägigen Abschätzung des arbeitsbezogenen CTS-Risikos. Darüber hinaus ist es jedoch erforderlich, quantitative Messwerte der CTS-Risikofaktoren zu erfassen und tätigkeitsspezifisch auszuwerten.

Hierzu konnte das CUELA-System so modifiziert werden, dass die aufgeführten CTS-Risikofaktoren messtechnisch quantifiziert werden können. Dies eröffnet im Folgenden die Möglichkeit, ein berufs- bzw. tätigkeitsbezogenes Kataster valider Messwerte für CTS-Risikofaktoren zu erstellen und Beurteilungsempfehlungen abzuleiten. Dazu wird ein Messprotokoll mit dem Ziel entwickelt, diese Datensätze in einer Datenbank einzustellen, Belastungsprofile für Tätigkeiten und Arbeitsschichten zu erstellen und für die Expositionsermittlung recherchierbar zu machen. Darauf basierend und unter Vergleich mit Angaben in der Fachliteratur sollen in der Folge Risikoprofile und Beurteilungsrichtwerte abgeleitet werden.

6 Literatur

- [1] Wissenschaftliche Begründung für die Berufskrankheit „Druckschädigung des Nervus medianus im Carpal tunnel (Carpal tunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen“, Ärztlicher Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Nr. 27, GMBI 2009, BMAS, S. 573-581
- [2] *Kössler, F.*: Arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) – eine interdisziplinäre Herausforderung. *ErgoMed*. 22 (1998) Nr. 5, S. 220-236
- [3] Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms. Leitlinien der Dt. Ges. f. Handchirurgie, Dt. Ges. für Neurochirurgie, Dt. Ges. f. Neurologie, Dt. Ges. für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie unter Beteiligung der Dt. Ges. für Unfallchirurgie, Dt. Ges. f. Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung, Dt. Ges. f. Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie
AWMF-Leitlinien-Register Nr. 005/003, Entwicklungsstufe: 3 + IDA, in Überarbeitung, <http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/005-003I.htm>, Zugriff am 15.09.201
- [4] *Silverstein, B. A.; Fine, L. J.; Armstrong, T. J.*: Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am. J. Ind. Med.* 11 (1987), S. 343-358
- [5] *Silverstein, B. A.; Fine, L. J.; Armstrong, T. J.*: Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *Brit. J. Ind. Med.* 43 (1986), S. 779-784
- [6] Hand Activity Level TLVs © American Conference of Governmental Industrial Hygienists, <https://www.acgih.org/store/ProductDetail.cfm?id=1349>
- [7] *Ellegast, R.; Hermanns, I. & Schiefer, C.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. *Z. Arb. Wiss.* (2010) 64, S. 101-110
- [8] *Kilbom, Å.*: Repetitive work of the upper extremity: Part I – Guidelines for the practitioner. *Int. J. Ind. Ergonom.* 14 (1994), S. 51-57
- [9] *Kilbom, Å.*: Repetitive work of the upper extremity: Part II – The scientific basis (knowledge base) for the guide. *Int. J. Ind. Ergonom.* 14 (1994), S. 59-86
- [10] *Latko, W.; Armstrong, T.J.; Foulke, J.A.* et al.: Development and Evaluation of an Observational, Method for Assessing Repetition in Hand Tasks. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 58(1997), S. 278-285

- [11] *Borg, G.*: Borg's perceived exertion and pain scales. 1. Aufl. Human Kinetics, Champaign 1998
- [12] DIN EN ISO 5349-1:2001: Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag, Berlin - www.beuth.de
- [13] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I, Nr. 8, S. 261-296. (LärmVibrationsArbSchV)(ausgegeben zu Bonn am 8. März 2007)
- [14] Technische Regel Vibration (TRLV Vibrationen) vom 10. März 2010. GMBI. (2010), Nr. 14 - 15, S. 271 ff, (www.baua.de/trlv)
- [15] DIN V 45694: Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen unter Heranziehung von Angaben der Maschinenhersteller. Deutsche Fassung des CR 15350:2006. Beuth Verlag, Berlin - www.beuth.de
- [16] Excel-Anwendung IFA-Kennwertrechner Hand-Arm-Vibrationen:
http://www.dguv.de/ifa/de/prs/softwa/kennwertrechner/vibration_calculator.xls
oder bei LAS Potsdam:
http://bb.osha.de/de/gfx/good_practice/gefaehrdungskategorien.php
oder
http://bb.osha.de/docs/GKV_calculator.xls
(dort bei "Ganzkörper-Vibration" den Link nutzen:
"Hand-Arm-Schwingungs-Belastungs-Rechner (Excel-Datei)"
- [17] *Hansson, G. Å.; Balogh, I.; Ohlsson, K.; Rylander, L. & Skerfving, S.*: Goniometer measurement and computer analysis of wrist angles and movements applied to occupational repetitive work. J. Electromyogr. Kines. 6 (1996) Nr. 1, S. 23-35
- [18] *Bao, S. & Silverstein, B.*: Estimation of hand force in ergonomic job evaluations. Ergonomics 48 (2005) Nr. 3, S. 288-301
- [19] *Armstrong, T.I.; Chaffin, D.B.; Foulke, J. A.*: A methodology for documenting hand positions and forces during manual work. J. Biomech 12 (1979), S. 131-133
- [20] *Hansson, G. Å.; Balogh, I.; Ohlsson, K. et al.*: Physical workload in various types of work: Part I. Wrist and forearm. Int. J. Ind. Ergonom. 39 (2009), S. 221-233

Anhang: CTS-Erfassungsbogen – Checkliste Formblatt 1-6

Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 2 SGB VII)

Formblatt 1

Stellungnahme zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen einer „Wie-BK“ Carpal tunnel-Syndrom (§ 9 Abs. 2 SGB VII)	
Allgemeine Angaben	Datum:
AZ:	
Versicherte/r	Name: Geb.-Datum
Betrieb/Mitgliedsnr.	
Ermittlungsanlass	„Wie-BK“ Carpal tunnel-Syndrom (§ 9 Abs. 2 SGB VII)
Art der Ermittlung	<input type="checkbox"/> vor Ort <input type="checkbox"/> Aktenlage <input type="checkbox"/> telefonisch
Beteiligte bei der Ermittlung	<input type="checkbox"/> Versicherter <input type="checkbox"/> vor Ort <input type="checkbox"/> telefonisch <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> Betriebsrat <input type="checkbox"/> Betriebsrat nicht vorhanden <input type="checkbox"/> Sicherheitsfachkraft <input type="checkbox"/> Betriebsarzt <input type="checkbox"/> Personalabteilung <input type="checkbox"/> Sonstige: - Kollegen, Vorgesetzte, ...
Beschäftigungsverhältnisse	<input type="checkbox"/> Versicherter ist noch exponiert <input type="checkbox"/> ehemalige Exposition <input type="checkbox"/> von - bis : <input type="checkbox"/> Arbeitsplatz oder vergleichbarer Arbeitsplatz ist noch vorhanden <input type="checkbox"/> Arbeitsplatz oder vergleichbarer Arbeitsplatz ist nicht mehr vorhanden
Vorsorge	<input type="checkbox"/> Arbeitsmedizinische Vorsorge hat stattgefunden <input type="checkbox"/> Ergebnisse beigefügt
Kommentar	Liegt der erkennbare zeitliche Zusammenhang mit dem Erkrankungsbeginn vor?

Formblatt 2

Az:

<p>Erkrankung: Mitteilung der BK-Sachbearbeitung über medizinische Feststellung liegt vor: CTS-Erkrankungsbeginn: _____ betroffene Hand/Hände <input type="checkbox"/> linke Hand <input type="checkbox"/> rechte Hand</p>	<p>Carpaltunnel-Syndrom „Druckschädigung des Nervus medianus im Carpal tunnel (Carpaltunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen“</p>
Nennung und Beschreibung der relevanten Tätigkeiten der Arbeitsschicht*	Fotodokumentation
Tätigkeit 1	<input type="checkbox"/> Videoaufnahmen
Tätigkeit 2	<input type="checkbox"/> Videoaufnahmen
Tätigkeit 3	<input type="checkbox"/> Videoaufnahmen
<p>Bemerkungen: <input type="checkbox"/> Die linke Hand ist die dominante Hand. <input type="checkbox"/> Die rechte Hand ist die dominante Hand.</p>	

* vgl. Handlungsanleitung **2. Ursächlich schädigende Einwirkungen (Risikofaktoren), S. 1**

- repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Hände im Handgelenk **oder**
- erhöhter Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen) **oder**
- Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungen, z.B. handgehaltene vibrierende Maschinen (handgeführte Motorsägen, Steinbohrer etc.)

Formblatt 3

Az:

Dieses Blatt ist für jede in Formblatt 2 aufgeführte Tätigkeit auszufüllen
(vgl. Handlungsanleitung 3. Grundsätze der Ermittlung zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen, S.2).

- Die linke Hand ist die CTS-betroffene Hand. Die rechte Hand ist die CTS-betroffene Hand. CTS an beiden Händen

Kriterien zur Beurteilung einzeln einwirkender Belastungen für Tätigkeit__:		Ausübungsdauer/Tag [min]	
		linke Hand	rechte Hand
1	Repetition (vgl. Handlungsanleitung, Kapitel 4.1., S. 3f) mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk		
1.1	Die Arbeit ist in Arbeitszyklen organisiert. (Silverstein-Kriterien , vgl. 4.1.1.)		
1.1 a)*	Die Dauer eines durchschnittlichen Arbeitszyklus ist <30 s bzw. es werden mehr als zwei Arbeitszyklen/min wiederholt.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
1.1 b)*	Der durchschnittliche Arbeitszyklus dauert länger als 30 s , aber während 50% der Zeit wird ein fundamentaler Arbeitsgang ausgeführt.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
1.2*	Es werden erkennbare Handgelenksbewegungen in Richtung Beugung und Streckung mehr als 10x pro Minute ausgeführt. (Kilbom-Richtwert , vgl. 4.1.2.)	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
1.3	Tragen Sie den gemäß der Latko Skala geschätzten Punktwert ein. (Nur anwendbar, wenn die Gesamtdauer der beurteilten, repetitiven Tätigkeiten ≥ 4 h/Schicht beträgt, vgl. 4.1.3.)	_____	_____
2	Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen) (vgl. Handlungsanleitung, Kapitel 4.2, S. 5)		
	Tragen Sie den gemäß der Borg CR10-Skala geschätzten Punktwert ein.	_____	_____
3	Hand-Arm Schwingungen (vgl. Handlungsanleitung, Kapitel 4.4, S. 6)		
	Tragen Sie den ermittelten (geschätzt oder gemessen) Wert der frequenzbewerteten Schwingungsbelastung ein. Beachten Sie, ob die betroffene und höher exponierte Hand übereinstimmen.	__m/s ²	__m/s ²

* Je nach Zutreffen der Aussage ja oder nein ankreuzen.

Fortsetzung: **Formblätter 4, 5, 6**

Anlage 1 zu Formblatt 3

Az:

Abbildung 4: Latko-Skala (visuell-analoge Skala zur Einschätzung der Handaktivität nach Latko et al.)



Abbildung 5: Borg CR10-Skala (Hinweis: Schulung des Anwenders wird vorausgesetzt)

„Borg CR10 Skala: Einschätzung des empfundenen Kraftaufwands“		<=> %MVC [11]
0	gar kein Kraftaufwand	0
0,5	sehr, sehr geringer Kraftaufwand (gerade feststellbar)	5
1	sehr geringer Kraftaufwand	10
2	geringer Kraftaufwand	20
3	mäßiger Kraftaufwand	30
4		40
5	großer Kraftaufwand	50
6		
7	sehr großer Kraftaufwand	
8		
9		
10	sehr, sehr großer Kraftaufwand (beinahe maximal)	
11		
•	absolut maximaler Kraftaufwand	

Kurzanleitung zur Borg-Skala

Allgemeine Grundsätze:

- Ermittlung möglichst auch an gesunden Beschäftigten (keine Symptome von CTS),
 - die die gleiche(n) repetitive(n) Tätigkeit(en) wie der Erkrankte ausführen
 - die die gleiche Dominanz der Hände aufweisen (Rechts- oder Links-Händigkeit)
- Beachte: CTS verändert die Maximalkraft!
- Berechnung eines Mittelwerts aus den Ergebnissen für mehrere Probanden (ggfs. Tätigkeit selbst durchführen)
- Ermittlung getrennt für beide Hände

Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen, die die Maximalkraft und den Kraftaufwand in der Tätigkeit beeinflussen:

- Greifart bei der Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen
- Gewicht, Oberflächenbeschaffenheit, Abmessung gehandhabter Gegenstände
- Benutzung von Handschuhen
- Präzisionsanforderungen
- Gelenkstellung im Handgelenk bei der Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen

Formblatt 4

Az:

Zusammenfassende Beurteilung der einzelnen Risikofaktoren für die Tätigkeiten T₁ - T_i aus Formblatt 3 einer wochentypischen Arbeitsschicht/Tag

gemäß Formblatt 2 linke Hand rechte Hand

relevante Tätigkeit/Tag	Dauer [min]	Repetition [#]			Latko	Kraftaufwand Borg	Hand-Arm-Schwingung
		Silverstein	Kilbom				
		1.1 a) Dauer [min]	1.1 b) Dauer [min]	1.2 Dauer [min]	1.3 Punktwert (Latko-Skala)	2 Punktwert (Borg-CR10-Skala)	3 Schwingungsgesamtwert der Effektivwerte frequenzbewerteter Beschleunigung (Vektorbetrag) a _{hv} [m/s ²]
T ₁							
...							
...							
T _i							
Σ T _i							
Zusammenfassung über die Arbeitsschicht/Tag							
Anleitung zur Beurteilung mittels Farbcode**		grün = Σ <2 h/Tag gelb = Σ ≥2 - <4 h rot = Σ ≥4 ->6 h/Tag	rot = Σ ≥ 3 h/Tag	Mittelwert* Farbcode s. Latko Skala [!]	Mittelwert* Farbcode s. Borg-Skala	A(8) Tages-Schwingungsbelastung*** grün = 1m/s ² - <2,5m/s ² gelb = 2,5 m/s ² - <5m/s ² rot ≥ 5m/s ²	

[#] Die Gesamtbeurteilung der Repetition erfolgt nach dem Kriterium (1.1 -1.3) mit der höchsten Risikoeinstufung.

* zeitgewichteter Mittelwert = $\frac{\sum Pw_i \times D(T_i) + \dots + Pw_i \times D(T_i)}{D(T_1) + \dots + D(T_i)}$ mit **Pw** = Punktwert (Latko- bzw. Borg-CR10-Skala)
D(T) = Dauer einer Tätigkeit

** Die fließenden Übergänge der Farbskalen symbolisieren, dass Zahlenangaben ebenfalls nicht als scharfe Grenzwerte zu verstehen sind.

*** Zur Ermittlung von A(8) = $\sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{vi}^2 T_i}$ wird die IFA-Anamnesesoftware BK 2104 empfohlen (dort Schnellzugang über „fett“ markierte Eingabefelder).

[!] Der Punktwert der Latko-Skala kann nur als Kriterium herangezogen werden, wenn die Gesamtdauer der beurteilten, repetitiven Tätigkeiten ≥ 4h/Schicht beträgt!

Formblatt 5

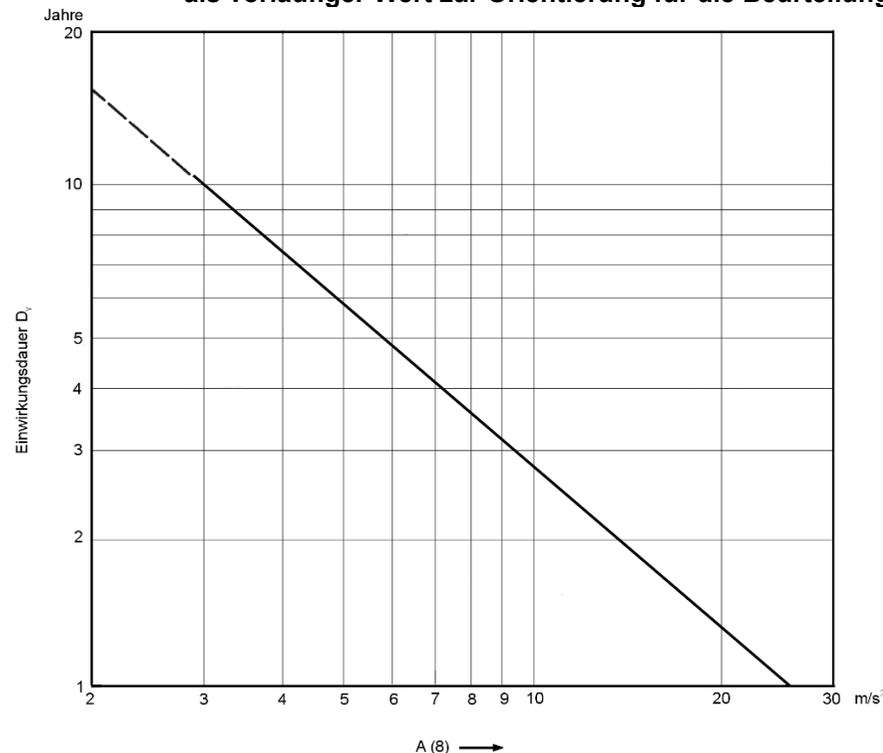
Az:

Beurteilung des Risikofaktors Hand-Arm Vibration als alleinigem Risikofaktor bei langjähriger Exposition

Zur Ermittlung von A(8) wird die IFA-Anamnesesoftware BK 2104 empfohlen (dort Schnellzugang über „fett“ markierte Eingabefelder).

Abbildung 6: Hand-Arm-Vibrationen: Richtwerte der DIN EN ISO 5349-1:2001 (Anhang C, Diagramm Bild C.1)

als vorläufiger Wert zur Orientierung für die Beurteilung langjähriger Vibrationsexpositionen hinsichtlich des Risikos für CTS*



D _y in Jahren	1	2	4	8
A (8) in	26	14	7	3,7

Eine Interpolation für Expositionsbedingungen mit Werten, die zwischen den oben angegeben liegen ist zulässig. Für diesen Zweck kann die folgende Beziehung verwendet werden:

$$\frac{D_y}{\text{Jahren}} = 31,8 \left[\frac{A(8)}{\text{m/s}^2} \right]^{-1,06}$$

A (8) Tages-Schwingungsbelastung
(energieäquivalenter 8-h-Schwingungsgesamtwert
an einer mit der Hand in Berührung stehenden Fläche)

D_y
die auf eine Personengruppe bezogene über einen längeren
Lebensabschnitt gemittelte Expositionszeit in Jahren

Schwingungsbelastung, bei der in einer Gruppe schwingungsbelasteter Personen das Auftreten von VVS in 10% der Fälle zu erwarten ist Werte, die einen oberhalb der Geraden liegenden Punkt ergeben, sprechen für das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen

* Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Formblatt 6

Az:

**Zusammenfassende Beurteilung für die Tätigkeiten T₁ - T_i einer wochentypischen Arbeitsschicht/Tag
bezüglich der arbeitstechnischen Voraussetzungen**



Die Einschätzung rot für einen der drei Risikofaktoren spricht für das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen; je stärker der Rot-Bereich ausgeprägt ist, desto mehr deutet auf das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen hin.

Bei Entscheidungen in Grenzfällen sollten folgende Aspekte einbezogen werden und ggfs. zur Einschätzung in die höhere Farbkategorie führen:

- In welchem Bereich einer Farbkategorie liegen die angegebenen Werte und welche Tendenz lässt sich dadurch erkennen?
- Liegen weitere zusätzliche Faktoren, z.B. Kälteexposition, lokale Kompression, ungünstige Materialbeschaffenheit oder Geometrie der gehandhabten Gegenstände, Tragen von Handschuhen (vgl. Handlungsanleitung Kapitel **4.5, S. 6**), vor?
 - Kälteexposition.....
 - lokale Kompression.....
 - ungünstige Materialbeschaffenheit.....
 - Geometrie der gehandhabten Gegenstände.....
 - erforderliches Tragen von Handschuhen.....
 - Präzisionsanforderungen.....
 -
 -

Arbeitsanalyse im Möbelspeditions-gewerbe

Claus Backhaus¹, Stefan Baars², Karl-Heinz Jubb¹

¹ Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft

² Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Gewerbeärztlicher Dienst für Niedersachsen

1 Situation

Möbelwerker sind bei Umzügen durch das Heben und Tragen von Umzugsgut hohen Belastungen ausgesetzt. Obwohl diese Berufsgruppe mit am häufigsten von Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Wirbelsäulenerkrankungen betroffen ist [1], liegen bislang nur unzureichend Daten zur Belastungsintensität ihrer Arbeit vor.

In einem Kooperationsprojekt der Gewerbeaufsicht Niedersachsen und der Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr) wird die Arbeitssituation im Möbelspeditions-gewerbe erfasst und die Belastung durch das Heben und Tragen schwerer Lasten beim Transport von Umzugsgut quantifiziert.

2 Methode

Es werden 21 niedersächsische Möbelspeditionen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz befragt und in einer teilnehmenden Beobachtung 23 Haushaltsumzüge begleitet.

2.1 Befragung

Die Datenerhebung erfolgt in einem standardisierten Interview, in dem Mitarbeiter der Gewerbeaufsicht Niedersachsen oder der BG Verkehr Fragen zum innerbetrieblichen Arbeitsschutzmanagement, zur Arbeitsorganisation, zur Durchführung und Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz [2] und zur sicherheitstechnischen und betriebsärztlichen Betreuung des Betriebs stellen. Zusätzlich wird die technische Ausstattung der Möbelspeditionen mit Hebe- und Tragehilfsmitteln erfasst und die Arbeitsstrukturierung bzw. -organisation in den Unternehmen dokumentiert.

2.2 Beobachtung

Während der Umzugsbeobachtungen werden das Tragegewicht und die durchschnittliche Länge des Trageweges erfasst. Die Gewichtsmessung geschieht mithilfe einer Bodenwaage, die beim Transport der Umzugsgüter von den Möbelwerkern überschritten wird (Abbildung 1). Das Abschreiten der mittleren Weglänge von der Wohnung zum Umzugsfahrzeug bestimmt den Trageweg.

