

# Zentralblatt

für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie



**Teil 1**

## Die Deutsche Wirbelsäulenstudie

Heft **9**  
Band **57**  
**2007**

Ihr Partner für qualifizierte Informationen

# Zentralblatt

für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie

Sie sorgen für sichere und gesunde Arbeitswelten?

Wir unterstützen Sie mit Publikationen zu:

- ▶ **Arbeitsmedizin**
- ▶ **Arbeitsschutz**
- ▶ **Ergonomie**

Profitieren auch Sie von Praxisnähe und Nutzwert, die Ihnen diese Zeitschrift bietet! Mit 12 Ausgaben pro Jahr sowie einer Fülle von wichtigen Informationen und Beiträgen, die Sie für Ihre tägliche Arbeit brauchen. Von angesehenen Arbeitsmedizinern überprüft und selbstverständlich peer reviewed. Darüber hinaus, exklusiv für Abonnenten, mit einer umfangreichen Vertiefungsebene im Internet unter [www.zentralblatt-online.de](http://www.zentralblatt-online.de) – inklusive Heftarchiv, systematischer Stichwortsuche und modernem E-Paper.

**Jetzt bestellen!**  
Fax: 06221/6446-40



*Ja,*

ich möchte ein Jahresabo der Zeitschrift Zentralblatt für Arbeitsmedizin zu den unten genannten Konditionen

Sie erhalten ein Jahresabo einschließlich des Zugangs zum Onlinearchiv der Fachzeitschrift **Zentralblatt für Arbeitsmedizin** (12 Ausgaben) ab der nächsten Ausgabe zu einem Preis von € 149,00 zzgl. Versandkosten.

Vor- und Zuname

Firma

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon, Fax

E-Mail

Datum/Unterschrift

ZB92007

Antwort

**Zentralblatt**

für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie

Leserservice

Dischingerstraße 8

69123 Heidelberg

**Vertrauensgarantie:** Mir ist bekannt, dass ich die Vereinbarung innerhalb von 10 Tagen in Textform (Brief, Fax oder E-Mail) beim Verlag kündigen kann. Die Frist beginnt mit Absendung der Bestellung.

Fax-Antwort: 06221/6446-40



Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH

Dischingerstr. 8, 69123 Heidelberg; Fax: 06221/6446-40, [leserservice@haefner-verlag.de](mailto:leserservice@haefner-verlag.de)

Geschäftsführer: Katja Kohlhammer, Peter Dilger; Amtsgericht Mannheim HRB 330 630

# Zentralblatt

für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie



## Die Deutsche Wirbelsäulenstudie

### Teil 1

September Nr. 9/2007

September No. 9/2007

Septembre No. 9/2007

A. Kranig

**Grundlagen und Ziele der Deutschen Wirbelsäulenstudie**  
242

O. Linhardt, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, J. Grifka

**Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie**  
243–250

R. Ellegast, D. Ditchen, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler

**Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition durch die Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie**  
251–263

M. Jäger, O. Geiß, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, O. Linhardt, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, A. Luttmann

**Biomechanische Analysen zur Belastung der Lendenwirbelsäule innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie**  
264–276

M. Michaelis, F. Hofmann, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Nübling, G. Petereit-Haack, A. Seidler

**Risikobranchen und -berufe für die Entwicklung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie**  
277–286

A. Kranig

**Basics and targets of the German Spine Study**  
242

O. Linhardt, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, J. Grifka

**Study design of the German Spine Study**  
243-250

R. Ellegast, D. Ditchen, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler

**Survey on work-related spinal exposures by technical experts of the German accident insurance institutions within the German Spine Study**  
251-263

M. Jäger, O. Geiß, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, O. Linhardt, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, A. Luttmann

**Biomechanical analyses on lumbar load within the German Spine Study**  
264-276

M. Michaelis, F. Hofmann, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Nübling, G. Petereit-Haack, A. Seidler

**Economic sectors and occupations at risk for the development of lumbar spine diseases – Results of the German Spine Study**  
277-286

A. Kranig

**Bases et objectifs de l'étude allemande de la colonne vertébrale**  
242

O. Linhardt, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, J. Grifka

**Concept de l'étude allemande de la colonne vertébrale**  
243-250

R. Ellegast, D. Ditchen, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler

**Collecte de données concernant l'exposition professionnelle de la colonne vertébrale par les services de surveillance technique des organismes d'assurance accident dans le cadre de l'étude allemande de la colonne vertébrale**  
251-263