Auf der Grundlage der erhobenen Daten erfolgt eine Risikoabschätzung mit der von *Steinberg* et al. [3] vorgestellten Leitmerkmalmethode (LMM). Dabei wird unter Berücksichtigung des Tragegewichtes, der Körperhaltung, der Tragehäufigkeit und Tragedauer sowie der jeweiligen Ausführungsbedingungen ein Punktwert berechnet, auf dessen Grundlage die Beurteilung der Belastungssituation erfolgt. Die Risikoabschätzung wird bei der Gruppe der Möbelträger nur für die Tragetätigkeit durchgeführt, da diese gegenüber anderen Belastungen (z. B. durch das Umsetzen von Umzugsgut in der Wohnung oder das Einpacken von Hausrat) die Belastungssituation deutlich dominiert. Für die Mitarbeitergruppe der Stauer

werden sowohl die Tragetätigkeiten als auch Umsetz- und Verladearbeiten im Fahrzeug bewertet.



Abbildung 1:
Messen des Tragegewichtes der Möbel-
werker mithilfe einer Bodenwaage

3 Ergebnis

3.1 Befragung der Möbelspeditionsbetriebe

Die Befragung ergab eine durchschnittliche Betriebsgröße von 20 Mitarbeitern (Minimum: 4; Maximum: 88). Die Stärke einer Umzugskolonne variiert mit dem veranschlagten Transportvolumen. Sie ist bei Haushaltsumzügen durchschnittlich drei bis vier Mitarbeiter groß und setzt sich typischerweise aus einem oder zwei Möbelträgern, einem Möbelschreiner (bei Bedarf) und einem Stauer zusammen. Letzterer fährt in der Regel das Umzugsfahrzeug und ist für die Beladung und Sicherung des Umzugsgutes im Fahrzeug verantwortlich. Zu Beginn eines Transportes legt er die Reihenfolge fest, in der die einzelnen Umzugsgüter zum Fahrzeug transportiert werden. In dieser Anfangsphase unterstützt er häufig die Möbelträger beim Tragen des Umzugsgutes. Sofern ein Möbelschreiner den Umzug begleitet, ist dieser für den Auf- und Abbau sperriger zerlegbarer Möbel verantwortlich. Auch er unterstützt zeitweilig die Möbelträger beim Tragen des Umzugsgutes. Gehört das Ein- und Auspacken von Kleinteilen wie z. B. Geschirr und Gläser mit zum vereinbarten Leistungsumfang, so erledigen dies die Möbelträger und der Stauer, während der Möbelschreiner mit dem Zerlegen oder Montieren von Möbelstücken beginnt.

Alle befragten Unternehmen verfügen über Transporthilfsmittel wie Tragegurte, Hunte und Sackkarren. 19 der 21 Möbelspeditionen setzen Fahrzeuge mit Hubladebühnen ein. 18 Speditionen besitzen fahrbare Außenaufzüge. In 13 Betrieben sind Stufensetzer für den Transport besonders schwerer Lasten über Treppen vorhanden. In sechs von 21 Unternehmen tragen alle und in weiteren sechs Unternehmen ein Teil der Beschäftigten Sicherheitsschuhe. Elf von 21 Unternehmen haben eine Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG durchgeführt, überwiegend von der zuständigen Sicherheitsfachkraft. Einen Betriebsarzt können sechs der 21 Unternehmen benennen. Fünf Möbelspeditionen bieten den Beschäftigten auf Wunsch arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“ [4] an.

3.2 Beobachtung der Haushaltsumzüge

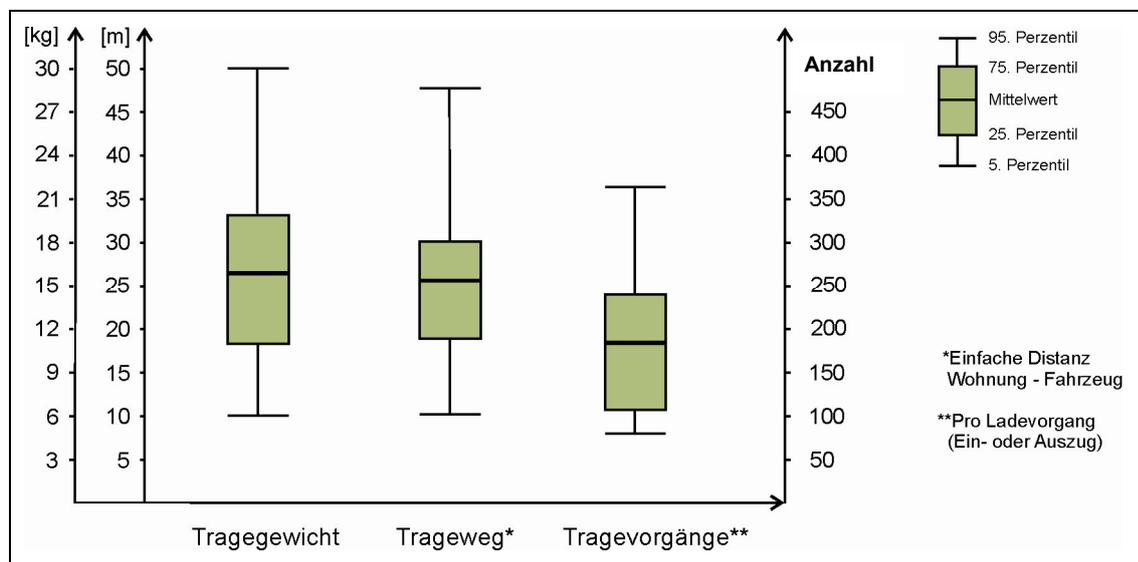
Insgesamt wurden 40 Ladevorgänge (Be- oder Entladung des Umzugsfahrzeuges) bei 23 Haushaltsumzügen mit insgesamt 3 603 einzelnen Tragevorgängen erfasst.

3.2.1 Tragegewichte und Tragewege

Das mittlere Tragegewicht beträgt 16,3 kg mit einer Standardabweichung von $\pm 7,8$ kg. Das durchschnittliche (Gesamt-)Transportgewicht eines Umzugs betrug $2,9 \pm 1,7$ t, die durchschnittliche Weglänge der 40 Ladevorgänge $25,5 \pm 10,4$ m. Pro Ladevorgang wurden 184 ± 112 Tragevorgänge durchgeführt. Die Verteilung der erfassten Belastungsgrößen ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2:

Mittelwert und Verteilungsmaß des Tragegewichtes, des Trageweges und der Tragevorgänge bei den beobachteten Haushaltsumzügen



Bei zwei von 23 Umzügen wurde die Hubladebühne der Möbeltransportfahrzeuge zum Beladen schwerer Umzugsgüter eingesetzt. Sackkarren kamen bei drei Umzügen, Rollbretter (Hunte) bei sieben Umzügen zum Einsatz. Tragegurte zum Transport schwerer Lasten wurden bei einem Umzug verwendet.

Der Einsatz der verfügbaren Hebe- und Tragehilfsmittel ist generell unzureichend; die Beschäftigten nutzen selbst einfache Hilfsmittel nur selten.

3.2.2 Belastungsunterschiede zwischen den Mitarbeitergruppen des Umzugsteams

Bei 48 Möbelträgern, 12 Möbelschreibern und 18 Stauern wurden die Tragevorgänge eines Ladevorgangs vollständig aufgezeichnet. Die statistische Analyse der Tragegewichte zeigt keine Mittelwertsunterschiede zwischen den Mitarbeitergruppen. Unterschiede ergeben sich allerdings bei der Zahl der Tragevorgänge. Das bedeutet: Im statistischen Mittel tragen alle Mitarbeiter gleich schwer, aber unterschiedlich viel.

Ein Möbelträger bewegt im Mittel 35 % des gesamten Umzugsgutes, während ein Stauer 13 % und ein Möbelschreiber 15 % der Lasten abträgt. Bei geschätzten zwei Ladevorgängen

(Be- und Entladen) pro Arbeitsschicht transportiert ein Möbelträger durchschnittlich 130 Stück. Umzugsgut mit einem mittleren Tragegewicht von 16,3 kg über eine einfache Tragelänge von 25,5 m. Die Gesamttragestrecke unter Last beträgt somit 3,3 km, dafür benötigt er bei einer Laufgeschwindigkeit von 1 m/s insgesamt 55 Minuten. Damit bewegt ein Möbelträger pro Arbeitsschicht durchschnittlich 2,1 t Umzugsgut. Nachfolgend sind die Belastungsprofile [5] für die Mitarbeitergruppe der Möbelträger, Möbelschreiner und Stauer dargestellt (Abbildung 3).

Abbildung 3:
Belastungsprofile für eine Arbeitsschicht für Möbelträger, Möbelschreiner und Stauer bei zwei Ladevorgängen (Be- und Entladen) pro Tag



	Ø Gewicht in kg	Ø Anzahl der Tragevorgänge	Ø Tragestrecke in m	Ø Tragezeit* in min:s	Ø Gesamtgewicht in kg
Möbelträger	16,3	130	3 315	55:15	2 119
Möbelschreiner	16,3	56	1 428	23:48	913
Stauer	16,3	48	1 224	20:24	782

* Schrittgeschwindigkeit beim Tragen ~ 1 m/s

3.2.3 Belastungsbeurteilung mit der Leitmerkmalmethode

Zum Bestimmen der Lastwichtung werden die getragenen Einzellasten den vorgegebenen Gewichtsklassen der LMM zugeordnet. Der Lastwichtungsfaktor wird aus der prozentualen Verteilung der Einzellastwichtungen ermittelt. Die Haltungswichtung für alle beobachteten Ladevorgänge beträgt 1,1. Die Zeitwichtung ergibt sich aus der mittleren Tragelänge des Ladevorgangs und einer angenommenen Laufgeschwindigkeit von 1 m/s unter Last [6]. Die Ausführungswichtung variiert in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen und liegt bei den beobachteten Umzügen zwischen 0,1 und 0,5. 44 % der beobachteten Möbelwerker haben zumindest einmal ein Gewicht von mehr als 40 kg getragen. Für die Lade- und Umsetztätigkeit der Stauer im Umzugsfahrzeug wird die Lastwichtung in Analogie zur o. g. Vorgehensweise ermittelt. Die Haltungswichtung wird auf einheitlich 3 und einer Ausführungswichtung auf 0 festgesetzt. Beim Umsetzen und Beladen des Fahrzeugs haben alle Stauer mindestens einmal ein Gewicht von mehr als 40 kg bewegt.

Für die Gruppe der Möbelträger ($n = 48$) ergibt sich auf dieser Basis ein durchschnittlicher Punktwert von 22 mit einer Standardabweichung von ± 7 , für die Gruppe der Möbeltischler ($n = 12$) von 16 ± 7 und für die Gruppe der Stauer ($n = 18$) von 14 ± 8 . Die ermittelten Durchschnittswerte gehören alle zum LMM-Risikobereich 2 und benennen eine erhöhte Belastung, die bei belastungsgeminderten Mitarbeitern (z. B. Jugendliche oder ältere Mitarbeiter mit

einem Lebensalter von mehr als 40 Jahren) zu einer körperlichen Überbeanspruchung führen kann.

Der durchschnittliche LMM-Punktwert für die Lade- und Umsetztätigkeit der Stauer beträgt 28 ± 0 und liegt im Risikobereich 3. Dieser benennt eine wesentlich erhöhte Belastung, die auch bei normal belastbaren Personen zu körperlicher Überbeanspruchung führen kann.

4 Zusammenfassende Schlussfolgerung und Präventionsmaßnahmen

Die Studie belegt eine erhöhte bis hohe Belastung der Möbelwerker durch den manuellen Transport von Umzugsgut. Hilfsmittel für den Lastentransport sind in allen befragten Möbelspeditionen ausreichend vorhanden, die Mitarbeiter nutzen sie jedoch nur unzureichend. Dies deutet auf ein mangelndes Problembewusstsein und eine unzureichende Sensibilisierung der Mitarbeiter und Führungskräfte hin. Problematisch ist besonders das Tragen von Lasten über lange Entfernungen und das Handhaben besonders schwerer Gewichte.

Als eine erste Präventionsmaßnahme hat die BG Verkehr zwei Plakate (Abbildung 4) zur Information und Sensibilisierung von Mitarbeitern des Transportgewerbes entwickelt. Diese vermitteln den Einsatz von Tragehilfsmitteln und die richtige Technik beim Anheben schwerer Lasten. Um den erforderlichen Bewegungsablauf zu verdeutlichen und die Aufmerksamkeit zu erhöhen, wurde das Plakat zur richtigen Hebetechnik erstmals auch als Lentikularbild (sog. Wackelbild) ausgeführt, das den Mitgliedsbetrieben der BG Verkehr über den Technischen Aufsichtsdienst zur Verfügung gestellt wird oder über das Internet unter der Adresse www.bg-verkehr.de bezogen werden kann.

Abbildung 4:
Präventionsplakate zur Information und Sensibilisierung von Mitarbeitern des Transportgewerbes



5 Literatur

- [1] *Liebers, F.; Caffier, G.:* Berufsspezifische Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen in Deutschland. Forschungsbericht F1996. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2009.
www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1996.html
- [2] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG). BGBl. I (1996) Nr. 43, S. 1246-1253; zul. geänd. BGBl. I (2009). www.gesetze-im-internet.de/arbschg/
- [3] *Backhaus, C.; Baars, S.; Jubb, K.-H.; Felten, C.; Hedtmann, J.:* Analyse von Hebe- und Tragetätigkeiten im Möbelspeditions-gewerbe unter besonderer Berücksichtigung der Belastung der Lendenwirbelsäule. Z. Arb. Wiss. 64 (2010) Nr. 4, S. 305-319
- [4] BGI 504-46: Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G46 „Belastungen des Muskel-Skelettsystems einschließlich Vibrationen“. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2008
- [5] BK-Report 2/03. Wirbelsäulenerkrankungen (BK-Nrn. 2108-2110). Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2004.
www.dguv.de, Webcode d1397
- [6] *Steinberg, U.; Behrendt, S.; Bradl, I.; Caffier, G.; Gebhardt, H. J., Liebers, F.; Müller, B. H.; Schäfer, A.; Schlicker, M.; Schulze, J.:* Erprobung und Evaluierung des Leitfadens Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten. Forschungsbericht Fb 897. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund. Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft, Bremerhaven 2000

Interventionsstudie zur Bewegungsförderung an Büroarbeitsplätzen

Britta Weber¹, Rolf Ellegast¹, Rena Mahlberg¹, Volker Harth²

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)

1 Einleitung

Die Automatisierung von Produktionsprozessen, technische Arbeitserleichterungen und der weit verbreitete Einsatz von Computeranwendungen haben zu einer deutlichen Reduktion körperlicher Bewegung am Arbeitsplatz geführt. Laut Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) verbringen in Deutschland rund 60 % der Erwerbstätigen – das entspricht 22,5 Mio. Menschen – ihren Arbeitsalltag größtenteils im Sitzen [1]. Körperliche Inaktivität und damit verbundenes einseitig belastendes Dauersitzen gilt als wichtiger verhaltensbezogener Risikofaktor, mit dem eine Vielzahl von Gesundheitsgefährdungen einhergeht. Hierzu gehören Beschwerden des Muskel-Skelett-Systems, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stoffwechselstörungen, Fettleibigkeit und auch psychische Beeinträchtigungen [2 bis 4]. Regelmäßige körperliche Bewegung wirkt den genannten Risiken entgegen und fördert zugleich die körperliche Fitness, das physische und mentale Wohlbefinden und damit auch die allgemeine Leistungsfähigkeit [5].

Vor diesem Hintergrund kommt der Implementierung geeigneter Maßnahmen, um gesundheitswirksame Bewegung am Arbeitsplatz zu fördern, zunehmend Bedeutung zu. Hier zeichnet sich national wie international ein allgemeiner Konsens über den Handlungsbedarf ab [6 bis 8]. Aktivierungsmaßnahmen im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung bieten sich dazu insbesondere an, da man am Arbeitsplatz eine große Personengruppe erreicht, die hier zudem einen Großteil des Tages verbringt. Bei der Entwicklung von effektiven Programmen zur Aktivitätsförderung kommt auch der Evaluation eine große Bedeutung zu. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit von Instrumenten, mit denen die Wirksamkeit von Fördermaßnahmen analysiert werden kann [9].

Bisherige Effektanalysen stützen sich häufig ausschließlich auf Selbstaussagen. Um Auswirkungen auf das Bewegungsverhalten festzustellen, wurden kaum objektive messtechnische Verfahren eingesetzt [10 bis 12]. Interventionseffekte wurden zudem selten anhand von medizinisch-physiologischen Kenngrößen und arbeitsmedizinischen Verlaufsparemtern quantifiziert [4; 11]. Darüber hinaus findet die stufenweise aufgebaute Muskel-Skelett-Untersuchung nach dem arbeitsmedizinischen Grundsatz G46 bislang an Büroarbeitsplätzen keine Verwendung. Um Interventionseffekte zukünftig exakt erfassen zu können, wurde ein umfangreiches Methodeninventar entwickelt, das in einer randomisierten kontrollierten Interventionsstudie zur Bewegungsförderung an Büroarbeitsplätzen erprobt wurde.

2 Methode

2.1 Methodeninventar zur Effekterfassung

Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden als mögliche Wirkungsbereiche einer körperlichen Aktivierung Psyche, Muskel-Skelett-Beschwerden, Muskel-Skelett-Status, Ausdauer,

Kraft und Bewegungsverhalten identifiziert. Bei der Auswahl der Instrumente zur Erfassung der einzelnen Bereiche wurden im Wesentlichen folgende Anforderungen gestellt:

- Angemessenheit in Bezug auf Kosten und Zeitaufwand für Datenerhebung und -auswertung
- nicht invasive Untersuchungen
- Anwendbarkeit bei gesundem Kollektiv
- Eignung der Untersuchungsergebnisse als Verlaufsparemeter (objektivierbare Zielparemeter mit möglichst hohem Skalenniveau)

Um das psychische und physische Wohlbefinden und die Häufigkeit von Muskel-Skelett-Beschwerden zu erfassen, wurden standardisierte Fragebögen (SF-12¹, MDBF², WKV³, NMQ⁴) verwendet. Zudem wurde eine allgemeine medizinische Untersuchung (Lungen- und Herzauskultation, Körpermaße, Vitalparameter, Reflexstatus) sowie eine arbeitsmedizinische Muskel-Skelett-Untersuchung in Anlehnung an die fokus[®]-Systematik durchgeführt [13]. Letztere umfasste die Ermittlung von Gelenk-Bewegungsumfängen sowie verschiedene Funktionsuntersuchungen (z. B. Finger-Boden-Abstand). Die Ausdauerleistung wurde mit dem Physical Working Capacity-Test (Fahrradergometrie) [14] erfasst. Die Maximalkraft verschiedener Muskeln (*M. biceps brachii*, *M. quadriceps femoris*, Handkraft, Flexoren und Extensoren des Rumpfes) wurde mit Dynamometern und die Kraftausdauer der Rücken-, Bauch-, Schulter- und Oberschenkelmuskulatur mit standardisierten Muskelfunktionstests aus der Rehabilitationsmedizin gemessen [15]. In Abbildung 1 sind exemplarisch einige dieser Untersuchungen dargestellt.

Abbildung 1:

Exemplarische Darstellung des Methodeninventars; von oben links: Physical Working Capacity-Test, Blutdruckmessung, Haltefunktionstest Schultermuskulatur, Haltefunktionstest Bauchmuskulatur, Messung der maximalen Handkraft, Haltefunktionstest Oberschenkelmuskulatur



¹ Fragebogen zum Gesundheitszustand (short form)

² Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen

³ Wahrgenommene Körperliche Verfassung

⁴ Nordic Musculoskeletal Questionnaire

Um das Bewegungsverhalten zu quantifizieren, kamen Aktivitätsprotokolle, ein handelsübliche Aktivitätssensor (AiperMotion 320) und das CUELA-Activity-System (Abbildung 2, CUELA: Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) zum Einsatz. Dieses Messsystem nimmt über mehrere am Körper angebrachte Bewegungssensoren eine exakte Analyse des Aktivitätsverhaltens vor [16].

Abbildung 2:

Eingesetzte Verfahren der Bewegungserfassung: Selbst protokolliertes Aktivitätsverhalten (links oben), Ein-Sensor-Bewegungserfassung mit dem AiperMotion 320 (links unten) und Multi-Sensor-Bewegungserfassung mit dem CUELA-Activity-System (rechts)



2.2 Interventionsstudie

An der Interventionsstudie nahmen 25 Personen (acht Frauen, 17 Männer) mit Vollzeitstelle an einem Bildschirmarbeitsplatz teil. Während der Interventionsgruppe ($n = 13$; $40,7 \pm 10,2$ Jahre) verschiedene Maßnahmen zur Aktivitätsförderung angeboten wurden, sollte die Kontrollgruppe ($n = 12$, $42,1 \pm 13,2$ Jahre) ihr normales Aktivitätsverhalten beibehalten. Um das Bewegungsverhalten in der Interventionsgruppe gezielt zu steigern, kamen Instrumente der Verhältnis- und Verhaltensprävention zum Einsatz. Zu den verhältnispräventiven Maßnahmen gehörten höhenverstellbare Schreibtische, Stehpulte zum Telefonieren und Stehtische in den Pausenbereichen. Die verhaltenspräventiven Maßnahmen umfassten u. a. Aktivitätssensoren als Bewegungs-Feedback, persönliche Motivation zur Teilnahme am Betriebssport und zum Spaziergang in der Mittagspause sowie ein Punkteamreizsystem für die Teilnahme am Sport und das Radfahren zur Arbeit.

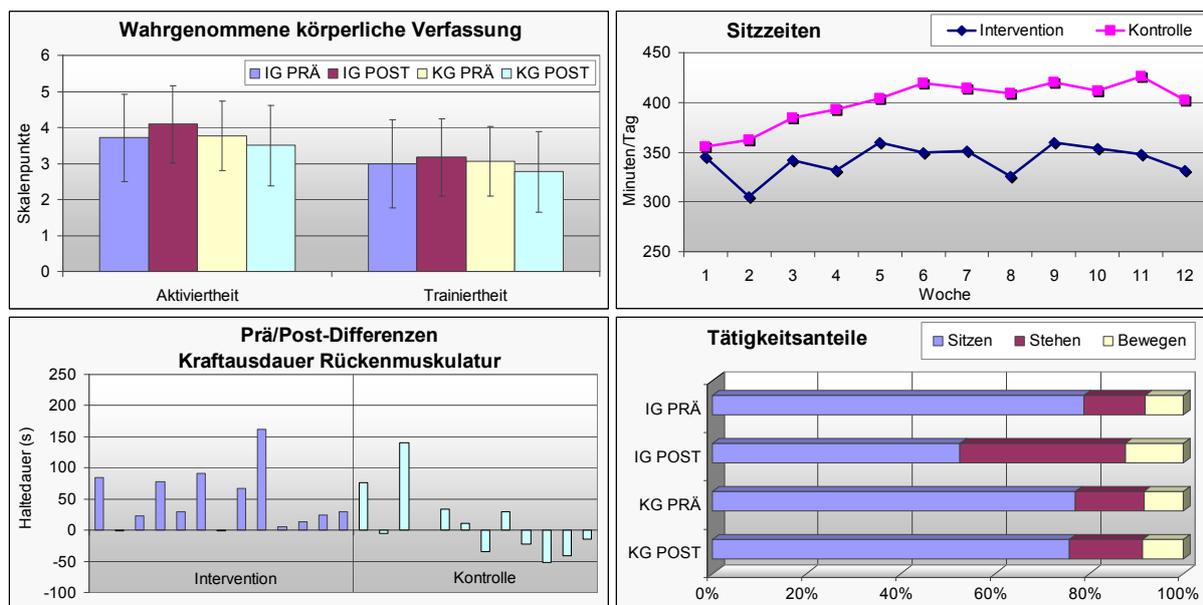
Die Dauer der Intervention betrug zwölf Wochen. Während dieser Zeit wurde das Bewegungsverhalten der Probanden am Arbeitsplatz täglich mit selbst auszufüllenden Aktivitätsprotokollen sowie mit dem AiperMotion 320 erfasst. Das CUELA-System dokumentierte das Aktivitätsverhalten an jeweils einem repräsentativen Arbeitstag vor und am Ende der Intervention. Die Fragebögen, die medizinischen Untersuchungen sowie die Kraft- und Ausdauer-tests wurden vor und nach der Intervention zur Verlaufsdokumentation angewendet.

3 Ergebnisse

Die eingesetzten Methoden ermittelten eine ganze Reihe von signifikanten positiven Interventionseffekten (Abbildung 3): Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) belegte eine Verbesserung aller untersuchten Befindlichkeitsdimensionen in der Interventionsgruppe. Die Probanden wiesen eine bessere Stimmung auf und fühlten sich wacher und ruhiger. Zudem verweisen die Anstiege in den Testskalen „Aktiviertheit“ und „Trainiert-

heit“ der WKV auf ein verbessertes subjektives Körpergefühl in der Interventionsgruppe (vgl. Abbildung 3 links oben). Die allgemeine Untersuchung ergab eine Verbesserung von Körpergewicht, Body-Mass-Index (BMI) und Ruhepuls. Anhand der Funktionsdiagnostik wurden Beweglichkeitszuwächse einzelner Gelenke und Bewegungsrichtungen (z. B. für die Knie-Extension) gefunden. Die Krafttests diagnostizierten eine gesteigerte Maximalkraft der Rückenmuskulatur sowie eine verbesserte Kraftausdauer der Rücken-, Bauch- und Schultermuskulatur. In Abbildung 3 sind links unten exemplarisch die Prä/Post-Differenzen für die Kraftausdauer der Rückenmuskulatur dargestellt. Die Aktivitätsprotokolle und die einfache Bewegungserfassung mittels Aktivitätssensor ergaben, dass die Interventionsgruppe über den gesamten Zeitraum aktiver war als die Kontrollgruppe. Abbildung 3 (rechts oben) demonstriert die selbst protokollierten Sitzzeiten, die für die Interventionsgruppe deutlich niedriger ausfallen. Auch die genaue messtechnische Aktivitätsanalyse verzeichnete Zunahmen der Steh- und Bewegungszeiten sowie eine Abnahme der Zeit, die im Sitzen verbracht wurde (vgl. Abbildung 3 rechts unten). Darüber hinaus ermittelte das CUELA-System eine gesteigerte Bewegungsintensität der oberen und unteren Extremitäten sowie des Rumpfes.

Abbildung 3:
Auswahl an positiven signifikanten Untersuchungsergebnissen;
IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe



Positive, jedoch nicht signifikante Ergebnisse zeigten sich für die Ausdauerleistung. Der SF-12 zeigte in keiner Testskala eine statistisch bedeutsame Veränderung der Probandenwerte in der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe. Die Verlaufsdokumentation der Muskel-Skelett-Beschwerden anhand des NMQ lieferte inhomogene und teilweise widersprüchliche Ergebnisse.

4 Diskussion

Die beschriebenen Gruppen- und Prä-/Post-Unterschiede bestätigen einerseits, dass die Intervention wirksam war, und andererseits, dass sich viele der eingesetzten Methoden eignen, um Interventionseffekte zu quantifizieren. Bei den Methoden, die keine signifikanten Effekte verzeichneten, bleibt offen, ob dies auf die mangelnde Sensitivität der Methode oder auf die Unwirksamkeit der Interventionsmaßnahmen zurückzuführen ist.

Für einige Wirkungsbereiche kann von einem Deckeneffekt ausgegangen werden. So fanden sich z. B. kaum signifikante Auswirkungen auf die Beweglichkeit. Die Bewegungsumfänge lagen hier aber bereits vor der Intervention größtenteils im Normbereich, sodass signifikante Zuwächse nur dann zu verzeichnen waren, wenn die Ausgangswerte unterhalb der Norm lagen. Gleiches gilt für die Funktionsuntersuchungen. Die Muskel-Skelett-Untersuchung kann somit nur als teilweise geeignet zur Effektanalyse bei einem gesunden Kollektiv angesehen werden. Auch für den Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-12) fanden sich Hinweise darauf, dass er aufgrund seiner Ausrichtung auf eine Erkennung von Defiziten und möglicher Deckeneffekte eher nicht zur Verlaufsdokumentation an Büro- und Bildschirmarbeitsplätzen geeignet scheint. Die uneinheitlichen Ergebnisse des NMQ lassen ebenfalls Zweifel an der Eignung dieses Instrumentes zur Verlaufsdokumentation bei kleinen Kollektiven aufkommen.

Die übrigen Verfahren erwiesen sich als zweckmäßig, um die Wirksamkeit von Interventionsmaßnahmen zu untersuchen. Zur Erfassung des Aktivitätsverhaltens hat sich der kombinierte Einsatz von interventionsbegleitenden einfachen Methoden und einem selektiv eingesetzten komplexeren Verfahren, das differenziertere Analysen ermöglicht, als vielversprechend herausgestellt. Insgesamt erscheint eine gezielt gekürzte Version des entwickelten Methodeninventars sinnvoll für zukünftige Effektivitätsanalysen von Maßnahmen der Bewegungsförderung.

Ein positives Votum der Ethikkommission der Ruhr-Universität Bochum liegt vor.

Literatur

- [1] Sitzlust statt Sitzfrust – Sitzen bei der Arbeit und anderswo. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2004.
www.baua.de/cln_137/de/Publikationen/Broschueren/A31.html?nn=667384
- [2] *Ainsworth, B. E.; Montoye, H. J.; Leon, A. S.*: Methods of assessing physical activity during leisure and work. In: *Bouchard, C.; Shepard, R. J.; Stephens, T.* (Hrsg.): Physical activity, fitness and health. S. 146-159. Human Kinetics, Champaign, Illinois, USA, 1994
- [3] *Rütten, A.; Abu-Omar, K.; Lampert, T.; Ziese, T.*: Körperliche Aktivität. Gesundheitsberichterstattung des Bundes (Heft 26). Hrsg.: Robert Koch-Institut, Berlin 2005
- [4] *van Mark, A.; Weiler, S. W.; Groneberg, D. A.; Kessel, R.*: Auswirkungen körperlicher Inaktivität an Bildschirmarbeitsplätzen und Präventionsmöglichkeiten. *Arbeitsmed. Umweltmed. Sozialmed.* 44 (2009), S. 264-269
- [5] Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Hrsg.: U. S. Department of Health and Human Services (USDHHS), Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Atlanta, Georgia, USA, 1996
- [6] Gesund und erfolgreich arbeiten im Büro. Hrsg.: Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA).
www.gda-portal.de/gdaportal/de/Arbeitsprogramme/Bueroarbeit.html__nnn=true
- [7] Steps to health. A European framework to promote physical activity for health. Hrsg.: WHO Regional Office for Europe, Kopenhagen 2007
- [8] *Schöppe, S.; Bauman, A.; Bull, F.*: International Review of National Physical Activity Policy – A literature review. Hrsg.: NSW Centre for Physical Activity and Health, Sydney, Australia, 2004

- [9] *Bauman, A.; Phongsavan, P.; Schöppe, S.; Owen, N.:* Physical activity measurement – a primer of health promotion. *Promot. Educ.* 13 (2006), S. 92-103
- [10] *Dishman, R. K.; Oldenburg, B.; O'Neal, H.; Shepard, R. J.:* Workplace physical activity interventions. *Am. J. Prev. Med.* 15 (1998), S. 344-361
- [11] *Proper, K. I.; Koning, M.; van der Beek, A. J.; Hildebrandt, V. H.; Bosscher, R. J.; van Mechelen, W.:* The effectiveness of worksite physical activity programs on physical activity, physical fitness and health. *Clin. J. Sport Med.* 13 (2003), S. 106-117
- [12] *Dugdill, L.; Brettle, A.; Hulme, C.; McCluskey, S.; Long, A. F.:* Workplace physical activity interventions: a systematic review. *Int. J. Workplace Health Manage.* 1 (2008), S. 20-40
- [13] *Spallek, M.; Kuhn, W.; Schwarze, S.; Hartmann, B.:* Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Belastungen des Muskel-Skelett-Systems – Teil 2: Funktionsorientierte Untersuchungssystematik (fokus[®]) des Bewegungsapparates in der Arbeitsmedizin. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 40 (2005), S. 244-250
- [14] *Stemper, T.:* Gesundheit – Fitness – Freizeitsport. Bund-Verlag, Köln 1988
- [15] *Oesch, P.; Hilfiker, R.; Keller, S.; Kool, J.; Schädler, S.; Tal-Akabi, A.; Verra, M.; Widmer-Leu C.:* Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation. Huber, Bern 2007
- [16] *Weber, B.:* Entwicklung und Evaluation eines Bewegungsmesssystems zur Analyse der physischen Aktivität. IFA-Report 2/2011. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2011

INFO-MAP Bürostühle – „Von der Forschung in die Praxis“

Helmut Berger¹, Kathrin Kraft², Rolf Ellegast³, Peter Vink⁴

¹ Verwaltungs-Berufsgenossenschaft

² Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse

³ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

⁴ TNO Kwaliteit van Leven

1 Ergonomische Untersuchung besonderer Büroarbeitsstühle

Beim 3. Fachgespräch Ergonomie am 29. und 30. Oktober 2007 in Dresden wurde ausführlich über den BGI-A-Report 5/2008 „Ergonomische Untersuchung besonderer Büroarbeitsstühle“ berichtet [1] – zur Einleitung ein kurzer Rückblick auf die Untersuchung.

Aufgrund der steigenden Anzahl von Büroarbeitsplätzen und deren Ausstattung mit Bildschirmgeräten stieg auch die Arbeitszeit, die auf Büroarbeitsstühlen verbracht wird, in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich an. Heute arbeiten in Deutschland ca. 17 bis 18 Mio. Menschen im Büro. Und diese verbringen 80 % ihrer Tätigkeiten im Sitzen, überwiegend statisch. Im Laufe eines Berufslebens kommen so rund 60 000 Sitzstunden für den „Büroarbeiter“ zusammen.

Grundsätzlich werden Büroarbeitsplätze im Vergleich der Tätigkeiten als physisch belastungsarme Arbeitsplätze eingestuft. Häufiges und dauerhaftes Arbeiten in statischen Sitzhaltungen kann jedoch zu Verspannungen der Muskulatur führen und auch Wirbelsäulenbeschwerden hervorrufen. Dabei können sowohl Überlastungen der Muskulatur insbesondere im Schulter-Nacken-Bereich als auch funktionelle Unterbeanspruchungen bestimmter Muskelpartien, wie beispielsweise der Rücken- und Bauchmuskulatur, auftreten. Zudem ist es möglich, dass die statische Anspannung der Muskulatur durch die an den Arbeitsplätzen vorhandene geistige Anspannung noch reflektorisch verstärkt wird.

Zwanghafte Sitzhaltungen wurden als Auslöser für gesundheitliche Funktionsstörungen identifiziert. Menschen, die über einen längeren Zeitraum einer rein statischen Sitzhaltung ausgesetzt sind, leiden nach kurzer Zeit an chronischen Schmerzen und empfundenem Diskomfort. Bei der Entwicklung von Büroarbeitsstühlen wurde daher in den vergangenen Jahren das Konzept des dynamischen Sitzens gefordert und gefördert. Verschiedene Stuhlhersteller haben durch konstruktive Elemente, wie z. B. eine dynamische Aufhängung der Sitzfläche oder eine aktive Eigenrotation der Sitzfläche, besondere Stuhleigenschaften geschaffen, die durch die Konstruktion ein überdurchschnittliches Ausmaß an Dynamik generieren sollen. Muskel-Skelett-Erkrankungen und -Beschwerden sollen damit an Büroarbeitsplätzen präventiv vermieden werden. Dies verspricht zumindest die Werbung.

Zu diesen besonderen dynamischen Stühlen kommen aus der Praxis natürlich Fragen der potenziellen Nutzer und der Betriebe, wie z. B.:

- Leisten die Stühle, was die Werbung verspricht?
- Erhalten, fördern und verbessern die besonderen Stühle die Gesundheit?
- Und schlussendlich: Sind sie ihr Geld wert?

Vor diesem Hintergrund initiierte die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) und dem niederländischen Institut TNO Kwaliteit van Leven eine ergonomische Untersuchung zur Evaluierung von vier besonderen dynamischen Büroarbeitsstühlen im Vergleich zu einem

konventionellen Büroarbeitsstuhl (Abbildung 1). Dabei sollten physische und muskuläre Aktivitäten bei Nutzung der besonderen Stühle im Vergleich zu dem konventionellen Stuhl quantifiziert werden. Evaluiert wurden auch das subjektive Empfinden der Nutzer und deren Akzeptanz für diese besonderen Stühle.

Abbildung 1:
Untersuchte Bürostühle mit ihren besonderen Eigenschaften und Anschaffungskosten

Stuhl A	Stuhl B	Stuhl C	Stuhl D	Stuhl E
				
Motor unter der Sitzfläche; Rotation um 0,8° nach links und rechts; 5x pro Minute	Federsystem; Schwingung der Sitzfläche in der Horizontalen	Pendelgelenk; Neigung der Sitzfläche nach vorn und hinten sowie seitlich möglich	Referenzstuhl; „keine zusätzlichen“ dynamischen Eigenschaften	Sitzgelenk; extreme Sitzneigungsverstellung nach vorn möglich; Sitzen wie auf einem Sitzball
ca. 1 000 €	ca. 850 €	ca. 720 €	ca. 460 €	ca. 640 €

In Laborumgebung wurde zunächst ein praxisnaher Büroarbeitsplatz aufgebaut. Hier wurden bei standardisierten Bürotätigkeiten an zehn Probanden das Sitz- und Bewegungsverhalten sowie die muskulären Aktivitäten bei Nutzung der verschiedenen Stühle messtechnisch erhoben. Auf dieser Grundlage folgte zusammen mit standardisierten Interviews zur emotionalen und individuellen Bewertung eine Analyse der Stühle. In einer Feldstudie schlossen sich die zusätzlichen Messungen und Befragungen unter Praxisbedingungen bei 40 Probanden in vier Unternehmen an.

Während der Untersuchung wurde ein Messsystem auf der Basis des CUELA-Systems entwickelt und eingesetzt, das eine ergonomische Analyse von Belastungs-/Beanspruchungsparametern synchron zu Bürostuhl-Einstellungsparametern sowohl in Labor- als auch Praxisumgebungen ermöglicht.

Ziel der Untersuchung war die Beantwortung der Fragen aus der Praxis auf wissenschaftlicher Basis. Dies führte zu folgenden Fragestellungen: Führen die besonderen Stühle gegenüber dem Standard-Büroarbeitsstuhl zu einem signifikant unterschiedlichen Ausmaß an physischer und muskulärer Aktivität? Welchen Einfluss haben dabei die unterschiedlichen Tätigkeiten? Wie schätzen Beschäftigte den Komfort und die Auswirkungen der besonderen Stühle auf die eigene Gesundheit und Arbeitsleistung ein? Empfinden Beschäftigte die besonderen Stühle gegenüber dem Standard-Büroarbeitsstuhl als gesundheitlich zuträglich und schließlich – sind die höheren Anschaffungskosten eines besonderen dynamischen Stuhls gerechtfertigt?

Zu den Ergebnissen im Detail wird auf den BGIA-Report 5/2008 [1] verwiesen. Aufgrund der insgesamt guten Bewertung aller Stuhlmodelle ist zusammenfassend festzustellen, dass sowohl der Referenzstuhl, also der Standard-Büroarbeitsstuhl, als auch die besonderen Stühle dynamisches Sitzen auf hohem Niveau ermöglichen. Jedoch unterscheidet sich das Ausmaß der Dynamik nicht signifikant in Abhängigkeit vom Stuhlmodell, sondern hängt in hohem Maße von der ausgeübten Tätigkeit ab. Dies hat demnach einen größeren positiven Einfluss auf die individuelle Sitzdynamik des Menschen als die Beschaffenheit des Büroarbeitsstuhls. Gezeigt hat die Untersuchung auch deutlich, dass neben der Analyse von kinematischen und muskulären Messwerten ebenfalls die subjektive Beurteilung der Probanden eine wichtige Rolle spielt. So ergibt das Ergebnis der statistischen Auswertung der Fragebögen ein differenziertes Bild mit einem klaren Ranking der Stuhlmodelle, auch wenn nur sehr geringe signifikante Unterschiede in den biomechanischen Messparametern zwischen den besonderen dynamischen Stühlen und dem Standard-Büroarbeitsstuhl gemessen werden konnten.

Die Frage, ob die höheren Anschaffungskosten der besonderen Stühle gegenüber dem Standard-Büroarbeitsstuhl gerechtfertigt sind, ist schwierig zu beantworten. Da die von der Werbung in Aussicht gestellte „Mehrdynamik“ im Vergleich zum Referenzstuhl nicht festgestellt werden konnte, könnten die erhöhten Preise als „nicht gerechtfertigt“ bewertet werden. Andererseits zeigen die Befragungsergebnisse, dass besondere Stuhlkomponenten von den Probanden als sehr positiv bewertet und damit auch geschätzt und häufiger genutzt wurden. Was dem einen Probanden gefällt, lehnt ein anderer deutlich ab. Vor diesem Hintergrund spielt das individuelle Empfinden des Stuhlnutzers eine sehr wichtige Rolle.

Sehr deutlich ist in der Untersuchung allerdings die Notwendigkeit zum Ausdruck gekommen, bei der ergonomischen Gestaltung von Büroarbeitsplätzen ganzheitlich im Sinne des Arbeitssystems Büro vorzugehen und bewegungsfördernde Maßnahmen, wie beispielsweise die Implementierung von Sitz-Steh-Konzepten im Büro, einzuführen (Abbildung 2).

Abbildung 2:
Der Mensch im Arbeitssystem Büro



Darüber hinaus sollten selbstverständlich arbeitsorganisatorische Aspekte, die einer Zunahme der physischen Aktivität am Arbeitsplatz zuträglich sind, zwingend einbezogen werden, um dem Bewegungsmangel am Arbeitsplatz „aktiv“ entgegenzuwirken.

2 INFO-MAP

Vor diesem Hintergrund und der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2005/2006 (BIBB, Bundesinstitut für Berufsbildung; BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin über Arbeitsbedingungen und Gesundheit verschiedener Berufsbereiche, so auch der Büro- und Verwaltungsberufe, war die Erstellung einer Handlungsanleitung zur Beschaffung von Büroarbeitsstühlen insbesondere für Klein- und Mittelunternehmen erforderlich.

„Büroarbeiter“ (≥ 17 Mio.) sind danach aufgrund ihrer Arbeitssituation zu 92 % (15,64 Mio.) von der Arbeitsbedingung „Sitzen“ betroffen. Davon wiederum fühlen sich 22 % (3,4 Mio.) belastet. Nach ihren Angaben haben „Büroarbeiter“ gesundheitliche Beschwerden während bzw. nach der Arbeit, z. B. im Schulter-Nacken-Bereich zu 48 % (8,16 Mio.). Davon wiederum sind 62 % (5,06 Mio.) in einer Behandlung durch Arzt oder Therapeut. Hinzu kommen weitere gesundheitliche Beschwerden – u. a. Schmerzen im unteren Rücken und damit verbundene Behandlungen in ähnlichen Größenordnungen [2; 3].

Die Untersuchung und die Ergebnisse der Erwerbstätigenbefragung zeigen eindeutig, dass neben einer bewegungsfördernden Arbeitsorganisation der Wahl des passenden Büroarbeitsstuhles eine herausragende Bedeutung zukommt. Bei der Auswahl des Bürostuhles ist zu beachten, dass er nicht nur sicher und ergonomisch vorteilhaft gestaltet ist, sondern auch vom „Besitzer“ richtig genutzt werden kann. Nur wenn der Stuhl die natürlichen Körperhaltungen in allen Sitzpositionen unterstützt, individuell anpassbar ist und Bewegungen fördert, ist produktives, konzentriertes und insbesondere gesunderhaltenes Arbeiten möglich [4].

Mit der INFO-MAP „Die Qual der Wahl – wie beschaffe ich den passenden Stuhl?“ (Abbildung 3 links) will die VBG eine kompakte Hilfestellung für Unternehmen zur Auswahl des passenden Stuhls, insbesondere für Einkäufer und Organisatoren, aber auch für Betriebs- und Personalräte, bieten [5].

Abbildung 3:
INFO-MAP (links) und VBG-Fachinfoblatt (rechts)

Die Qual der Wahl – wie beschaffe ich den passenden Stuhl?

Hilfen und Kriterien für die Auswahl von Bürostühlen

Die Qualität von Büroarbeitsstühlen ist mitentscheidend, ob Ihre Beschäftigten produktiv arbeiten, ob sie sich ohne Verspannungen oder andere gesundheitliche Beschwerden auf die Arbeit konzentrieren können.



Hier finden Sie als Einkäufer Kriterien, Tipps und Hilfen für die Auswahl von Büroarbeitsstühlen.

- Wirtschaftlichkeit
- Individuelle Eigenschaften des Nutzers
- Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit
- Ergonomische Gestaltung
- Prüfzeichen, Gütesiegel & Co.
- Stuhl- und Sitzkonzepte – welche gibt es?
- Tipps und Tricks beim Stuhleinkauf

Fachinfoblatt zur Einstellung des Bürostuhles

Mit welchem Hebel soll ich anfangen?