M. Jäger, O. Geiß, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, O. Linhardt, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, A. Luttmann

**Étude allemande de la colonne vertébrale: analyses biomécaniques concernant le stress de la colonne vertébrale lombaire**  
264-276

M. Michaelis, F. Hofmann, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Nübling, G. Petereit-Haack, A. Seidler

**Branches et métiers à risque pour l'apparition de maladies de la colonne vertébrale lombaire liées aux disques intervertébraux – Résultats de l'étude allemande de la colonne vertébrale**  
277-286

Teil 2 der Deutschen Wirbelsäulenstudie erscheint in der Ausgabe 10/2007 des Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie

## Grundlagen und Ziele der Deutschen Wirbelsäulenstudie

Die 1993 eingeführten Berufskrankheiten der Wirbelsäule haben der Praxis der Unfallversicherungsträger, der Sozialgerichte und der Gutachter von Anfang an erhebliche Probleme bereitet. Das betraf (und betrifft zum Teil noch heute) die Beurteilung der „arbeitstechnischen Voraussetzungen“ ebenso wie die medizinische Begutachtung mit den Fragen nach einem BK-typischen Schadensbild und der Abgrenzung nicht arbeitsbedingter Ursachen. Nach vielen – nur teilweise erfolgreichen – Versuchen zur Klärung dieser Fragen in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts hat der Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG, jetzt Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV) Anfang dieses Jahrzehnts zwei wesentliche Schritte unternommen: Einberufung einer Konsensus-Arbeitsgruppe sowie Initiierung und Finanzierung der Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS). Damit sollten die wissenschaftlichen Grundlagen dieser Berufskrankheiten – insbesondere der für die Praxis bedeutsamsten BK Nr. 2108 BKV – besser abgeklärt werden, als es im amtlichen Merkblatt angesichts lückenhafter wissenschaftlicher Erkenntnisse zunächst möglich war.

Die Konsensus-Gruppe befasste sich mit den medizinischen Abgrenzungsfragen, dem Unterlassungszwang und der Bemessung der Minderung der Erwerbsfähigkeit. Ihre Ergebnisse sind im Jahr 2005 in „Trauma und Berufskrankheit“ veröffentlicht worden. Sie haben festgehalten, was allgemein in den maßgeblichen medizinischen Disziplinen als gesichert und anerkannt angesehen werden kann. Sie haben aber auch deutlich gemacht, dass es zu bestimmten Fragen noch keine gesicherten Erkenntnisse gibt. Gerade wegen dieser wissenschaftlichen Transparenz und Fairness sind die Konsensempfehlungen weitestgehend begrüßt und vor allem auch in der Rechtsprechung akzeptiert worden. Eine erste Bilanz auf den Potsdamer BK-Tagen im November 2006 hat diesen Eindruck bestätigt.

Etwa zur gleichen Zeit wie für die Konsensusgruppe – im Jahr 2002 – fiel auch der Startschuss für die Deutsche Wirbelsäulenstudie. Ihre Ergebnisse liegen nunmehr vor. Die zur Vergabe des Forschungsauftrags und im Verlauf des Vorhabens zu treffenden Entscheidungen waren nicht einfach. Der HVBG als Auftraggeber und die von Herrn Prof. Bolm-Audorff geleitete Forschungsgruppe haben dabei angestrebt, die sich bei jeder epidemiologischen Forschung stellenden Probleme zu erfassen und möglichen Fallstricken zu entgehen, die nicht ganz zu vermeidenden Schwachpunkte so gering wie möglich zu halten und sie durch entsprechend transparente Darstellung einer offenen und fairen wissenschaftlichen Diskussion zugänglich zu machen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit ist auf folgende Punkte hinzuweisen, die ein möglichst gut fundiertes Ergebnis der Studie gewährleisten sollten:

Der HVBG hat gemeinsam mit Experten und nach Beratung in seinen Gremien das Studiendesign entwickelt und die Studie öffentlich ausgeschrieben. Die Interessenten mit den überzeugendsten Angeboten wurden zu einem Verbund aus 5 Forschungsstandorten, der Studienleitung und einem Koordinationszentrum zusammengeführt. Die Vor- und Nachteile verschiedener Studientypen – insbesondere einer prospektiven Verlaufsstudie im Sinn einer Kohortenstudie und der letzten Endes durchgeführten Fall-Kontroll-Studie – wurden abgewogen. Das Forschungskonzept wurde im März 2003 einer größeren Fachöffentlichkeit vorgestellt, kritisch erörtert und letzten Endes bestätigt.