Empfehlungen für ergonomisches Sitzen und einige Tipps, wie Sie Ihren Stuhl richtig einstellen

Referenz-Sitzhaltung

Setzen Sie sich aufrecht auf Ihren Bürostuhl und nutzen Sie die gesamte Sitzfläche, so dass Sie Kontakt zur Rückenlehne haben. Diese Sitzhaltung soll leidetadell bei der täglichen Arbeit stark eingehalten werden. Sie dient nur zur Findung der individuell an Ihren Körper angepassten Grundeinstellung des Stuhles.



Tipps

Lesen Sie sich in die Benutzung des Büroarbeitsstuhles einweisen, damit Sie Fehleinstellungen vermeiden und die vorhandenen Funktionen sinnvoll nutzen.

Die folgenden Einstellungen werden immer aus dieser Grundposition heraus vorgenommen:

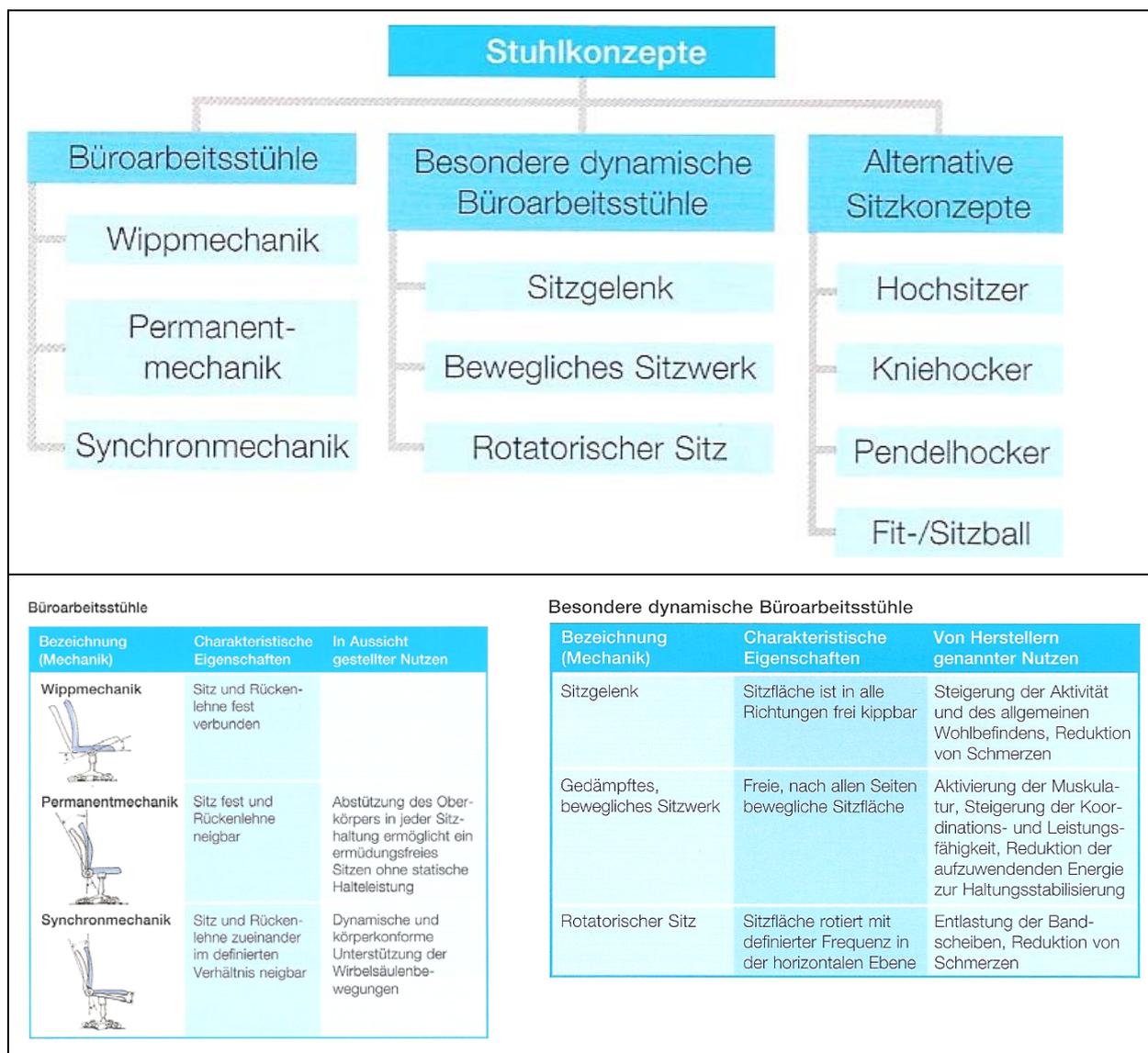
Einstellung testen	Einstellungsmöglichkeiten
1. Sitzhöhe <ul style="list-style-type: none"> Referenz-Sitzhaltung FüÙe sehen vöÙtlich auf dem Boden KöÙe- und Beckenwinkel ca. 90° oder etwas größer 	■
2. Sitztiefe <ul style="list-style-type: none"> Referenz-Sitzhaltung Abstand zwischen Sitzfläche und Kniekehlen ca. 4 Finger breit Sitztiefe einstellen (optional) 	■
3. Rückenlehne (optional) <ul style="list-style-type: none"> Referenz-Sitzhaltung Sitzwinkel größer als 90° 	□
4. Armlehnen <ul style="list-style-type: none"> Referenz-Sitzhaltung Unterarme legen locker auf den Armlehnen Winkel zwischen Ober- und Unterarm ca. 90° oder etwas größer Schultern in dieser Position weder hängen noch hoch gedrückt 	■
5. Lehnenhöhe <ul style="list-style-type: none"> Referenz-Sitzhaltung Oberkante der Rückenlehne recht bis zu den Schulterblättern Lehnenhöhe anpassen (optional) 	■

VBG
Ihre gesetzliche Unfallversicherung
www.vbg.de

Die INFO-MAP verrät im Zusammenhang mit dem VBG-Fachinfoblatt „Mit welchem Hebel soll ich anfangen?“ (Abbildung 3 rechts) Tipps und Tricks für Kauf und Nutzung von Büroarbeitsstühlen.

Sie stellt dabei die sicherheitstechnischen und ergonomischen Forderungen an Büroarbeitsstühle zusammen (Abbildung 4), verdeutlicht den Zusammenhang zwischen den ergonomischen Fakten, den subjektiven Aspekten von gesundem und bequemem Sitzen sowie den Aspekten von Produktivität und Wirtschaftlichkeit, unterstützt ein systematisches Vorgehen bei der Produktauswahl im Fachhandel und regt zur Beteiligung der Mitarbeiter an.

Abbildung 4:
Stuhl- und Sitzkonzepte – welche gibt es?



Vor der Bürostuhlbeschaffung sollte deshalb geklärt werden, was für Unternehmen und Beschäftigte wichtig ist, z. B. Qualität, Sicherheit, Ergonomie und Preis bzw. das Stuhlkonzepete. Grundvoraussetzung sollte in jedem Fall sein, dass der Stuhl über ein GS-Zeichen verfügt. Wichtige Kriterien für die Auswahl sind:

- die individuelle Anpassbarkeit
- dass wechselnde Sitzhaltungen nicht nur ermöglicht – sondern auch gefördert werden

- dass der Körper in allen Sitzpositionen gut abgestützt wird und
- keine Durchblutungsstörungen der Beine auftreten.

Außerdem muss der Stuhl standsicher und stabil sein sowie ein günstiges Rollverhalten aufweisen.

Alle Kriterien lassen sich beim Probesitzen, am besten mit mehreren Personen in Folge, leicht und praxisgerecht testen. Bürostühle sind für Menschen mit Körperhöhen von ca. 1,50 bis ca. 1,90 m und einem Körpergewicht von ca. 45 bis ca. 110 kg gebaut sowie für eine tägliche Nutzungsdauer bis zu acht Stunden ausgelegt. Es gilt für alle Nutzer, geeignete Stühle auszuwählen. Beim Probesitzen können mit der „Checkliste für den Stuhleinkauf“ die verschiedenen Stuhlfunktionen und weitere Kriterien abgefragt werden. Gleichzeitig lassen sich die einzelnen Kriterien schnell und einfach in der INFO-MAP nachlesen. Die INFO-MAP bietet also eine Hilfestellung für den Fachhändlerbesuch und das Probesitzen.

Beim Probesitzen können Sie sich zunächst fragen, wie viele Hebel hat der Stuhl? Ist z. B. der Hebel für die Sitzhöhenverstellung schnell zu finden und welche Stuhlfunktionen benötigen wir tatsächlich?

Dann testen Sie die Höhenverstellung und Federung des Sitzes sowie die Sitz- und Rückenlehnengestaltung. Dazu setzen Sie sich aufrecht auf den Stuhl und nutzen die gesamte Sitzfläche, sodass Sie Kontakt zur Rückenlehne haben. Über die Sitzhöhenverstellung müssen unterschiedliche Benutzer die Füße vollflächig auf den Boden setzen können, Knie und Beckenwinkel sind dabei 90° oder größer. Die Federung des Sitzes fängt auch in der untersten Einstellung unterschiedliche Körpergewichte ab.

Die Sitztiefe können Sie so einstellen oder ist so ausgelegt, dass kleinere Benutzer ausreichenden Beckenhalt durch die Rückenlehne finden und größere Benutzer ausreichende Auflageflächen für die Oberschenkel haben. Die Rückenlehne unterstützt die natürliche Form der Wirbelsäule in allen Sitzhaltungen. Die Rückenlehnenoberkante reicht bis in den Bereich der Schulterblätter. Die Wölbung der Rückenlehne stützt die Wirbelsäule auch im mittleren und unteren Bereich ab. Polsterungen von Sitzfläche und Rückenlehne sind weder zu weich noch zu hart, d.h. Sie fühlen die Unterstützung von Sitz- und Rückenlehne – spüren aber keinen unangenehmen punktuellen Druck.

Armlehnen entlasten die Schulter- und Nackenmuskulatur und bieten Hilfestellung beim Aufstehen sowie Hinsetzen. Testen Sie, wenn die Unterarme locker auf den Armauflagen liegen, ob der Winkel zwischen Oberarm und Unterarm ca. 90° oder etwas größer ist und Ihre Schultern weder hängen noch hoch gedrückt werden. Wenn nicht, stellen Sie die Armlehnen entsprechend ein. Form und Gestaltung der Armlehnen unterstützen das Ausüben der Tätigkeit.

Stellen Sie fest, ob die Rückenlehne beim dynamischen Sitzen auch in der vorgeneigten Sitzhaltung eine feste Abstützung im unteren Bereich der Lendenwirbelsäule sicherstellt. Weiterhin, ob für die verschiedenen Sitzhaltungen eine dem Körpergewicht ausreichend anpassbare Abstützung der Wirbelsäule möglich ist, d. h. die Lehnerrückstellkraft individuell verändert werden kann.

3 Tipps und Tricks

Denken Sie daran, dass die Zeit, die Sie vor und während des Einkaufs investieren, später Kosten und Ärger erspart. Vor dem Fachhändlerbesuch also Klarheit über die Anforderungen (Stuhlkonzept) verschaffen und die Beschäftigten möglichst sofort beteiligen, beim Fachhändlerbesuch natürlich ausgiebig Probesitzen und alle Stuhlfunktionen testen. Fragen Sie

sich dabei, welche Funktionen tatsächlich benötigt werden und ob alle Hebel intuitiv erreichbar sowie gut zu bedienen sind.

Auch andere Arbeitsmittel, wie z. B. vorhandene oder zu beschaffende Tischsysteme, sollten mit in die Kaufentscheidung einbezogen werden, denn Stuhl und Tisch müssen zusammen passen. So hilft ein guter Bürostuhl dem Benutzer wenig oder gar nicht, wenn Stuhl und Tisch in den Verstellmöglichkeiten nicht aufeinander abgestimmt sind.

Über den Bürostuhl hinaus sollten Sie Service-Leistungen, wie Bereitstellen von Stühlen zum längeren Probesitzen, Garantie für die Nachlieferung, technische Unterstützung, Einweisen in die richtige Nutzung und die Kundenbetreuung, berücksichtigen.

Die VBG rät: Arbeitsplätze im Büro sind so zu planen, dass Bewegung grundsätzlich nicht zu kurz kommt – durch abwechslungsreiche Arbeitsorganisation, Sitz-Steh-Konzepte und natürlich durch die Auswahl des richtigen Büroarbeitsstuhls.

Literatur

- [1] *Ellegast, R.; Keller, K.; Hamburger, R.; Berger, H.; Krause, F.; Gronesteijn, L.; Blok, M.; Vink, P.:* Ergonomische Untersuchung besonderer Büroarbeitsstühle. BGIA-Report 5/2008. Hrsg.: BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Sankt Augustin 2008
- [2] Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2008 – Unfallverhütungsbericht Arbeit. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2009, www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Suga-2008.html
- [3] BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006: Arbeit und Beruf im Wandel, Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikationen. www.bibb.de/de/26738.htm
- [4] BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung. Hrsg.: VBG Ihre gesetzliche Unfallversicherung 2007
- [5] INFO-MAP: Die Qual der Wahl – wie beschaffe ich den passenden Stuhl? Hilfen und Kriterien für die Auswahl von Bürostühlen. Hrsg.: VBG Ihre gesetzliche Unfallversicherung, Hamburg 2010-2012. www.vbg.de/apl/vbg/im_qual_wahl/titel.htm

Erprobung eines Fahrersitzes für Linienbusse mit Speicherung der Sitzposition (Fahrersitzmemory) – Bericht aus einem laufenden Projekt

Jörg Weymann, Andreas Mahr
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft Stab ÖPVN/Bahnen

1 Ausgangslage

Fahrerinnen und Fahrer von Linienbussen im Stadtverkehr sind bei ihrer betrieblichen Tätigkeit einer Vielzahl von physischen und psychischen Belastungen ausgesetzt. Einer dieser Faktoren ist der durch die Fahrtätigkeit bedingte Zwang zu lang andauerndem Sitzen am Fahrerarbeitsplatz. Zusätzlich trägt eine nach ergonomischen Gesichtspunkten suboptimale Sitzposition zu einer Belastung von Wirbelsäule und Rückenmuskulatur bei. So ist es nicht überraschend, dass Fahrpersonal z. B. ein gegenüber dem Bevölkerungsdurchschnitt 1,6- bis 1,9-fach höheres Risiko für Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule hat [1]. Muskuloskelettale Erkrankungen sind auch eine häufige Ursache für vorzeitige Fahrdienstuntauglichkeit dieser Berufsgruppe.

Unfallversicherungsträger, Hersteller und Betreiber von Linienbussen haben in den letzten Jahrzehnten gemeinsam Anstrengungen für ergonomische Verbesserungen am Fahrerarbeitsplatz unternommen. Insbesondere der standardisierte, ergonomisch optimierte sogenannte VDV-Fahrerarbeitsplatz, mit dem inzwischen nahezu sämtliche in Deutschland im Stadtverkehr eingesetzten Linienbusse ausgestattet sind, hat einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen geleistet. Moderne Fahrzeuge sind auch mit nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen [2] optimierten Fahrersitzen ausgestattet. Diese Fahrersitze ermöglichen dem Fahrpersonal durch flexible Einstellmöglichkeiten und -bereiche grundsätzlich eine entspannte, ergonomisch richtige und gesundheitlich zuträgliche Sitzposition.

Dass diese von vielen Fahrerinnen und Fahrern in der alltäglichen Praxis jedoch nicht eingenommen wird, liegt also nicht an technischen Restriktionen, sondern an einer mangelnden Reproduzierbarkeit einer personenbezogenen Einstellung, aber auch an fehlender Kenntnis darüber, wie der Sitz eingestellt werden sollte, und an der mangelnden Akzeptanz einer ungewohnten Sitzposition. Das Potenzial hochwertiger Fahrersitze bleibt häufig ungenutzt.

2 Erste Erprobung eines Fahrersitzmemorys 1999/2000

Bereits in den Jahren 1999/2000 wurde auf Initiative der damaligen BG BAHNEN in Ergänzung des Projektes „Fahrerarbeitsplatz im Linienbus“ [3] eine Studie mit einem memorisierten Sitzprototyp des Herstellers Isringhausen durchgeführt. In Zusammenarbeit mit dem damaligen BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung und der Stadtwerke Bonn GmbH wurde der Nachweis erbracht, dass eine Speicherfunktion für die Sitzeinstellung den Fahrerinnen und Fahrern das richtige Einstellen des Fahrersitzes erleichtert und damit eine nach ergonomischen Gesichtspunkten optimale Sitzposition begünstigt (Abbildung 1). Die Sitzhaltung der Fahrerinnen und Fahrer wurde im Rahmen des Projekts mit dem Körperhaltungsmesssystem CUELA® (Abbildung 2) ermittelt und nach ergonomischen Kriterien bewertet. Ergebnis war, dass diese sich gegenüber einer freien Einstellung signifikant verbessert hatte und damit deutlich weniger gesundheitlich belastend war [4].

Abbildung 1:
Komfortwinkelbereiche für die Sitzhaltung am Fahrerarbeitsplatz im Linienbus

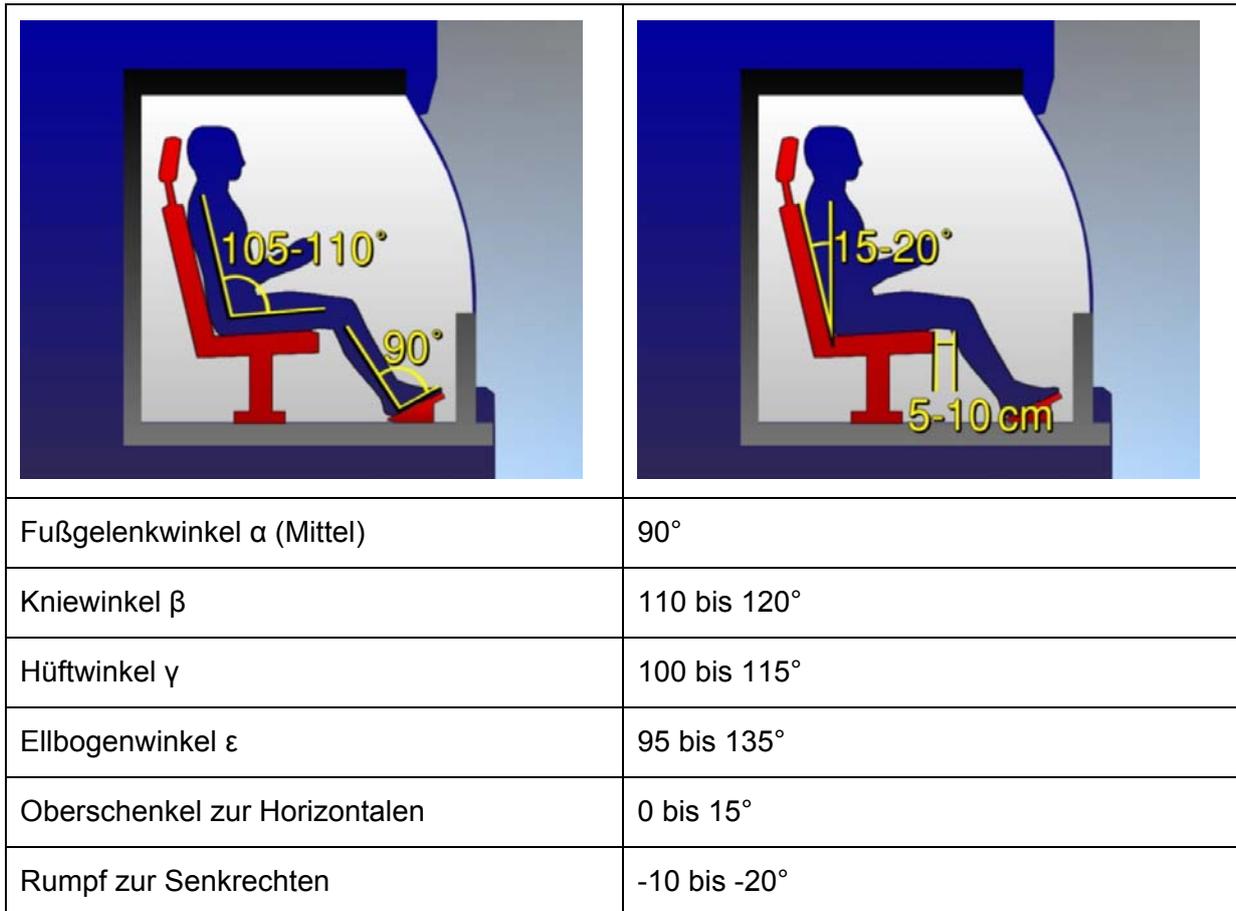


Abbildung 2:
Einsatz des CUELA®-Systems zur Körperhaltungsanalyse während der Fahrt



Technische Voraussetzung hierfür war ein elektromotorisch verstellbarer Fahrersitz, bei dem – im Gegensatz zu bereits auf dem Markt verfügbaren Fahrersitzen mit Speicherfunktion für Lkw und Pkw der gehobenen Preisklasse – die Daten auf einem externen Datenträger

gespeichert werden. Nur so ist der in der Praxis der Verkehrsunternehmen geforderte flexible Einsatz mit einer ständig wechselnden Zuordnung von Fahrzeugen und Fahrpersonal möglich.

Trotz der nachgewiesenen positiven Effekte der auf die Belange der Verkehrsunternehmen zugeschnittenen technischen Lösung haben sich die ÖPNV-Unternehmen (ÖPNV; Öffentlicher Personennahverkehr) damals wegen der höheren Kosten für den memorisierten Fahrersitz nicht entschließen können, Sitze mit Speicherfunktion zu beschaffen.

3 Neue Praxiserprobung 2010/2011

In einem Fachgespräch „Fahrerarbeitsplatz im Linienbus“ mit Fahrzeugherstellern, Betreibern und der BG BAHNEN wurde eine neue Sitzmemory-Untersuchung angeregt. Man hat sich darauf verständigt, auf der Basis der in der ersten Studie gewonnenen Erkenntnisse und unter Verwendung der aktuell verfügbaren Serientechnik eine weitere Praxiserprobung im ÖPNV-Bereich durchzuführen.