Es wurden zahlreiche konzeptionelle Festlegungen getroffen, um Schwächen früherer vergleichbarer Studien zu vermeiden bzw. zu minimieren. Zu nennen sind insbesondere:

- Alle relevanten Fachdisziplinen – Arbeitsmedizin, Epidemiologie, Orthopädie, Radiologie, Arbeitsphysiologie – wurden einbezogen.
- Die Studie wurde als Multi-Center-Studie durchgeführt, mit dem Vorteil, Probanden aus Gebieten mit unterschiedlicher Prägung der Wirtschaftszweige und damit der beruflichen Belastungen zu gewinnen.
- Es wurde zwischen Männern und Frauen sowie zwischen den Krankheitsentitäten Prolaps und Chondrose differenziert.
- Die in Fall-Kontroll-Studien üblichen Interviews wurden ergänzt durch eingehendere Interviews von Aufsichtspersonen der Unfallversicherungsträger, um deren Erfahrungen und Kenntnisse der Belastungssituationen in den verschiedenen Gewerbezweigen in die schwierige retrospektive Expositionsbeurteilung einzubringen.
- Die genaue Diagnose wurde durch orthopädische und radiologische Zweitbefundung mit weiterer Qualitätssicherung verifiziert.
- Es wurden Wirbelsäulenbelastungen über die in den BK-Tatbeständen berücksichtigten Handhabungen von Lasten, Schwingungen und extremen Rumpfbeugehaltungen hinaus einbezogen. Das derzeit mit Billigung des Bundessozialgerichtes in Berufskrankheitenverfahren angewandte Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) bezieht sich auf diese gesetzlichen Grundlagen. Daher greift die Studie zwangsläufig über die Validierung dieses Dosismodells hinaus.
- Die Dosis-Wirkung-Beziehungen wurden anhand einer Vielzahl von Dosismodellen überprüft.
- Aus den Erhebungen der Aufsichtspersonen der Unfallversicherungsträger zur externen Belastung wurden auf der Grundlage eines bewährten arbeitsphysiologisch-biomechanischen Modells – „Der Dortmunder“ – Kennwerte der Wirbelsäulenbelastung berechnet.

Damit wurde die Grundlage gelegt, besser belastbare und differenziertere Aussagen über Dosis-Wirkung-Beziehungen zwischen wirbelsäulenbelastenden Tätigkeiten und bandscheibenbedingten Wirbelsäulenerkrankungen zu erhalten, als sie in früheren Studien gewonnen werden konnten. In der Folgezeit muss die erforderliche genaue Auswertung und wissenschaftliche Diskussion der Studienergebnisse zeigen, welche Schlüsse für Prävention und Entschädigung daraus zu ziehen sind.

**Andreas Kranig**

**Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Orthopädische Universitätsklinik Regensburg, Bad Abbach<sup>1</sup> ■ Landesgewerbearzt Hessen, Wiesbaden<sup>2</sup> ■ Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik und Sektion Arbeitsmedizin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg<sup>3</sup> ■ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin<sup>4</sup> ■ Institut für Arbeitsmedizin, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main<sup>5</sup> ■ Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Bergische Universität Wuppertal<sup>6</sup> ■ Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin<sup>7</sup> ■ Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund<sup>8</sup> ■ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin<sup>9</sup>

## Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie\*

Oliver Linhardt<sup>1</sup>, Ulrich Bolm-Audorff<sup>2</sup>, Annetkatrin Bergmann<sup>3</sup>, Dirk Ditchen<sup>4</sup>, Rolf Ellegast<sup>4</sup>, Gine Elsner<sup>5</sup>, Johannes Haerting<sup>3</sup>, Friedrich Hofmann<sup>6,7</sup>, Matthias Jäger<sup>8</sup>, Alwin Luttmann<sup>8</sup>, Martina Michaelis<sup>7</sup>, Gabriela Petereit-Haack<sup>2</sup>, Andreas Seidler<sup>5,9</sup>, Joachim Grifka<sup>1</sup>

O. Linhardt, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, J. Grifka: Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 243–250

**Schlüsselwörter:** Deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS) – manuelle Lastenhandhabung – lumbaler Prolaps – lumbale Chondrose – Studiendesign

**Zusammenfassung:** In einer populationsbezogenen multizentrischen Fall-Kontroll-Studie (Deutsche Wirbelsäulenstudie – DWS) bei 915 Fällen mit lumbaler Erkrankung der Bandscheiben und 901 Kontrollprobanden wurde die Dosis-Wirkung-Beziehung zwischen beruflichen Wirbelsäulenbelastungen durch Lastenhandhabung und Rumpfbeugung einerseits sowie Bandscheibenerkrankungen der Lendenwirbelsäule andererseits untersucht. Bei den 915 Fällen handelt es sich im Einzelnen um 286 männliche Patienten (Fallgruppe 1) und 278 weibliche Patienten (Fallgruppe 2) mit stationärer oder ambulanter Behandlung in einer Klinik wegen LWS-Prolaps mit sensiblem und/oder motorischen Wurzelsyndrom sowie 145 männliche Patienten (Fallgruppe 3) und 206 weibliche Patienten (Fallgruppe 4) mit stationärer oder ambulanter Behandlung in einer Klinik oder ambulanter Behandlung in einer orthopädischen Praxis wegen einer fortgeschrittenen Chondrose mit Bandscheibenverschmälerung der LWS und Nachweis eines sensiblen und/oder motorischen Wurzelsyndroms oder eines lokalen Lumbalsyndroms (letzteres mit einem Finger-Boden-Abstand von  $\geq 25$  cm).

Die Fälle wurden in Kliniken oder orthopädischen Praxen im Raum Frankfurt am Main, Freiburg, Halle und Regensburg rekrutiert und einbezogen, sofern sie in einem bestimmten geographischen Gebiet im Umkreis dieser Städte ihren ersten Wohnsitz hatten. Bei den Kontrollprobanden handelte es sich um eine Zufallsstichprobe der Wohnbevölkerung in derselben Region. Fälle und Kontrollen mussten zum Zeitpunkt der Rekrutierung ein Alter zwischen 25 und 70 Jahren aufweisen. Die Diagnose bei den Fällen wurde durch eine radiologische und klinische Zweitbeurteilung überprüft.

Die Responserate bei den Fällen lag bei 66,4% und bei den Kontrollen bei 53,4%. Die Nonresponder-Analyse ergab, dass die Responserate sowohl bei Fällen als auch bei Kontrollen bei Probanden mit Dienstleistungsberufen höher war als bei Probanden mit Arbeiter- und Handwerkerberufen. Hinweise für einen differentiellen Response bei Fällen und Kontrollen in Abhängigkeit vom sozialen Status fanden sich somit nicht.

Bei Fällen und Kontrollen wurde ein etwa 1,5-stündiges, standardisiertes persönliches Interview durch geschulte Interviewerinnen zu beruflichen Wirbelsäulenbelastungen durchgeführt. Ferner wurden Informationen u. a. zu Belastungen durch Freizeitbeschäftigung und Sport sowie Größe, Gewicht und Vorerkrankungen der Wirbelsäule erhoben.

Bei Probanden, deren berufliche Belastung festgelegte „Auslöseschwellen“ überschritten, wurde ein etwa 2-stündiges, semistandardisiertes umfassendes Interview durch Mitglieder der Technischen Aufsichtsdienste („TAD“) der Unfallversicherungsträger zu beruflichen Tätigkeiten mit relevanter Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabung, Rumpfnäigung und -torsion sowie Ganzkörperschwingungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der TAD-Befragung zu externen Belastungsfaktoren wurden biomechanisch analysiert. Als Kennwerte der Wirbelsäulenbelastung wurde die Druckkraft auf die lumbosakrale Bandscheibe für jeden Belastungsvorgang berechnet und nach insgesamt 10 Dosismodellen – einschließlich des Mainz-Dortmunder Dosismodells – mit teilweise herabgesetzten Schwellenwerten für Rumpfnäigung und Bandscheiben-Druckkraft bei Lastenhandhabung, mit Berücksichtigung von anderen Handhabungsarten wie Ziehen oder Schieben neben Heben und Tragen sowie mit verschiedenen Wichtungen der Druckkraft gegenüber der Vorgangsdauer (linear, quadratisch, kubisch oder tetradisch) über Schichten und das Berufsleben kumuliert. Diese Vorgehensweise mit mehreren Dosismodellen wurde gewählt, um den Zusammenhang zwischen Exposition und Erkrankungsrisiko mathematisch bestmöglich zu beschreiben.