Mit dem Präventionsprojekt soll gezeigt werden, dass

- die Speicherfunktion die Einstellung einer ergonomisch optimalen Sitzhaltung für das Fahrpersonal erleichtert,
- ein Sitzmemory bei Nutzung der heutigen, in Verkehrsunternehmen verbreiteten Technologie (Fahreridentifikationskarte, CAN-Bus-Schnittstelle) funktionsfähig ist,
- ein Sitzmemory in größeren Kollektiven von Fahrern und Linienbussen in der Praxis einsetzbar ist,
- der memorisierte Fahrersitz mit geringem Aufwand sukzessive in Verkehrsunternehmen eingeführt werden kann,
- außer etwas höheren Anschaffungskosten für die Memorisierung des Fahrersitzes keine weiteren Zusatzkosten entstehen,
- der memorisierte Fahrersitz anwenderfreundlich und leichter zu handhaben ist, damit ein geringerer Verschleiß und ein geringerer Instandhaltungsaufwand erwartet wird,
- die Akzeptanz der aus arbeitsmedizinischer Sicht geforderten ergonomischen Sitzposition erhöht wird.

Das Projekt unterstützt insbesondere auch den Ansatz zur Prävention muskuloskelettaler Erkrankungen im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA).

4 Projektstruktur – Interdisziplinärer Ansatz

An der Projektgemeinschaft sind beteiligt:

- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)
- Isringhausen GmbH (ISRI)
- Atron GmbH
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
- Verwaltungs-Berufsgenossenschaft – Branche ÖPNV/Bahnen (VBG)

Als technische Voraussetzung wird eine Vernetzung eines elektromotorisch verstellbaren Fahrersitzes und der elektronischen Fahrscheindruckers in drei Versuchsfahrzeugen technisch so hergestellt, dass ein Datenaustausch über den sog. CAN-Open Datenbus statt-

findet. Auf der den Fahrerinnen und Fahrern individuell zugeteilten Fahreridentifikationskarte wird zusätzlich eine Datei mit den Einstelldaten für die Sitzpositionen hinterlegt. Fest programmiert ist dabei in erster Priorität diejenige Position, die unter fachkundiger Anleitung einmal eingestellt worden ist. Beim „Anmelden“ des Fahrers am Fahrscheindrucker findet gleichzeitig eine Datenübertragung zum Fahrersitz statt, der danach in den für die Sitzposition maßgeblichen vier memorisierten Verstellfunktionen (Längs- und Höheneinstellung, Sitzflächenneigung und Sitzlehnenneigung) in die gespeicherte Position fährt.

Zusätzlich wird es dem Fahrer möglich sein, eine eigene selbst gewählte Sitzposition auf der Fahreridentifikationskarte zu speichern, ohne die ursprüngliche Sitzeinstellung zu überschreiben. Die Erprobungsphase wird somit einen Vergleich zwischen der ursprünglichen und der ggf. selbst gewählten Sitzposition ermöglichen. Des Weiteren ist in der Erprobungsphase die manuelle Einstellung des Sitzes unabhängig von der programmierten Einstellung noch uneingeschränkt möglich, um das Einstellverhalten der Probanden repräsentativ erfassen und auswerten zu können.

Zu Beginn der Erprobung erarbeitet das IFA gemeinsam mit dem Arbeitsmedizinischen Dienst der BVG ein Verfahren zur Einstellung des Fahrersitzes. Nach diesem Verfahren soll zügig und unter fachkundiger Anleitung die optimale Sitzposition für die Fahrerinnen und Fahrer ermittelt werden, die dann auf der Fahreridentifikationskarte gespeichert wird. Vorab wird die „ideale“ Sitzposition anhand konkreter Geometriedaten von Proband und Fahrzeug mittels eines dreidimensionalen Menschmodells ermittelt. In der Einstellphase erfolgt teilweise eine Analyse mithilfe des CUELA[®]-Systems.

Anschließend fahren die Probanden auf den zugewiesenen Testfahrzeugen. Die Disposition der Probanden berücksichtigt, dass diese möglichst häufig auf den umgerüsteten Fahrzeugen eingesetzt werden. Da dies im regulären Fahrbetrieb eines Omnibusbetriebshofes nicht zu gewährleisten ist, wird bei dem Probandenkollektiv auf Fahrschüler (mit unterschiedlicher Körpergröße und -statur) der Verkehrsakademie der BVG zurückgegriffen.

Hieran schließt sich eine mehrwöchige Testphase mit erfahrenem Fahrpersonal im regulären Linieneinsatz an. In beiden Phasen erfolgen im engen zeitlichen Raster eine Analyse des Sitzeinstellverhaltens und Akzeptanzbefragungen.

5 Hauptziel der Studie: Hohe Akzeptanz

Da der grundsätzliche Nachweis einer technischen Realisierbarkeit bereits erbracht wurde und auch die positiven Effekte einer Speicherung der Sitzposition nicht infrage gestellt werden, liegt ein wichtiger Schwerpunkt des neuen Projektes auf einer Steigerung der Akzeptanz einer ergonomisch richtigen Sitzposition. Fragestellungen lauten z. B.: „Wie können Fahrerinnen und Fahrer motiviert werden, gewohnte suboptimale Sitzpositionen zu verlassen? Wie daran, die programmierte Position allenfalls in geringem Umfang manuell zu verstellen, sodass die Komfortbereiche der Winkeleinstellungen nicht verlassen werden?“

Hierzu wird eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe eingerichtet, der auch Psychologen und Kommunikationsfachleute angehören. Diese erarbeitet Vorschläge für begleitende Unterweisungskonzepte, für den Einsatz neuer interaktiver Medien oder Ähnlichem.

Ergebnis des Projektes soll zum einen eine technische Spezifikation sein, die eine herstellerübergreifende Anwendung memorisierter Sitz in den Verkehrsunternehmen erlaubt. Zum anderen sollen Handlungshilfen und Schulungsmaterialien die Verkehrsunternehmen in die Lage versetzen, durch umfassende Information und Motivation das Fahrpersonal von den Vorteilen einer korrekten Sitzeinstellung zu überzeugen, und generell das Bewusstsein für gesundheitsbewusstes Verhalten im Fahrdienst zu schaffen.

Literatur

- [1] *Michaelis, M.*: Gesundheitsschutz und Gesundheitsförderung von Berufskraftfahrer. Projekt F2038 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2008
- [2] *Diebschlag, W.; Kurz, B.; Droste, R.*: Arbeitsphysiologische Formgebung und Gestaltung von Fahrersitzen in Güterkraftfahrzeugen und Bussen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz (BAuA), Fb 594. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 1990
- [3] *Marx, M.*: Optimierung des Fahrerarbeitsplatzes im Niederflur-Linienbus. Dissertation Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen 1997
- [4] *Ellegast, R. P.*: Ergonomische Bewertung eines Fahrersitzmemorys am Busfahrer-arbeitsplatz. In: Aus der Arbeit des BIA Nr. 0119. Ausg. 11/2003. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA, Sankt Augustin 2003

Wie sieht eine gute ergonomische Arbeitsgestaltung aus? – Ausgewählte Arbeitnehmergruppen im Fokus

Hanna Zieschang¹, Detlef Trippler², Monika Lüdke²

¹ Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

² Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Im Arbeitsschutzgesetz ist verankert, dass ein Arbeitgeber „Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen bei der Arbeit und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren einschließlich Maßnahmen der menschengerechten Gestaltung der Arbeit“ zu ergreifen hat. Dies bedeutet also insbesondere, dass er für eine ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes sorgen soll. Im Fortgang des Gesetzes wird ausgeführt, dass der Arbeitgeber dabei von mehreren dort aufgelisteten allgemeinen Grundsätzen auszugehen hat. Unter anderem hat er „spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigte ... zu berücksichtigen“. Um diese gesetzliche Anforderung konkreter werden zu lassen, erarbeiten die Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) und das Institut für Arbeit und Gesundheit (IAG) derzeit eine Broschüre als Handlungshilfe mit dem Titel: „Wie sieht eine gute ergonomische Arbeitsgestaltung aus? Ausgewählte Arbeitnehmergruppen im Fokus“.

1 Ausgewählte Arbeitnehmergruppen

Welche Arbeitnehmergruppen sind aufgrund der Eigenschaften, die sie als Personen mitbringen, im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes möglicherweise besonders schutzbedürftig? Hierzu zählen im Allgemeinen

- werdende und stillende Mütter,
- Jugendliche (Auszubildende) und
- Menschen mit Behinderung.



Im Zuge des derzeit immer stärker diskutierten demografischen Wandels werden mehr und mehr auch die älteren Arbeitnehmer einbezogen.

Jugendliche sowie werdende und stillende Mütter bringen Eigenschaften mit, die sie vorübergehend besonders schützenswert machen. Für diese Arbeitnehmer sind deshalb besondere Maßnahmen oder Regelungen in eigenen Gesetzen festgehalten, unter anderem im Mutterschutzgesetz und im Jugendarbeitsschutzgesetz. Irgendwann werden die Jugendlichen allerdings erwachsen und die schwangeren oder stillenden Müttern wieder zu Frauen, die dem gleichen Schutz unterliegen wie alle anderen Arbeitnehmer auch.

Ältere, Leistungsgewandelte sowie Menschen mit Behinderung zeigen eher veränderte Eigenschaften, die dauerhaft sind. Das müssen nicht zwangsläufig Leistungseinbußen sein, sondern das können auch neu erworbene oder – gerade bei älteren Arbeitnehmern – zunehmende Kompetenzen sein. Aus diesem Grunde ist sicherlich zu diskutieren, ob die älteren Arbeitnehmer überhaupt zu den besonders gefährdeten Arbeitnehmergruppen gehören.

2 Aufbau der Handlungshilfe

Die Broschüre beschreibt zum einen die Eigenschaften der ausgewählten Personengruppen und stellt die Gesetze und Regelungen zusammen, in denen ihr Schutz Thema ist. Zum

anderen – und das ist das Anliegen der Autoren – gibt sie konkrete Hinweise darauf, welche Faktoren am Arbeitsplatz für die beschriebenen Gruppen zu besonderen Gefährdungen führen und welche Maßnahmen diese Gefährdung im Sinne einer guten ergonomischen Gestaltung reduzieren können. Eine Sammlung von Beispielen guter Praxis rundet die Informationen ab.

3 Übersicht Gefährdungsfaktoren/Checkliste

Das Herzstück der Broschüre bildet eine Checkliste, in der alle Faktoren aufgelistet sind, die insbesondere bei den in der Broschüre ausgewählten Arbeitnehmergruppen zu Risiken führen können. Das Vorgehen in dieser Checkliste orientiert sich an der Gefährdungsbeurteilung. Die Faktoren sind untergliedert in

- physische Anforderungen und Belastungen
- sinnesphysiologische und weitere organbezogene Anforderungen
- psychische und kognitive Anforderungen und Belastungen
- Arbeitsorganisation

Für jede betrachtete Gruppe und jeden Faktor wird eingeschätzt, bei welchen Werten Risiken auftreten und wie hoch diese sein können. Entsprechend wird das Feld der Tabelle nach dem in der Ergonomie üblichen Ampelprinzip grün – Risikogruppe 1 über gelb – Risikogruppe 2 und orange – Risikogruppe 3 bis zu rot – Risikogruppe 4 markiert (Abbildung 1). Grau unterlegt sind die Felder, die Erläuterungen für alle Arbeitnehmergruppen geben. Dort führen die entsprechenden Faktoren für die betrachteten Gruppen nicht zu größeren Risiken als für andere Arbeitnehmer auch.

Abbildung 1:
Tabelle zur Einschätzung der Risiken (Ausschnitt)

Kurzbeschreibung	Risiko-bereich 1	Risiko-bereich 2	Risiko-bereich 3	Risiko-bereich 4
5. Feinmotorik/ Geschicklichkeit	Zur Bewertung von feinmotorischen Arbeiten im Sinne repetitiver Arbeit kann z.B. die Leitmerkalmethode „Manuelle Arbeit“ genutzt werden. Die Bewertung erfolgt im Ampelschema [10]			
6. Handkraft, Fingerkraft Dauerkraft (Ausdauer) Bewegungskraft	<p>Ausgestreckter Arm</p> <ul style="list-style-type: none"> • nach oben 21 N • nach unten 47 N • vom Körper weg 100 N • zum Körper zu 86 N <p>Angewinkelter Arm</p> <ul style="list-style-type: none"> • nach oben 35 N • nach unten 53 N • vom Körper weg 100 N • zum Körper zu 50 N <p>Drücken mit Daumen 45 N Drücken mit Finger 31 N</p> <p>[17][41]</p>	<p>Hierzu gibt es unterschiedliche Angaben:</p> <p>1. In älteren Veröffentlichungen wird angegeben, dass ältere Menschen (ab 50 Jahre) im Mittel nur noch 50% ihrer in jungen Jahren erreichten Maximalkräfte aufbringen [34]</p> <p>2. Neuere Studien weisen auf das Sinken der statischen Maximalkraft mit steigendem Alter hin; dies konnte aber nicht bei allen Kraftfällen und -richtungen nachgewiesen werden. [41]</p>		
	Zur Bewertung von feinmotorischen Arbeiten im Sinne repetitiver Arbeit kann z.B. die Leitmerkalmethode „Manuelle Arbeit“ genutzt werden. Die Bewertung erfolgt im Ampelschema [9]			
	<p>Leitmerkalmethode manuelle Arbeitsprozesse: Punktsummen < 10</p> <p>Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Belastung ist nicht zu erwarten</p> <p>Gestaltungsmaßnahmen sind nicht notwendig</p> <p>[9]</p>	<p>Leitmerkalmethode manuelle Arbeitsprozesse: Punktsummen 10 bis < 25</p> <p>Erhöhte Belastung, für vermindert belastbare Personen ist eine Überlastung möglich. Für normal belastbare Personen sind gesundheitliche Auswirkungen möglich.</p> <p>Gestaltungsmaßnahmen sind empfehlenswert</p> <p>[9]</p>	<p>Leitmerkalmethode manuelle Arbeitsprozesse: Punktsummen 25 bis < 50</p> <p>Wesentlich erhöhte Belastung. Körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Auch für normal belastbare Personen sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.</p> <p>Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich</p> <p>[9]</p>	<p>Leitmerkalmethode manuelle Arbeitsprozesse: Punktsummen ≥ 50</p> <p>Hohe Belastung. Körperliche Überbeanspruchung sind für normal belastbare Personen zu erwarten, gesundheitliche Auswirkungen wahrscheinlich</p> <p>Gestaltungsmaßnahmen sind zwingend erforderlich</p> <p>[9]</p>
7. Sonstiges: Unter- und Überdruck Arbeiten untertage Strahlungen		<p>Ein Grenzwert wird für die effektive Dosis vom Zeitpunkt der Mitteilung der Schwangerschaft bis zu deren Ende von 1 Millisievert festgelegt.</p> <p>Zum Schutz des ungeborenen Lebens bei noch nicht erkannter Schwangerschaft beträgt der Grenzwert für die berufliche Strahlenexposition gebärfähiger Frauen künftig 2 Millisievert für die über im Monat kumulierte Dosis an der Gebärmutter (bisher 5 Millisievert). [41]</p>		<p>Jugendliche dürfen nicht mit Arbeiten unter Tage beschäftigt werden. [19]</p>

In dieser Tabelle wurden alle Angaben zusammengetragen, die in Gesetzen, Normen und Informationsschriften der Unfallversicherungsträger etc. gefunden werden konnten.

In einer zweiten Tabelle werden Gestaltungsmaßnahmen angegeben, die für die ausgewählten Arbeitnehmergruppen bei den aufgelisteten Faktoren eine Reduzierung des Risikos bewirken können. Dabei werden die grundlegenden und für alle Arbeitnehmer ohnehin gültigen ergonomischen Gestaltungsmaßnahmen nicht mehr aufgeführt. Vielmehr geht es hier nur um die Aspekte, die über die Grundlagen hinaus für die ausgewählten Arbeitnehmergruppen zusätzlich sinnvoll und hilfreich erscheinen.

4 Sammlung guter Beispiele

Um die Ausführungen in den Tabellen anschaulich werden zu lassen und den Lesern der Handlungshilfe Anregungen zu geben, werden einige Beispiele mit Bildern und kurzen erläuternden Texten dargestellt. Zu jeder der ausgewählten und in der Broschüre angesprochenen Arbeitnehmergruppe gehört mindestens ein Beispiel.

Dabei wird betont, dass man Arbeitsplätze möglichst so gestalten sollte, dass sowohl der Vertreter der speziellen Gruppe als auch alle anderen nicht zu dieser Gruppe gehörenden Arbeitnehmer ohne besondere Gefährdungen oder ungünstige Belastungen an diesen Plätzen arbeiten können.

4.1 Medien für Jugendliche

Die Landesverbände der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung unterstützen die Schulen jährlich einmal mit der Aktion „Jugend will sich-er-leben“. Die Schulen bekommen zu einem bestimmten Thema, z. B. Lärm, Hautschutz oder Sitzen-Heben-Tragen, Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt.

Die Aktion „Jugend will sich-er-leben“ ist als Wettbewerb für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz konzipiert. Dieser Wettbewerb findet seit dem Start der Aktion 1972 statt und richtet sich an berufsbildende Schulen und deren Schülerinnen und Schüler.

4.2 „Arbeitsplatz“ Schule

Jugendliche gehen während ihrer Ausbildungszeit noch in die Berufsschule. Einer ihrer „Arbeitsplätze“ ist also nach wie vor die Schulbank (Abbildung 2).



Abbildung 2:
„Arbeitsplatz“ Schule
Quelle: *Breithecker, D.*: Wie sieht das Klassenzimmer der Zukunft aus? www.haltungsbewegung.de

Bei Jugendlichen kann die Herz-Kreislauf-Regulation anfälliger, das Muskel-Skelett-System noch nicht ausgereift sein. Arbeitgeber sind deshalb besonders verpflichtet, die Arbeit von Jugendlichen menschengerecht zu gestalten und sicherheitstechnische, arbeitsmedizinische sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu beachten.

4.3 Montagearbeitsplatz für Leistungsgewandelte

Das Beispiel zeigt Gestaltungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Greifbereiche an einem typischen Montagearbeitsplatz (Abbildung 3). Bei den Beschäftigten an diesem Arbeitsplatz handelt es sich um angelernte, z. T. leistungsgewandelte Arbeitnehmer. Die Maßnahmen der ergonomischen Gestaltung wurden für alle Beschäftigtengruppen im Unternehmen übernommen. Die Änderungen konnten ohne größere Investitionen realisiert werden.



Abbildung 3:
Typischer Montagearbeitsplatz
Quelle: *Detlef Trippler*, BGHM

5 Weiterführende Hinweise

Zur Unterstützung bei der Arbeit im Betrieb sind in der Broschüre

- die sich auf die ausgewählten Gruppen beziehenden Gesetze
- Arbeitsmaterialien, d. h. unterschiedliche Verfahren und Checklisten zur Einschätzung von Belastungen und Beanspruchungen, sowie
- weiterführende Internetseiten und Literaturhinweise

zusammengestellt.

Ergänzungen und Hinweise zu den Inhalten der Broschüre aus der Leserschaft sind ausdrücklich erwünscht. So wird nach und nach eine Handlungshilfe entstehen, in der viel Erfahrung aus unterschiedlichen Bereichen gesammelt und zur Verfügung gestellt wird.

Gefährdungsbeurteilung physischer Belastungen – aktuelle Strategien zur einheitlichen Vorgehensweise

Rolf Ellegast

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

1 Stand zur Gefährdungsbeurteilung arbeitsbezogener physischer Belastungen

Nach dem vierten und fünften European Working Condition Survey (EWCS) sind physische Belastungen an Arbeitsplätzen in der Europäischen Union (EU) immer noch weit verbreitet [1; 2]. In den Erhebungen berichtet ein Drittel aller befragten Beschäftigten, dass sie mindestens ein Viertel ihrer Arbeitszeit Lasten manuell handhaben. Männer führen häufiger manuelle Lastenhandhabungen aus als Frauen. Bei repetitiven Tätigkeiten konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede ermittelt werden. Fast die Hälfte der befragten Beschäftigten gab an, dass sie regelmäßig in ungünstigen Körperhaltungen arbeiten.

Derartige physische Belastungen gelten als Risikofaktoren für arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen und sind in Deutschland mit einem Anteil von ca. 24,6 % die häufigste Ursache für krankheitsbedingte Arbeitsunfähigkeit [3].

Bei einer zielgerichteten Prävention müssen physische Belastungsfaktoren zunächst ermittelt werden, um in einem zweiten Schritt entsprechende ergonomische Präventionsmaßnahmen einzuleiten.

Für physische Belastungsfaktoren wurde eine Systematik im Rahmen des arbeitsmedizinischen Grundsatzes G 46 „Belastungen des Muskel-Skelettsystems“ erarbeitet, die inzwischen in Deutschland vielfach angewandt wird [4]. In Gesprächen mit Präventionsexperten und Entwicklern wurde diese Systematik in den letzten Jahren weiter konkretisiert, sodass derzeit die folgenden Belastungsarten differenziert werden:

A. Manuelle Lastenhandhabung

- Heben, Halten, Tragen
- Ziehen, Schieben
- Sonderformen I: Patiententransfer, Bergen/Retten, ...
- Sonderformen II: Schaufeln, Fangen/Werfen, ...
- Sonderformen III: Gleiten, Rollen, ...

B. Tätigkeiten mit lange andauernden oder wiederholten erzwungenen Körperhaltungen/Bewegungen

- Rumpfbeugen, Rumpfdrehen
- Kopfneige, Kopfdrehen
- Sitzen, Stehen, Liegen, ...
- Hocken, Knien, Fersensitz, Kriechgang
- Arme über Schulterniveau, Überkopfarbeit, ...

C. Tätigkeiten mit häufigen gleichartigen Bewegungen im Hand/Arm-Bereich

- Einzel- oder Kombinationsbelastungen aus Repetition (hohe Handhabungsfrequenzen, -geschwindigkeiten), ungünstigen Gelenkwinkelstellungen, Hand/Arm-Haltungen, Kraftaufwand/-einwirkungen, Vibrationseinwirkungen
- Einsatz des Hand-Arm-Systems als Werkzeug (Klopfen, Hämmern, Drehen, Drücken)

D. Tätigkeiten mit erhöhter Kraftanstrengung und/oder Krafteinwirkung

- Kraftbetonte Tätigkeiten, Einsatz von Ganzkörperkräften (Beispiele Kraftatlas, Hebehilfen (Balancer) ...)
- Kraft- oder Druckeinwirkung bei der Bedienung von Arbeitsmitteln (Niet-Schweißzangen ...)
- Steigen, Klettern

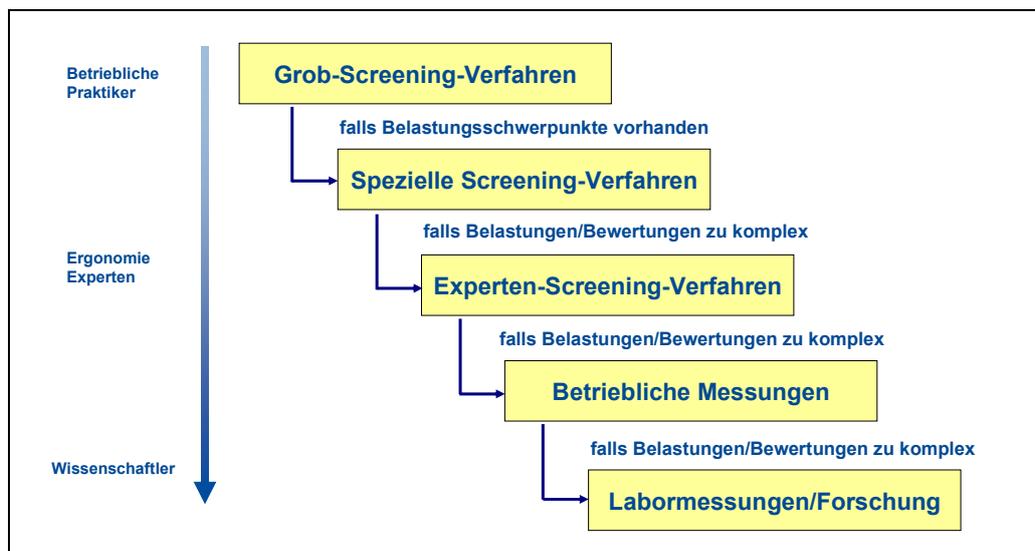
E. Tätigkeiten mit Kombinationsbelastungen aus A. bis D.

Zusätzlich gilt Bewegungsmangel als physischer Belastungsfaktor, der mit Beschwerden des Muskel-Skelett-Systems und auch Stoffwechsel- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Verbindung gebracht wird [5].

Zur Erfassung und Bewertung physischer Belastungsfaktoren liegen zahlreiche Methoden vor. Allerdings unterscheiden sich die Verfahren u. a. hinsichtlich des Genauigkeitsanspruchs zur Belastungserhebung und -bewertung und der Nutzergruppen. Die Bewertung geschieht oftmals im Hinblick auf die Gefährdung einer bestimmten Körperregion (z. B. Wirbelsäule). Für einige physische Belastungsarten gibt es derzeit keine Verfahren zur Erfassung und Bewertung.

In Abbildung 1 sind die prinzipiellen Kategorien der Verfahren zur Erfassung und Bewertung physischer Belastungen am Arbeitsplatz mit deren potenziellen Nutzergruppen dargestellt.

Abbildung 1:
Prinzipielle Kategorien der Verfahren zur Erfassung und Bewertung physischer Belastungen am Arbeitsplatz und potenzielle Nutzergruppen [6]



In der obersten Kategorie finden sich die Grob-Screening-Verfahren (Ebene 1), mit denen eine orientierende Erfassung und Bewertung physischer Belastungsfaktoren erfolgen kann. Die im Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 empfohlene Checkliste ist ein verbreitetes Beispiel für ein derartiges Grob-Screening-Verfahren [4]. Sie enthält Richtwerte für die Beurteilung physischer Belastungsarten, mit deren Hilfe Belastungsschwerpunkte identifiziert werden können. Sind Belastungsschwerpunkte, wie z. B. das Ziehen und Schieben von Lasten, vorhanden, sollten spezielle Screening-Verfahren (Ebene 2) angewendet werden. Hierdurch können zugehörige Risikofaktoren etwas genauer bewertet werden. In Deutschland sind in dieser Kategorie die Leitmerkmalmethoden (Heben und Tragen, Ziehen und Schieben und manuelle Arbeitsprozesse) sehr verbreitet [7 bis 9]. Diese Leitmerkmalmethoden entwickelte die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Zusammenarbeit mit dem Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) zur Gefährdungsbeurteilung bei physischen Arbeitsbelastungen nach Arbeitsschutzgesetz und Lastenhandhabungsverordnung. Es handelt sich dabei um einfache Screening-Methoden, mit denen der betriebliche Praktiker eine schnelle Risikobewertung vornehmen kann. Zur Erfassung und Bewertung von Belastungen der oberen Extremitäten stehen weitere Verfahren, wie das RULA-Verfahren (Rapid Upper Limb Assessment) [10; 11] und die OCRA-Checkliste [12 bis 14] zur Verfügung. In der Regel eignen sich diese Verfahren bei zyklischen gleichförmigen Belastungsprofilen an Arbeitsplätzen. Limitationen bestehen bei der Bewertung komplexerer Arbeitsprozesse, die schwer in den grob klassifizierten Belastungskategorien abzubilden sind. Für einige Belastungsarten, wie z. B. kraftbetonte Tätigkeiten oder Tätigkeiten in Zwangshaltungen, existieren keine Erfassungs- und Bewertungsverfahren auf der speziellen Screeningebene. Hier müssen Experten-Screeningverfahren (Ebene 3) angewendet werden. Ein Beispiel eines Experten-Screeningverfahrens für die Bewertung kraftbetonter Tätigkeiten ist der unter der Federführung des Instituts für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD) entwickelte Kraftatlas [15]. Für die Bewertung verschiedener Belastungsarten, insbesondere für getaktete Tätigkeiten in der Automobil- und Zulieferindustrie, entwickelte das IAD in dieser Kategorie das Automotive Assembly Worksheet (AAWS) [16] und das European Assembly Worksheet (EAWS) [17].

Spezielle Screeningverfahren und Experten-Screeningverfahren (Ebenen 2 und 3) haben weiterhin die üblichen Limitationen von Beobachtungsverfahren. Diese Verfahren haben den Nachteil, dass Belastungskategorien nur grob klassifiziert werden und damit oftmals der Komplexität von Arbeitsprozessen nicht gerecht werden können. Insbesondere dreidimensionale Bewegungen, wie z. B. Torsionen und Lateralflexionen des Rückens, sind mit Beobachtungsmethoden nur mit großen Ungenauigkeiten zu erfassen. Ferner kann insbesondere der zeitliche Verlauf von Belastungen und Entlastungen nicht adäquat erfasst und bewertet werden. Hier ist es notwendig, Messungen physischer Belastungen direkt an Arbeitsplätzen durchzuführen (Betriebliche Messungen, Ebene 4). Aus diesem Grund entwickelte das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) das CUELA-Messverfahren (Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems), das eine kontinuierliche Erfassung und Analyse physischer Belastungsfaktoren direkt am Arbeitsplatz erlaubt [18]. Die Präventionsdienste der Unfallversicherungsträger setzen das CUELA-Messverfahren im Rahmen von ergonomischen Betriebsberatungen ein. Der Aufwand für den Einsatz ist inzwischen mit dem für Experten-Screeningverfahren bei vorheriger Schulung vergleichbar. Das CUELA-Verfahren ermöglicht je nach Anwendungsfall eine Bewertung nach biomechanischen, energetisch/kardiopulmonalen, muskulären, psychophysikalischen oder epidemiologischen Kriterien. Eine Limitation von Praxismessverfahren ist u. a. die Begrenzung der Messgenauigkeiten, z. B. bei Kraftmessungen, denen Feldmessungen unter realen Arbeitsbedingungen unterliegen. Hier liefern Labormessungen (Ebene 5), in denen Arbeitsprozesse unter standardisierten Versuchsbedingungen realistisch nachgestellt werden können, die präzisesten Aussagen zur

physischen Belastungssituation. Derartige Labormessungen wurden z. B. bei Analysen von Pflege Tätigkeiten [19] und spezifischen Belastungen [20; 21] durchgeführt.

2 Aktuelle Strategien zur einheitlichen Vorgehensweise

Die verschiedenen Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung bei arbeitsbezogenen physischen Belastungen sind unterschiedlichen Erfassungs- und Bewertungsebenen zuzuordnen. Sie wurden zumeist unabhängig voneinander entwickelt und sind daher kaum miteinander vernetzt. Die Grundlagen der Bewertung von Screeningverfahren (Ebenen 1 bis 3) sind derzeit wenig transparent offengelegt. Hier sollte sowohl eine Vernetzung der Verfahren aller Ebenen als auch eine genaue Darstellung der Bewertungshintergründe angestrebt werden. Hierdurch wäre es möglich, Kenntnislücken zu identifizieren, die Verfahren auf allen Ebenen weiterzuentwickeln und Widersprüche in Bewertungsergebnissen zu vermeiden.

Beispiele für Kenntnislücken sind fehlende Ansätze für die Bewertung von Zwangshaltungen und die Berücksichtigung sowohl der Risiken von Unterforderung als auch des zeitlichen Verlaufs von Belastungen und Entlastungen (Erholungsphasen). Für die Prävention ist es das Ziel, das richtige Maß der Belastung zu empfehlen und sowohl beruflichen Überbelastungen als auch Unterforderungen, z. B. durch Bewegungsmangel (sog. U-Kurve [22]), vorzubeugen.

Zur Bewertung von Risiken für spezielle arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen, wie z. B. dem Karpaltunnelsyndrom (CTS), benötigt man Bewertungsverfahren, die den zugehörigen spezifischen Risikofaktoren gerecht werden [23]. Für CTS zählen hierzu auch Geschwindigkeits- und Frequenzbewertungen von Handgelenksbewegungen, die über Beobachtungsverfahren kaum ermittelt werden können. Eine Möglichkeit, hier dennoch praxisnahe Bewertungen vornehmen zu können, besteht im Aufbau von tätigkeitsspezifischen Expositionskatastern, die auf objektiven Messwerten basieren. Für die Bewertung von kniebelastenden Tätigkeiten, die mit einem erhöhten Risiko für die Entstehung einer Gonarthrose in Zusammenhang gebracht werden, wurde ein derartiges Kataster erstellt [24]. Ein weiterer Vorteil dieser Expositionsdatenbanken ist die mögliche Nutzung im Rahmen von epidemiologischen Studien. Derzeit werden Expositionsdaten physischer Belastungen in epidemiologischen Studien überwiegend durch Befragungen erfasst und unterliegen den Grenzen der retrospektiven Expositionsermittlung. Expositionskataster könnten die hiermit verbundenen Ungenauigkeiten erheblich verringern.

Seit 2010 befasst sich eine Arbeitsgruppe mit der Dokumentation und Klassifizierung bestehender Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung physischer Arbeitsbelastungen. Diese Arbeitsgruppe besteht aus Ergonomieexperten folgender Institutionen:

- IAD Darmstadt
- IfADo Dortmund
- ASER Wuppertal
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
- Unfallversicherungsträger (BGM, BG BAU, BGHW) und
- Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA).

Ziele der Arbeiten sind eine transparente Darstellung bestehender Verfahren und die bessere Vernetzung der Verfahren untereinander. Ferner soll die Arbeitsgruppe Kenntnislücken identifizieren und die Verfahren auf allen Ebenen (Grobscreening, Screening, Expertenscreening, Betriebs- und Labormessungen) weiterentwickeln und Widersprüche in Bewertungsergebnissen vermeiden.

Darüber hinaus wird die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) ab dem Jahr 2013 eine Präventionskampagne durchführen, die das Ziel der Reduktion arbeitsbezogener Rückenbelastungen (inklusive Unterforderungen) verfolgen wird. Eines der Präventionsziele wird die Erhöhung der Anzahl und Qualität der Gefährdungsbeurteilungen zu physischen und psychischen Belastungen mit Schwerpunkt Rücken sein [25].

Literatur

- [1] Fourth European Working Conditions Survey (EWCS). Hrsg.: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, Irland, 2007.
www.eurofound.europa.eu/pubdocs/2006/98/en/2/ef0698en.pdf
- [2] Fifth European Working Conditions Survey (EWCS). Hrsg.: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, Irland, 2010.
www.eurofound.europa.eu/surveys/ewcs/2010/index.htm
- [3] Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2008. Unfallverhütungsbericht Arbeit. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2009
- [4] *Hartmann, B.; Ellegast, R.; Schäfer, K.; Hecker, C.; Kusserow, H.; Steinberg, U.; Ponto, K.; Jäger, M.; Meixner, T.; Neugebauer, G.*: Eine Checkliste zur Prüfung des Angebots arbeitsmedizinischer Vorsorge bei körperlichen Belastungen des Muskel-Skelett-Systems. *Arbeitsmed. Sozialmed.Umweltmed.* (2007) Nr. 9, S. 499-507
- [5] *Straker, L.; Mathiassen, S. E.*: Increased physical work loads in modern work – a necessity for better health and performance? *Ergonomics* 52 (2009) Nr. 10, S. 1215-1225
- [6] *Ellegast, R. P.*: Quantifizierung physischer Belastungen am Arbeitsplatz. *Zbl. Arbeitsmed.* 60 (2010), S. 386-389
- [7] *Caffier, G.; Steinberg, U.; Liebers, F.*: Praxisorientiertes Methodeninventar zur Belastungs- und Beanspruchungsbeurteilung im Zusammenhang mit arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund/Berlin: Forschung, Fb 850. NW Wirtschaftsverlag, Bremerhaven 1999.
www.baua.de/de/Publikationen/Forschungsberichte/1999/Forschungsberichte.html
- [8] *Steinberg, U.; Behrendt, S.; Caffier, G.; Schultz, K.; Jakob, M.*: Leitmerkmal-methode Manuelle Arbeitsprozesse. Erarbeitung und Anwendungserprobung einer Handlungshilfe zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2007.
www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1994.html
- [9] *Steinberg, U.; Caffier, G.; Mohr, D.; Liebers, F.; Behrendt, S.*: Modellhafte Erprobung des Leitfadens Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund/Berlin: Forschung, Fb 804. NW Wirtschaftsverlag, Bremerhaven 1998.
www.baua.de/de/Publikationen/Forschungsberichte/1998/Forschungsberichte.html
- [10] *McAtamney, L.; Corlett, E. N.*: RULA: a survey method for the investigations of work-related upper limb disorders. *Appl. Ergon.* 24 (1993) Nr. 2, S. 91-99
- [11] Das „Rapid Upper Limb Assessment“. In: Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität – Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätig-

- keiten. BGIA-Report 2/2007, S. 77-82. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2007. www.dguv.de/ifa, Webcode d95685
- [12] *Colombini, D.; Occhipinti, E.; Baracco, A.*: A new check list model, set with the OCRA Index, to evaluate exposure to repetitive movements of the upper limbs. Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress 5 (2000), S. 716-719
- [13] Das „Occupational Risk Assessment of Repetitive Movements and Exertions of the Upper Lim“ (OCRA-Index und OCRA-Checkliste). In: Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität – Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätigkeiten. BGIA-Report 2/2007, S. 87-111. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2007. www.dguv.de/ifa, Webcode d95619
- [14] *Hoehne-Hückstädt, U.; Herda, C.; Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Hamburger, R.; Ditchen, D.*: Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität - Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätigkeiten. BGIA-Report 2/2007. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2007. www.dguv.de/ifa, Webcode d5396
- [15] *Wakula, J.; Berg, K.; Schaub, K.; Bruder, R.; Glitsch, U.; Ellegast, R.*: Der montage-spezifische Kraftatlas. BGIA-Report 3/2009. Hrsg.: Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2009. www.dguv.de/ifa, Webcode d90403
- [16] *Schaub, K.*: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: *Landau, K.* (Hrsg.): Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 91-111. Ergonomia, Stuttgart 2004
- [17] *Schaub, K.; Caragnano, G.; Britzke, B.; Bruder, R.*: The European Assembly Worksheet. In: *Mondelo, P.; Karwowski, W.; Saarela, K.; Swuste, P.; Occhipinti, E.* (Hrsg.): Proceedings of the VIII International Conference on Occupational Risk Prevention, ORP 2010. Valencia 5. bis 7. Mai 2010 (CD-ROM)
- [18] *Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Schiefer, C.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. Z. Arb. Wiss. 64 (2010) Nr. 2, S. 101-110
- [19] *Jäger, M.; Theilmeier, A.; Jordan, C.; Luttmann, A.*: Dortmunder Lumbalbelastungsstudie 3 – Ermittlung der Belastung der Lendenwirbelsäule bei ausgewählten Pflegetätigkeiten mit Patiententransfer. Teil 3: Biomechanische Beurteilung von Tätigkeiten im Gesundheitsdienst hinsichtlich der Möglichkeiten zur Prävention von Gefährdungen der Wirbelsäule. Shaker, Aachen 2008
- [20] *Jäger, M.; Jordan, C.; Theilmeier, A.; Göllner, R.; Luttmann, A.*: Belastung der Lendenwirbelsäule bei branchenübergreifend auftretenden Arbeitssituationen mit Lastenhandhabung. In: *Konietzko, J.; Dupuis, H.; Letzel, S.* (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin. 36. Lfg. (Kap. IV-31, S 1-28). ecomed, Landsberg am Lech 2004
- [21] *Glitsch, U.; Ottersbach, H. J.; Ellegast, R.; Sawatzki, K.; Voß, J.; Luttmann, A.; Jäger, M.; Rehme, G.*: Belastungen der Lendenwirbelsäule bei Schaufeltätigkeiten. BGIA-Report 4/2008. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Sankt Augustin 2008. www.dguv.de/ifa, Webcode d26307
- [22] *Hartmann, B.; Spallek, M.*: Arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen. Eine Gegenstandsbestimmung. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 44 (2009) Nr. 8, S. 423-436

- [23] *Hoehne-Hückstädt, U.; Barrot, R.; Ellegast, R., Hartmann, B., Hecker, C., Kaulbars, U., März, R., Sander, M., Schedlbauer, G., Spallek, M., Steinberg, U., Stengelin, E., Zagrodnik, F.-D.* (2011) Bewertung von Carpal-Tunnel-Syndrom (CTS-) Risikoarbeitsplätzen. In: IFA-Report 6/2011 Fachgespräch Ergonomie 2010. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2011.
www.dguv.de/ifa, Webcode d((wird noch ergänzt))
- [24] *Ditchen, D.; Ellegast, R. P.; Rehme, G.*: Gonkatas – Ein Messwertkataster zu beruflichen Kniebelastungen. IFA-Report 1/2010. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin 2010. www.dguv.de/ifa, Webcode d107547
- [25] Fachkonzept für die Präventionskampagne 2013/2014 (2011). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Sankt Augustin 2011.
www.dguv.de/inhalt/praevention/aktionen/praeventionskampagnen/mse/documents/fachkonz_deutsch.pdf

Belastungen des Muskel-Skelett-Systems beim Ziehen und Schieben von Müllbehältern

Markus Post¹, Karl-Heinz Jubit², Ulrich Glitsch¹, Rolf Ellegast¹, Claus Backhaus²

¹ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

² Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr)

1 Einleitung

Müllwerker gehören aufgrund der körperlich beanspruchenden Tätigkeiten beim Sammeln von Abfall zu den gesundheitlich stark belasteten Beschäftigten der Abfallwirtschaft. Die gefüllten Müllgroßbehälter werden im Allgemeinen vom Straßenrand zum Müllfahrzeug transportiert, dort geleert und wieder am Straßenrand abgestellt. Der Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr) liegen nur unzureichende Kenntnisse über die Belastung des Muskel-Skelett-Systems beim Ziehen und Schieben von Müllgroßbehältern vor.

In der Vergangenheit wurden bereits einige Laboruntersuchungen zur Belastungssituation von Müllwerkern durchgeführt. Allerdings lagen hier die Schwerpunkte zum einen auf dem Vergleich zwischen der Handhabung von Mülltonnen und Rollcontainern [1; 2], zum anderen war aufgrund der gesellschaftlichen Entwicklung – Mülltrennung und Recycling – bedingt durch das Alter der Studien eine Überprüfung der Müllbehältergewichte notwendig [3].

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollen Methoden zur Erfassung und Messung der physischen Belastungen beim Ziehen und Schieben von Müllgroßbehältern entwickelt werden. Dazu werden in einer Laboranalyse unter standardisierten praxisnahen Bedingungen die äußeren Kräfte auf das Muskel-Skelett-System ermittelt und die Belastungsfaktoren quantifiziert.

2 Methode

Die BG Verkehr ermittelte im Vorfeld der Machbarkeitsstudie in einer Arbeitsanalyse für drei Müllhältervarianten typische Füllgewichte und Handhabungen an einachsigen 120-Liter- und 240-Liter- Müllbehältern sowie vierradrigen 1 100-Liter-Müllgroßbehältern. Um repräsentative Gewichte zu ermitteln, wurden die Daten von drei Straßensammlungen ausgewertet. Die Analyse der Handhabungen basiert auf vier weiteren Sammeltouren zur Papier- und Hausmüllentsorgung, die auf Video dokumentiert und in sinnvolle Handhabungsarten eingeteilt wurden [4].

In der vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) durchgeführten Laboranalyse wurden typische Zieh- und Schiebevorgänge mit zehn Müllwerkern (durchschnittliches Alter: $42,1 \pm 9,9$ Jahre, Körperhöhe: 182 ± 7 cm, Körpergewicht: $94 \pm 13,5$ kg) auf einer Versuchsstrecke mit Asphaltbelag untersucht. Die Versuchsstrecke auf dem Gelände des IFA bestand aus einer längeren (15 m) und einer kürzeren (8 m) Geraden, unterbrochen von einem Hindernisparcours (15 m) zur Ermittlung von Manövrierfähigkeiten. Weiterhin waren ein Gefälle, eine Steigung und eine Bordsteinkante Bestandteil des Parcours. Die Behälter wurden beidhändig geschoben und einhändig gezogen. Die 1 100-Liter-Müllbehälter wurden beidhändig geschoben und gezogen. Die Geschwindigkeit, mit der die Behälter bewegt wurden, lag im Ermessen der Müllwerker. Die Beladung der Behälter orientierte sich an den für die Behältertypen ermittelten Gewichten und ist in Tabelle 1 dargestellt. So wurden alle Behälter mit dem 50. und 95. Gewichtsperzentil beladen, zusätz-

lich wurde bei dem 1 100-Liter-Behälter die Ausführung als Metallbehälter berücksichtigt. Damit ergeben sich für die Müllbehälter sieben unterschiedliche Behälter und Konstellationen für Beladung. Zum Beispiel kennzeichnet „240_P95“ den 240-Liter-Behälter, beladen mit dem 95. Gewichtsperzentil und hat damit ein Gesamtgewicht von 72 kg (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1:
Gewichte der Müllbehälter

Behälterart	120-Liter-Behälter		240-Liter-Behälter		1 100-Liter-Großbehälter		
	Kennzeichnung	120_P50	120_P95	240_P50	240_P95	1100_P50	1100_P95
Bruttogewicht in kg	27	45	41	72	141	240	305

Die Messung der Handkräfte erfolgte mit dem IFA-Kraftmesssystem [5], das fest an die Müllbehälter montiert wurde (Abbildung 1). Das System besteht aus dreidimensionalen Kraftsensoren in jedem der Messgriffe und einem Sensor für die Behälterneigung in der Frontalebene.

Abbildung 1:
Präparierte Müllgroßbehälter mit mobilem dreidimensionalen Handkraftmesssystem, Datenrecorder und Batteriepack



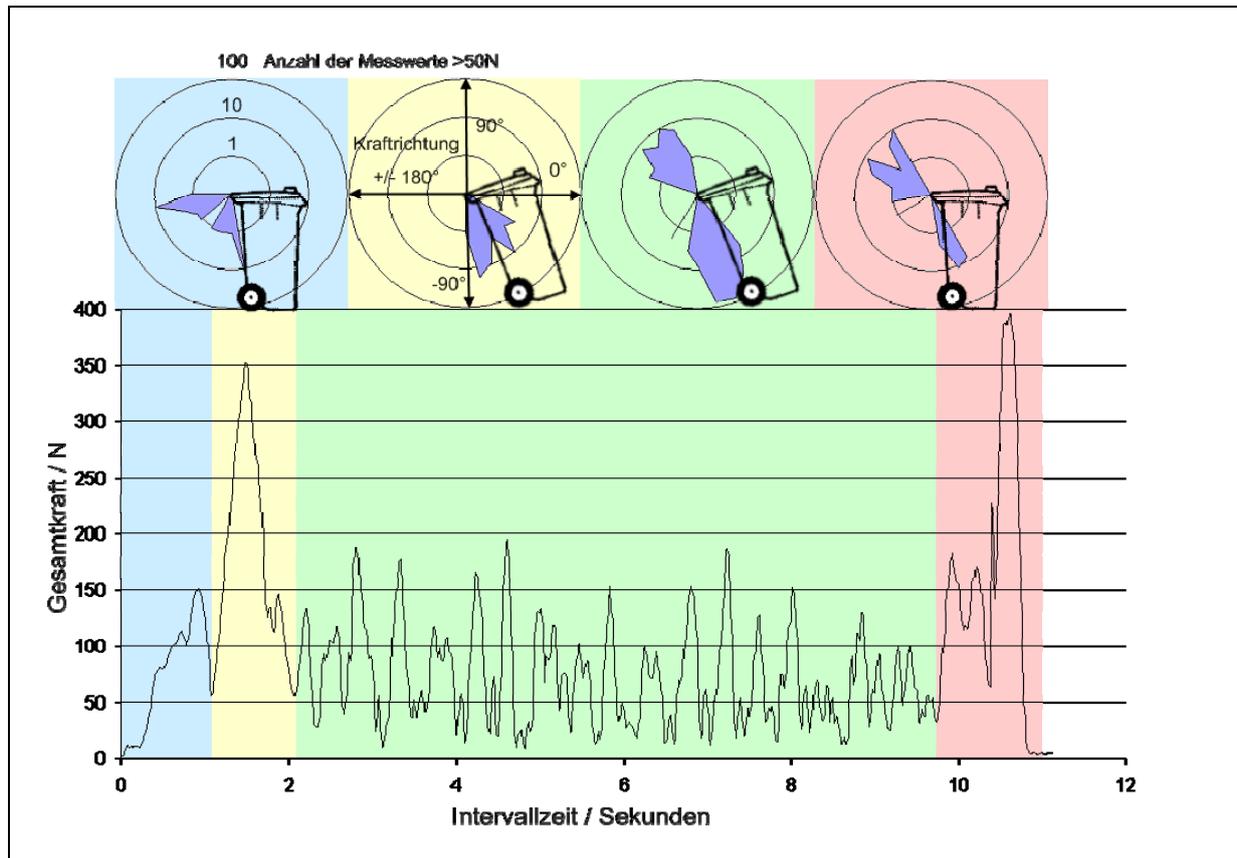
Mit dem CUELA-Messsystem (CUELA: Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) wurden Körperhaltungen, Gelenkwinkel der oberen und unteren Extremitäten und des Rückens sowie die Bodenreaktionskräfte während der Schiebe-, Zieh- und Manövriervorgänge aufgezeichnet [6]. Körperhaltungen und Handkräfte wurden kontinuierlich mit einer Abtastfrequenz von 50 Hz erfasst. Parallel wurden alle Versuche mit einer Videokamera dokumentiert.

Die Müllwerker haben die Müllbehälter ausschließlich an den Kraftaufnehmern gezogen und geschoben. Nach jedem Versuch haben sie die Handgriffe losgelassen. Dies wurde als Indikator zur automatischen Ermittlung der Belastungsintervalle genutzt. In Abhängigkeit von Handhabung, Parcours, Müllbehälter und Befüllung wurden 56 unterschiedliche Belastungskombinationen untersucht.

Die zeitlichen Kraftverläufe der einzelnen Belastungsintervalle waren jeweils durch Kraftspitzen beim Inbewegungsetzen und Abstoppen der Müllbehälter sowie durch periodisch schwankende Verläufe mit geringerem Kraftniveau beim Ziehen bzw. Schieben gekennzeichnet (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2:

Beispielhafter Kraftverlauf beim Schieben eines Müllbehälters (240_P95) mit ausgeprägten Intervallphasen; von links nach rechts: Kippkraft, Beschleunigungskraft und Schubkraft des Müllbehälters. Am Intervallende: Bremskraft



Als charakteristische Kennwerte des Kraftverlaufs wurden daher für die Spitzenkräfte das 95. Kraftperzentil (initial force) und für anhaltende Kräfte während des Schiebens und Ziehens (sustained force) das 50. Kraftperzentil der Verteilungen ermittelt.

3 Ergebnisse

Körperhaltungen und Aktionskräfte konnten mit dem vorliegenden Versuchsaufbau quantifiziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Dynamik bei der Handhabung der Tonnen einen bedeutenden Einfluss auf die Höhe der Handkräfte hat (siehe Abbildung 2).

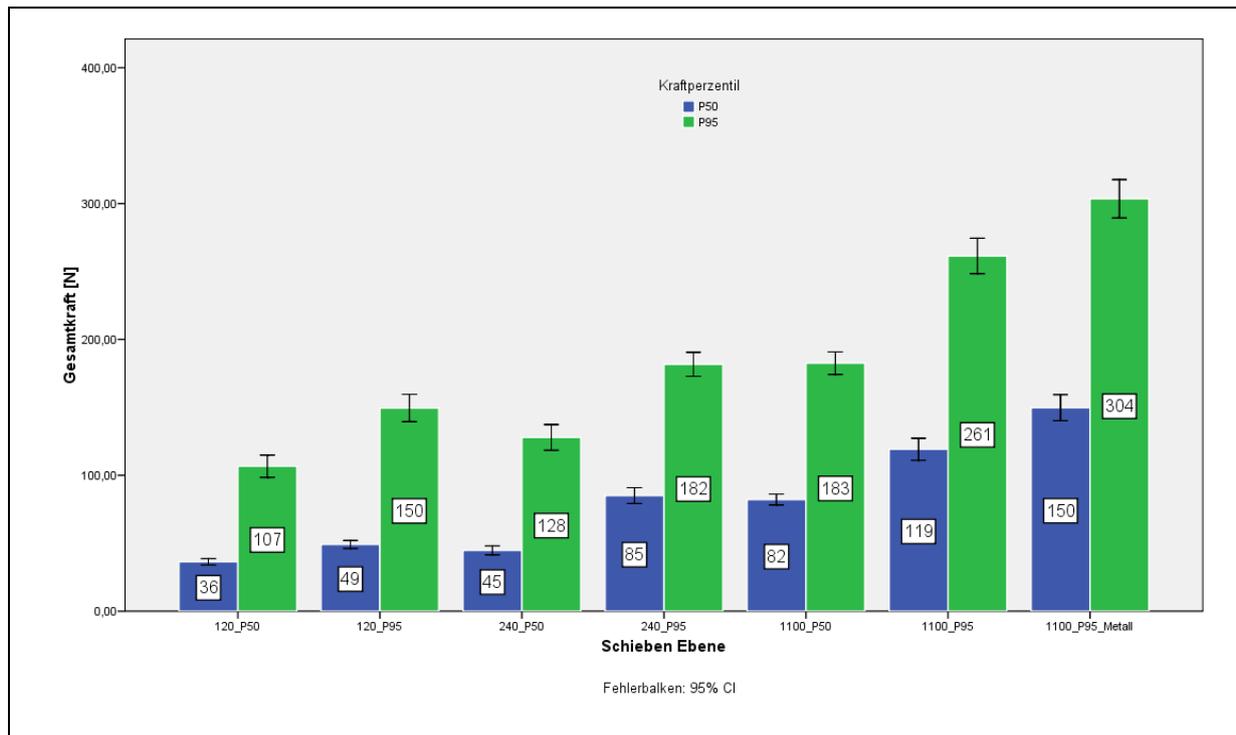
Die maximalen Kraftwerte der einzelnen Intervallphasen zeigen auch innerhalb der Versuchswiederholungen erhebliche Unterschiede in ihrer Höhe und der Phasendauer. Hier erwies sich die Auswertung der 50. und 95. Kraftperzentile als sinnvoll, um verschiedene Belastungssituationen zu vergleichen.

Für die einzelnen Versuche lagen die 50. Kraftperzentile der Aktionskräfte beim Schieben und Ziehen zwischen 32 N (120-Liter-Müllgroßbehälter, Schieben Gefälle, 50. Gewichts-

perzentil) und 163 N (1 100-Liter-Müllgroßbehälter Metallausführung, Ziehen Ebene, 95. Gewichtsperzentil).

Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Gesamtkraft (Mittelwert und 95%iges Konfidenzintervall) beim Schieben der Müllbehälter in der Ebene.

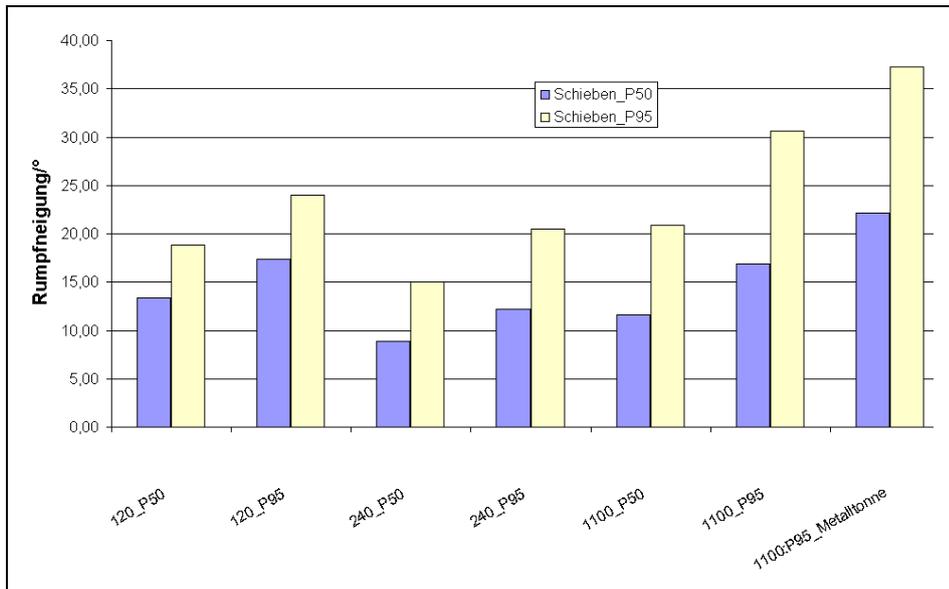
Abbildung 3:
Gesamtkraft in N (Mittelwert und 95%iges Konfidenzintervall) beim Schieben der Müllgroßbehälter (120, 240 und 1 100 Liter) in der Ebene mit mittlerer Beladung (50. Perzentil) und voller Beladung (95. Perzentil), jeweils 50. und 95. Kraftperzentil



Es wird zwischen den verschiedenen Gewichten der Müllbehälter (Tabelle 1) und dem 50. und 95. Kraftperzentil differenziert. Erkennbar ist, dass bei höherer Beladung auch die Kräfte ansteigen. Allerdings zeigt sich ebenfalls, dass beim Wechsel auf einen größeren Tonnen-typ, z. B. von 240 Liter auf 1 100 Liter, trotz größeren Gewichts die Handkraft nahezu unverändert bleibt.

Die Oberkörperhaltungen der Müllwerker lagen beim Ziehen und Schieben überwiegend im neutralen Winkelbereich. Dabei wurden die günstigsten Werte (unterhalb von 20° Rumpf-neigung im 95. Perzentil) bei den 240-Liter-Behältern gemessen. Die kleineren 120-Liter-Behälter und die schweren 1 100-Liter-Behälter führten zu ungünstigeren Oberkörperhaltungen der Müllwerker (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4:
Rumpfneigung nach vorn beim Schieben der Müllgroßbehälter,
50. Perzentil und 95. Perzentil der Neigungswinkel.



4 Diskussion

Die Einleitung der Kräfte erfolgt individuell sehr verschieden. Damit ist eine Aufteilung in die Aktivitätsphasen Initialkraft, Konstantkraft und Verzögerungskraft, vgl. [1], bei einer praxis-nahen Belastungsermittlung schwierig. Die Unterteilung der Messdaten in die 50. und 95. Kraftperzentile ermöglichte eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei den hier vorliegenden ungefähr gleichen Intervallzeiten.

Die ermittelten Kräfte beim Ziehen und Schieben liegen innerhalb der Kraftempfehlungen der Norm ISO 11228-2:2006 „Ergonomics – Manual Handling – Pushing and Pulling“ für das Ziehen und Schieben von Lasten.

Insgesamt lassen sich folgende Empfehlungen zur Minderung der Belastungen bei der Handhabung von Müllbehältern ableiten:

- Eine höhere Griffhöhe oder größere Müllbehälter tragen zu einer besseren Körperhaltung und zu geringeren Aktionskräften bei vergleichbarer Füllmenge bei.
- Vier-Rad Container sollten zu zweit gehandhabt werden, um Überlastungen zu vermeiden. Dies bestätigt die bisherigen Praxisempfehlungen [7].

Literatur

- [1] Schibye, B.; Søgaard, K.; Martinsen, D.; Klausen, K.: Mechanical load on the low back and shoulders during pushing and pulling of two-wheeled waste containers compared with lifting and carrying of bags and bins. Clin. Biomech. 16 (2001) Nr. 7, S. 549
- [2] de Looze, M. P.; Stassen, A. R.; Markslag, A. M.; Borst, M. J.; Wooning, M. M.; Toussaint, H. M.: Mechanical loading on the low back in three methods of refuse collecting. Ergonomics 38 (1995) Nr. 10, S. 1993-2006

- [3] *Jäger, M.; Luttmann, A.; Laurig, W.:* The load on the spine during the transport of dustbins. *Appl. Ergon.* 15 (1984) Nr. 2, S. 91-98
- [4] *Backhaus, C.; Jubb, K.-H.; Felten, C.; Friesdorf, W.:* Arbeitsanalyse in der Entsorgungswirtschaft. Dokumentation des 54. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. München 2008, GfA-Press, S. 617-620
- [5] *Ottersbach, H.-J.:* Messsystem zur dreidimensionalen Erfassung von Handkräften. Ausg. 0289. In: *Aus der Arbeit des BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*, Sankt Augustin 2009
- [6] *Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Schiefer, C.:* Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. *Z. Arb. Wiss.* 64 (2010), Nr. 2, S. 101-110
- [7] Berufsgenossenschaftliche Regel: Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten der Abfallwirtschaft, Teil 1: Sammlung und Transport von Abfall (BGR 238-1). Ausg. 8/2007. Köln, Carl Heymanns 2007

Selbstverständlich ergonomisch

Thomas Kolbinger

Abteilung Sicherheit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (SiGe)

1 Einleitung

Die Umsetzung ergonomischer Erkenntnisse in die betriebliche Praxis kann erheblich dazu beitragen, das Arbeiten humaner, gesünder und sicherer zu gestalten. Diese Tatsache ist weder neu noch überraschend. Dennoch müssen wir immer wieder feststellen, dass Maschinennormen ohne die Beteiligung von ergonomischem Sachverstand erstellt werden, dass Maschinenkonstruktoren die ergonomische Gestaltung als nette Beigabe betrachten, dass Beschaffer in den Betrieben die ergonomische Gestaltung als überflüssigen Luxus ansehen, der die Maschine nur teuer macht und dass beim Maschinenführer im Betrieb eine neue Maschine mit großen Mängeln in der ergonomischen Gestaltung ankommt.

Wie können wir also erreichen, dass bei jeder Konstruktion einer Maschine, bei jeder Bereitstellung eines Arbeitsmittels im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung eine ergonomisch gute Gestaltung selbstverständlich umgesetzt wird? Wie können wir erreichen, dass die gegenwärtige Rechtslage auch gelebt wird?

2 Netzwerk ErgoMach

Nichts Geringerem als der Beantwortung dieser Fragen hat sich ErgoMach verschrieben. Die Idee zu ErgoMach entstand am Rande einer europäischen KAN/DGUV-Konferenz zur neuen Maschinen-Richtlinie im Jahr 2008. Im einem der Konferenz-Workshops wurde festgestellt, dass es zwar eine Vielzahl hervorragender Lösungen zu ergonomischen Fragestellungen gibt, diese aber viel zu wenig in die Praxis umgesetzt werden. Einen der Hauptgründe hierfür sehen die Beteiligten selbst in der häufig nicht oder nur mangelhaft vorhandenen Kommunikation zwischen Ergonomieexperten und Konstrukteuren von Maschinen. Dies spiegelt sich im Übrigen auch schon in der einschlägigen Normung wider. Sogar die Systematik der Risikobetrachtung in den Ergonomenormen ist nicht mit der Systematik der EN ISO 12100, der Leitnorm der Maschinennormung kompatibel. Selbst wenn ein Konstrukteur guten Willens ist und ergonomische Faktoren berücksichtigen möchte, kann er dies also nur mit Schwierigkeiten umsetzen.

ErgoMach
Integrating Ergonomics
in machinery Design

ErgoMach hat die auf der Konferenz entwickelten Ideen zur Verbesserung der Kommunikation zwischen den Beteiligten – Ergonomen, Maschinenkonstruktoren, Normungsfachleute, Beschaffer, Endnutzer, Präventionsfachleute und staatliche Stellen – aufgegriffen und setzt diese nach und nach um.

Ein beachtlicher Teil der in den Betrieben eingesetzten Arbeitsmittel sind Maschinen. In der nun seit gut einem Jahr gültigen überarbeiteten Maschinen-Richtlinie wurde explizit Wert darauf gelegt, dass die ergonomischen Anforderungen, indem sie erstmals in einem eigenen Absatz zusammengefasst werden, besonders hervorgehoben werden. Für Hersteller von Maschinen bedeutet dies, dass ergonomische Risikofaktoren, wie die Mensch-Maschine-Schnittstelle, die Unterschiedlichkeit von Bedienern, die Gestaltung des Bewegungsraums, der von der Maschine vorgegebene Arbeitstakt und die Dauer der Konzentration, die nötig ist, um die Maschine zu bedienen, schon bei der Planung der Maschine bedacht werden müssen. Insbesondere muss der durch diese Risikofaktoren entstehende

physische und psychische Stress in einer Gefährdungsbetrachtung darauf hin untersucht werden, ob bei der Benutzung der Maschine Gefährdungen durch Ermüdung oder körperliche Beschwerden entstehen können.

3 Leitfaden zur Maschinen-Richtlinie

ErgoMach hat im Auftrag der Europäischen Kommission im Abschnitt „Ergonomie“ des Leitfadens der Kommission zur neuen Maschinen-Richtlinie [1] die ergonomischen Anforderungen so erläutert, dass sie für Maschinenkonstruktoren verständlich werden. Im Mittelpunkt steht eine grafische Darstellung (Abbildung 1) der in der Maschinen-Richtlinie erwähnten Begriffe. Neben einer für Nicht-Ergonomen verständlichen Darstellung hat ErgoMach zu jedem Begriff in der Grafik ein kurzes Informationsblatt erstellt, auf dem auch Handlungsbeispiele und die Bezüge zu den einschlägigen Normen dargestellt sind. Diese zusätzlichen Erklärungen findet man zurzeit nur auf der ErgoMach-Internetseiten (www.ergomach.eu), ab der dritten Ausgabe des Kommissionsleitfadens werden sie aber als Links in den Leitfaden der Kommission eingearbeitet und dann zum Beispiel aus der oben gezeigten Grafik anklickbar sein. Das ist in EU-Leitfäden neu und vielleicht auch ein Beitrag zur Verbesserung der Software-Ergonomie bei der EU-Kommission.

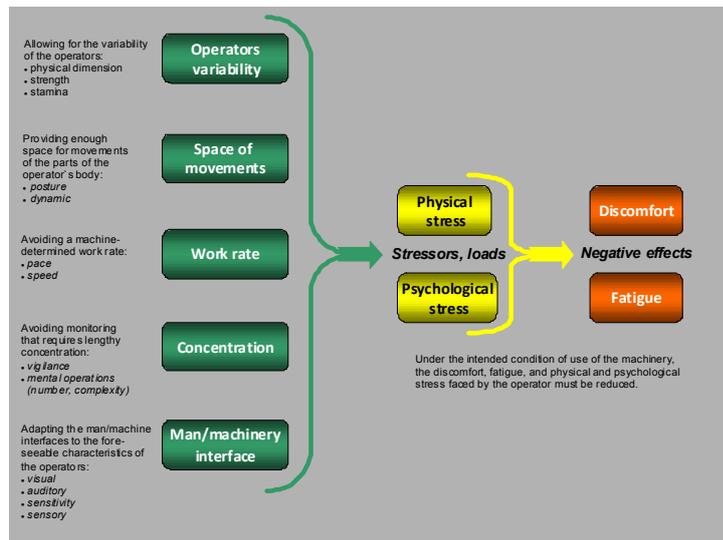


Abbildung 1:
Grafische Darstellung der ergonomischen Anforderungen der Maschinen-Richtlinie

4 Verbesserung der Kommunikation

ErgoMach war aber auch auf vielen anderen Feldern tätig, um die Kommunikation zwischen den verschiedenen Gruppen zu verbessern und einen Weg zu bahnen, damit ergonomisch gute Lösungen leichter in die Praxis finden.

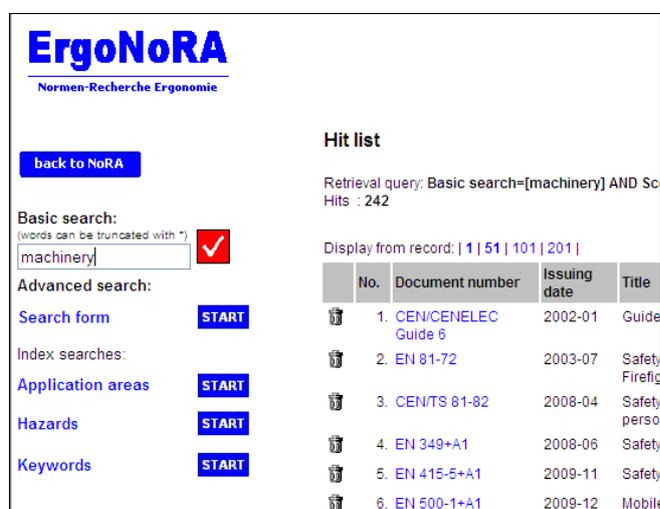
Auch auf der Ebene der Normung gibt es viel zu wenig Austausch zwischen den Technischen Komitees, in denen Ergonomieexperten ihre Normen schreiben, und den Technischen Komitees, in denen die Maschinenbauer arbeiten. Manche dieser Ergonomieexperten sind weit weg von der Praxis und in fast keinem Maschinen-Normungskomitee sitzt ein Ingenieur, der sich schon einmal ernsthaft mit Ergonomie befasst hat. Die Einrichtung einer ständigen Liaison zwischen den CEN/TCs 114 (Maschinen) und 122 (Ergonomie) soll einen Anfang für einen kontinuierlichen Austausch herstellen. Und da eine Liaison zwar ein gutes Zeichen, aber bei Weitem nicht ausreichend ist, wird im Augenblick ein Brückendokument erstellt. Das Brückendokument versucht, auf der Basis der nach der Maschinen-Richtlinie zu berücksichtigenden ergonomischen Faktoren, die Prinzipien der nach den Ergonomenormen vorzunehmenden Risikobetrachtung in die Prinzipien der Maschinenbasisnorm EN ISO 12100

einzubinden. Damit können Maschinenkonstrukteure künftig nach ihrem vertrauten Verfahren auch ergonomische Fragen bearbeiten.

Mit der sogenannten Feedback-Methode wurden in der Vergangenheit in einigen europäischen Staaten Maschinennutzer aus der Landwirtschaft und von Holzbearbeitungsmaschinen systematisch befragt, wie sie die Maschinen benutzen und wie sie deren ergonomische Eigenschaften bewerten. Diese Erkenntnisse wurden an die entsprechenden Normenausschüsse weitergeleitet. Bis dahin fehlte ein solches Feedback völlig: Weder Ergonomen noch Konstrukteure haben bisher systematisch den Umgang der Benutzer mit Maschinen außerhalb definierter Laborbedingungen breit untersucht und die Erkenntnisse in die Normung eingespeist. Das Technische Komitee CEN/TC 122/WG 2 hat deshalb auf Anregung von ErgoMach beschlossen, ein Normungsdokument zur Feedback-Methode zu erarbeiten. Es ist noch nicht entschieden, ob es sich dabei um eine Norm oder um einen Technischen Report handeln wird.

5 Internet als Kommunikationsmedium

Auch die Übertragung des Suchwerkzeuges ErgoNora¹ in eine englische Version ist ein nützliches Hilfsmittel für Konstrukteure. In die Suchmaske der ErgoNora-Datenbank (Abbildung 2) können Gefährdungen, Anwendungsgebiete und weitere Suchbegriffe eingegeben und damit nach einschlägigen Ergonomienormen gesucht werden. Dies ist nun für alle europäischen Experten möglich, da in der englischen Version nicht mehr auf nationale Normenbezeichnungen verwiesen wird, sondern nur noch die internationalen Bezeichnungen angezeigt werden.



ErgoNoRA
Normen-Recherche Ergonomie

back to NoRA

Basic search:
(words can be truncated with *)
machinery

Advanced search:
Search form START

Index searches:
Application areas START
Hazards START
Keywords START

Hit list

Retrieval query: Basic search=[machinery] AND So
Hits : 242

Display from record: | 1 | 51 | 101 | 201 |

No.	Document number	Issuing date	Title
1.	CEN/CENELEC Guide 6	2002-01	Guide
2.	EN 81-72	2003-07	Safety Firefig
3.	CEN/TS 81-82	2008-04	Safety perso
4.	EN 349+A1	2008-06	Safety
5.	EN 415-5+A1	2009-11	Safety
6.	EN 500-1+A1	2009-12	Mobile

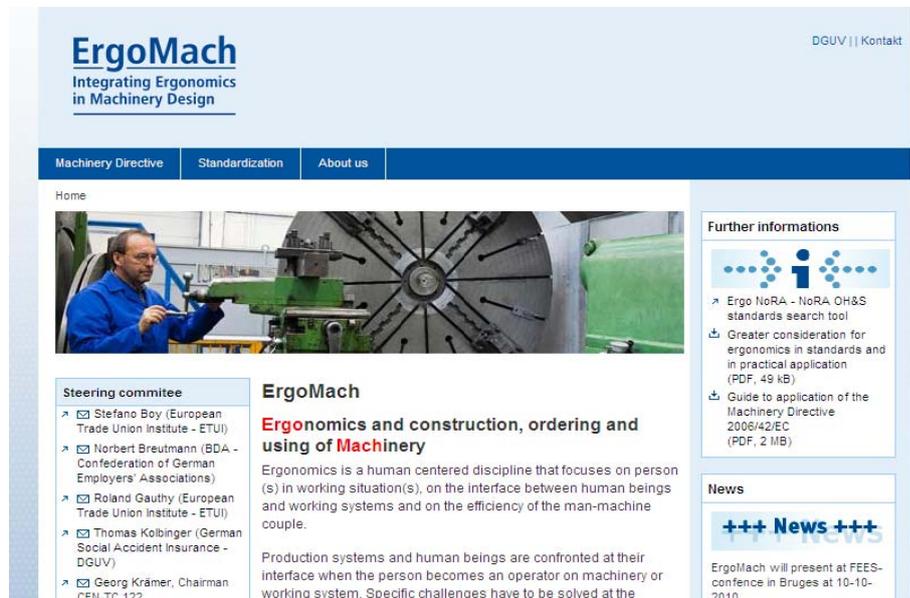
Abbildung 2:
Englische Startseite der
ErgoNoRA-Datenbank

Eines der ehrgeizigsten Ziele von ErgoMach ist die Schaffung einer internetbasierten europäischen Kommunikationsplattform, die einen gewinnbringenden Austausch zwischen allen Gruppen, also Konstrukteuren, Ergonomen, Benutzern, Einkäufern, Normungsexperten, Behörden und Präventionsfachleuten, ermöglichen soll. Um deren Wünsche ermitteln und die Einrichtung einer Kommunikationsplattform vorzubereiten, fand im Oktober 2009 ein europäischer Workshop statt. Auf der Basis der dort erzielten Ergebnisse wurde ein Businessplan erstellt, der die Grundlagen einer Kommunikationsplattform beschreibt – und auch auf der ErgoMach-Homepage (Abbildung 3) zu finden ist. ErgoMach wird ohne großen Aufwand die Möglichkeit der gegenseitigen Kontaktaufnahme schaffen und mit anschaulichen

¹ <http://www.nora.kan.de/ergo>, → Suchmaske

Beispielen guter betrieblicher Praxis – idealerweise in Form von kleinen Videos oder interaktiven Programmen – eine neue Kommunikationsmöglichkeit eröffnen. Im Oktober 2011 wird ErgoMach während des Kongresses zur A+A 2011 mit der Fachöffentlichkeit über die Weiterentwicklung des Internetangebotes diskutieren.

Abbildung 3:
Startseite des ErgoMach-Internetauftritts



Auf der Agenda von ErgoMach stehen noch weitere Projekte. Die Gruppe will zum Beispiel erreichen, dass im Anhang ZA jeder Norm, die gemäß der Maschinen-Richtlinie erstellt wird, ein verpflichtender Hinweis auf die ergonomischen Anforderungen aufgenommen werden soll. So könnte Maschinenkonstruktoren das Thema mehr ins Bewusstsein gebracht werden.

Hilfreich wäre auch die Einrichtung von Beratergruppen in den zahlreichen CEN/TCs, die sich mit der Maschinennormung befassen. Diese Beratergruppen – nach dem Modell der Beratergruppe „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit“ im TC 256 „Eisenbahnwesen“ – können ein oder mehrere Normungskomitees zur Umsetzung ergonomischer Anforderungen aus der Maschinenrichtlinie beraten.

ErgoMach wird aber nur Erfolg haben können, wenn die Grundidee – die Kommunikation zwischen den Ergonomen, Konstrukteuren, Einkäufern, Benutzern, der Marktüberwachung und den Präventionsfachleuten im Arbeitsschutz zum Thema Ergonomie nachhaltig herzustellen – von all diesen Gruppen aktiv unterstützt wird. Über die Internetseite www.ergomach.eu oder den Referenten steht ErgoMach jederzeit für Ideen offen.

Literatur

- [1] Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC. 2. Aufl. 2010. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guide_application_directive_2006-42-ec-2nd_edit_6-2010_en.pdf

Anschriften der Vortragenden/Autoren

Dr. med. Stefan Baars	Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Gewerbeärztlicher Dienst für Niedersachsen Am Listholze 74 30177 Hannover
Dr.-Ing. Claus Backhaus	Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft Ottenser Hauptstr. 54 20359 Hamburg
Dr. rer. nat. Rudolf Barrot	Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution Langwartweg 103-105 53129 Bonn
Karoline Bauer	Abteilung Sicherheit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (SiGe) Fockensteinstr. 1 81539 München
Dipl.-Ing. Knut Berg	Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD) Petersenstr. 30 64287 Darmstadt
Dipl.-Ing. Helmut Berger	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) Nikolaus-Dürkopp-Str. 8 33602 Bielefeld
Sigrid Bertzen	Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW) Sankt-Franziskus-Str. 146 40470 Düsseldorf
Dipl.-Ing. Christian Böser	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Ingo Bradl	Arbeitsmedizinisches Präventionszentrum Erfurt Lucas-Cranach-Platz 2 99097 Erfurt

Frank Breuer	Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) Königsbrücker Landstr. 2 01109 Dresden
Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder	Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD) Petersenstr. 30 64287 Darmstadt
Dipl.-Biol. Mark Brütting	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Rolf Bußmann	Berufsgenossenschaft Holz und Metall Semerteichstr. 98 44263 Dortmund
Dr. rer. nat. Sandra Dantscher	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Biol. Dirk Ditchen	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Rolf Ellegast	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Prof. Dr. med. Michael Falkenstein	Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Technischen Universität Dortmund (IfADo) Ardeystr. 67 44139 Dortmund
Dipl.-Ing. Susan Freiberg	Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) Königsbrücker Landstr. 2 01109 Dresden
Priv.-Doz. Dr. Sportwiss. Ulrich Glitsch	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin

Dipl.-Ing. Sonja Gütschow	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Prävention Hochbau Lise-Meitner-Ring 5 18059 Rostock
Dipl.-Ing. Dr. med. Joachim Hanse	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Arbeitsmedizinischer Dienst Zentrum Neumünster Wasbeker Str. 351a 24357 Neumünster
Dipl.-Ing. Renate Hanßen-Pannhausen	Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) Königsbrücker Landstr. 2 01109 Dresden
Dr. med. Volker Harth	Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Bürkle-de-Camp-Platz 1 44789 Bochum
Prof. Dr. med. Bernd Hartmann	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Arbeitsmedizinischer Dienst Holstenwall 8-9 20355 Hamburg
Dipl.-Päd. Andrea Hauck	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Arbeitsmedizinischer Dienst Holstenwall 8-9 20355 Hamburg
Dipl.-Phys. Michael Hauke	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr.-Ing. Christoph Hecker	Berufsgenossenschaft Holz und Metall Wilhelm-Theodor-Römheld-Str. 15 55130 Mainz
Dipl.-Ing. (FH) Ingo Hermanns	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin

Dipl.-Psych. Anna-Maria Hessenmöller	Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) Königsbrücker Landstr. 2 01109 Dresden
Dipl.-Chem. Thomas von der Heyden	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr. med. Ulrike Hoehne-Hückstädt	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr. rer. biol. hum. Dipl.-Ing. Michael Huelke	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Jubit	Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft Ottenser Hauptstr. 54 20359 Hamburg
Dipl.-Ing. Uwe Kaulbars	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Peter Keilholz	Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution (BGHW) Langwartweg 103-105 53129 Bonn
Bodo Köhmstedt	Unfallkasse Rheinland-Pfalz Orensteinstr. 10 56626 Andernach
Thomas Kolbinger	Abteilung Sicherheit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (SiGe) Fockensteinstr. 1 81539 München
Dr. rer. pol. Markus Kohn	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Kraft	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse Gustav-Heinemann-Ufer 130 50968 Köln
Rainer Lietz	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Limke	Berufsgenossenschaft Holz und Metall Semerteichstr. 98 44263 Dortmund
Melanie Lorenz	Abteilung Sicherheit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (SiGe) Fockensteinstr. 1 81539 München
Monika Lüdke	Berufsgenossenschaft Holz und Metall Präventionsdienst Elsterstr. 8a 04109 Leipzig
Dipl.-Ing. Nicole Lundershausen	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. (FH) Andy Lungfiel	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Rena Mahlberg	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Andreas Mahr	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) Stab ÖPNV/Bahnen Fontenay 1a 20354 Hamburg
Dipl.-Phys. Rüdiger März	Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe Lortzingstr. 2 55127 Mainz

Dr.-Ing. Jürgen Maue	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr. phil. Sportwiss. MA Falk Mörl	Arbeitsmedizinisches Präventionszentrum Erfurt Lucas-Cranach-Platz 2 99097 Erfurt
Dr. phil. Peter Nickel	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Georg Nischalke-Fehn	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
M. P. H. Andrew Orrie	Abteilung Sicherheit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (SiGe) Fockensteinstr. 1 81539 München
Dipl.-Sicherheits.-Ing. (FH) Bettina Palka	Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) Geschäftsstelle Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Simone Peters	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Markus Post	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Prof. Dr. med. Monika Annemarie Rieger	Institut für Arbeits- und Sozialmedizin Universitätsklinikum Tübingen Wilhelmstr. 27 72074 Tübingen
Dr. med. Markus Sander	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft Bezirksverwaltung Berlin, Prävention Markgrafenstr. 18 10969 Berlin

Dr. rer. nat. Michael Schaefer	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Alte Heerstr. 111 53757 Sankt Augustin
Dr.-Ing. Karlheinz Schaub	Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD) Petersenstr. 30 64287 Darmstadt
Dr. med. Grita Schedlbauer	Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) Pappelallee 35/37 22089 Hamburg
Andrea Sinn-Behrendt	Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD) Petersenstr. 30 64287 Darmstadt
Dipl.-Ing. Gerold Soestmeyer	Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) Hunscheidtstr. 18 44789 Bochum
Dr. med. Michael Spallek	Europäische Forschungsvereinigung für Umwelt und Gesundheit im Transportwesen (EUGT e. V.) Thielallee 69 14195 Berlin
Dipl.-Ing. Ulf Steinberg	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Nöldnerstr. 40-42 10317 Berlin
Dipl.-Ing. Erwin Stengelin	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) Prävention Steinhäuserstr. 10 76135 Karlsruhe
Dipl.-Ing. Detlef Trippler	Berufsgenossenschaft Holz und Metall Zur Wetterwarte 27 01109 Dresden
Dr.-Ing. Jurij Wakula	Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt (IAD) Petersenstr. 30 64287 Darmstadt

Dr. Sportwiss. Britta Weber

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
Alte Heerstr. 111
53757 Sankt Augustin

Dipl.-Ing. Jörg Weymann

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)
Stab ÖPNV/Bahnen
Fontenay 1a
20354 Hamburg

Fred-Dieter Zagrodnik

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung-
Mittelstr. 51
10117 Berlin

Dr. rer. nat. Hanna Zieschang

Institut für Arbeit und Gesundheit der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
(IAG)
Königsbrücker Landstr. 2
01109 Dresden

Entwurf 28.10.2010

**4. Fachgespräch Ergonomie
am 10. und 11. November 2010 im IFA, Sankt Augustin**

PROGRAMM – Mittwoch, 10. November 2010

10:00 Uhr	Eröffnung R. Ellegast (IFA) und H. Zieschang (IAG)
	Konzeptive Ergonomie
10:10 Uhr	Einsatz von Menschmodellen zur konzeptiven Arbeitsgestaltung (M. Brütting et al. / IFA)
10:30 Uhr	Einsatz von VR zur Sichtfeldgestaltung von Baumaschinenführern (Ch. Böser et al. / IFA)
10:50 Uhr	Einsatz von VR zur Unfallverhütung und zur Usability (P. Nickel et al. / IFA)
11:10 Uhr	Konzeptive ergonomische Gestaltung von Flugzeugküchen in Flugzeugen (I. Hermanns et al. / IFA)
11:30 Uhr	Konzeptive Ergonomie in einem mittelständischen Unternehmen – ein Erfahrungsbericht (P. Limke / MMBG)
11:50 Uhr	Diskussion: Welche Unterstützung / Hilfsmittel brauchen die UV-Träger?
12:15 Uhr – 13:00 Uhr	Mittagspause
	Angewandte Ergonomie Teil 1
13:00 Uhr	Das ergonomische Klassenzimmer, ein Beitrag zur guten gesunden Schule (A. Orrie, H. Zieschang, S. Peters et al. / SiGe, IAG, IFA)
13:20 Uhr	Ergo KiTa – Ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen in Kindertageseinrichtungen (B. Weber et al. / IFA, UK NRW, UK RP, BGW, IAD)
13:40 Uhr	Kompetenzen bei älteren Arbeitnehmern: Wie lassen sie sich erfahrbar machen? (S. Freiberg et al. / IAG, IfADo)
14:00 Uhr	Kraftatlas zur ergonomischen Bewertung kraftbetonter Tätigkeiten (U. Glitsch et al. / IFA, BGM, IAD)
14:20 Uhr	Ergonomie an Kassenarbeitsplätzen (P. Keilholz, U. Hoehne-Hückstädt / BGHW, IFA)
14:40 Uhr	Maßnahmen zur Reduzierung von ungünstigen Körperhaltungen in der Pflege (S. Freitag et al. / BGW)
15:00 Uhr – 15:30 Uhr	Kaffeepause

**4. Fachgespräch Ergonomie
am 10. und 11. November 2010 im IFA, Sankt Augustin**

PROGRAMM – Mittwoch, 10. November 2010

	Angewandte Ergonomie Teil 2
15:30 Uhr	TAQP – Untersuchung einer ergonomischen Hebehilfe und eines speziellen Gepäckbandes bei der Verladung von Gepäckstücken am Frankfurter Flughafen (M. Kohn et al. / SiGe, IFA)
15:50 Uhr	GDA – Programm „Feinmechanik“ (K. Kraft et al. / BGETEM)
16:10 Uhr	Beleuchtung bei Schichtarbeit (G. Soestmeyer et al. / BG RCI, BG ETEM, VBG, IAG)
16:30 Uhr	Innovatives Ergonomie-Praxisseminar der VMBG (R. Bußmann / VMBG)
16:50 Uhr	„Vom Hörsaal bis zum Mähdrescher“ – Arbeiten der KAN im Bereich Ergonomie (B. Palka / KAN)
17:10 Uhr	Abschluss 1. Tag Abendveranstaltung ab 19.00 Uhr (optionale Teilnahme)

4. Fachgespräch Ergonomie am 10. und 11. November 2010 im IFA, Sankt Augustin

PROGRAMM – Donnerstag, 11. November 2010

08:30 Uhr	Berufskrankheit und Prävention
08:30 Uhr	Gonkatas – Können Kniebelastungen durch Befragungen abgeschätzt werden? (D. Ditchen et al. / IFA, BG BAU)
08:50 Uhr	Prävention von arbeitsbedingten Kniebelastungen – hat die Ergonomie eine Chance? (B. Hartmann et al. / BG BAU)
09:10 Uhr	Rückenstützen zur Entlastung von arbeitsbedingten Zwangshaltungen – eine Studie (B. Hartmann, I. Bradl, S. Gütschow / BG Bau, BGN– APZ Erfurt)
09:30 Uhr	Bewertung von Carpal-Tunnel-Syndrom (CTS-) Risikoarbeitsplätzen (U. Hoehne-Hückstädt et al. / IFA)
09:50 Uhr	Arbeitsanalyse im Möbelspeditions-gewerbe (C. Backhaus / BG Verkehr)
10:15 Uhr – 10:45 Uhr	Kaffeepause
	Physische Inaktivität an Arbeitsplätzen/Strategie Gefährdungsbeurteilung
10:45 Uhr	Interventionsstudie zur Bewegungsförderung an Büroarbeitsplätzen (B. Weber et al. / IFA, IPA)
11:05 Uhr	Info Map Bürostühle – „Von der Forschung in die Praxis“ (H. Berger et al. / VBG, IFA, TNO)
11:25 Uhr	Erprobung eines Fahrersitzes mit Speicherung der Sitzposition im Linienbus (Sitzmemory) (A. Mahr et al. / VBG, IFA)
11:45 Uhr	Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung für besonders ausgewählte Arbeitnehmergruppen - eine Handlungshilfe der VMBG (D. Trippler, M. Lüdke, H. Zieschang / MMBG, IAG)
12:05 Uhr	Gefährdungsbeurteilung physische Belastungen- aktuelle Strategien zur einheitlichen Vorgehensweise (R. Ellegast et al. / IFA)
12:20 Uhr – 13:00 Uhr	Mittagspause
13:00 Uhr	Belastungen des MS-Systems bei Ziehen und Schieben von Müllbehältern (M. Post et al. / IFA, BG Verkehr)
13:20 Uhr	Ergo Mach – eine europäische Kommunikationsplattform zum Thema Ergonomie (T. Kolbinger / SiGe)
13:40 Uhr	Abschlussdiskussion, Fazit (R. Ellegast und H. Zieschang / IFA, IAG)
14:00 Uhr – 15:00 Uhr	Besichtigungsrundgang in 3 Gruppen: IFA Ergonomielabor, IFA VR-Labor, IAG Ergonomiestand