Anschrift für die Autoren:

Priv.-Doz. Dr. med. Oliver Linhardt  
Orthopädische Universitätsklinik Regensburg ■ Kaiser-Karl-V-Allee 3 ■ 93077 Bad Abbach  
Telefon: ++49+9405-4838 ■ Facsimile: ++49+9405-18-2925 ■ E-Mail: o.linhardt@rheuma-ortho-zentrum.de

\*Mit finanzieller Unterstützung des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. ausgeführte Forschungsarbeit

## Study design of the German Spine Study

O. Linhardt, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, J. Grifka: Study design of the German Spine Study. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 243-250

**Key words:** German Spine Study EPILIFT – manual materials handling – lumbar disc herniation – lumbar chondrosis – study design

**Summary:** In a population-based multi-centre case-control study (German Spine Study EPILIFT) on 915 cases with disc-related diseases in the lumbar spine and 901 control subjects, the dose-response relationship was investigated between occupational spine loading caused by manual materials handling and trunk flexion, on the one hand, and lumbar spine diseases, on the other hand. The 915 cases can be characterized by the following groups: 286 male (case group 1) and 278 female patients (case group 1) with outpatient or inpatient treatment in a hospital because of lumbar disc herniation with sensitive and/or motor radix syndrom as well as 145 male patients (group 3) and 206 female patients (group 4) with inpatient or outpatient treatment in a hospital or outpatient treatment in an orthopaedic practice due to severe osteochondrosis combined with reduction of the disc height and the verification of a sensitive and/or motor radix syndrome or a local lumbar syndrome (the latter with a finger-bottom-distance of at least 25 cm).

In the regions of Frankfurt am Main, Freiburg, Halle and Regensburg, the case subjects were recruited in hospitals or orthopaedic practices and were included in the study if the persons had their main residence in defined surrounding regions of the respective cities. The control subjects represent a random sample of the resident population in the same regions. Case and control subjects should be aged between 25 to 70 years at the date of recruitment. For the case subjects, the diagnosis was verified with a second radiological and clinical assessment.

The response rate was 66.4% among the case subjects and 53.4% among the control subjects. The analysis of the nonresponders showed that in both cases and controls, the white-collar workers had a higher response rate than the blue-collar workers. Consequently, there was no evidence for a differential bias in cases and controls with reference to the social status.

At both cases and controls a standardized individual interview lasting about one and a half hour was conducted by trained interviewers concerning occupational spine-related exposure. Furthermore, information was gathered about, amongst others, exposure to hobby and sports as well as body height, weight and former diseases of the spine.

At those subjects who exceeded defined occupational "exposure thresholds", a semi-standardised comprehensive expert interview of about two hours was performed by the technical inspectors of the institutions for statutory accident insurance and prevention ("Technischer Aufsichtsdienst", "TAD").

## Concept de l'étude allemande de la colonne vertébrale

O. Linhardt, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, J. Grifka: Concept de l'étude allemande de la colonne vertébrale. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 243-250

**Mots clé:** Etude allemande de la colonne vertébrale – manipulation manuelle de charges – prolapsus lombaire – chondrose lombaire – concept d'étude.

**Résumé:** Dans une étude cas-témoins multicentrique portant sur une population (étude allemande de la colonne vertébrale ou DWS) réalisée auprès de 915 cas souffrant d'une affection lombaire des disques intervertébraux et de 901 témoins, la relation de dose-effet entre les stress professionnels de la colonne vertébrale provoqués par la manipulation de charges et la flexion du tronc d'une part et les maladies des disques intervertébraux de la colonne vertébrale lombaire d'autre part a été examinée. Dans les 915 cas, il s'agit de 286 patients (groupe 1) et de 278 patientes (groupe 2) suivant ou ayant suivi un traitement stationnaire ou ambulatoire dans une clinique pour cause de prolapsus de la colonne vertébrale lombaire avec un syndrome radiculaire sensible et/ou moteur ainsi que de 145 patients (groupe 3) et de 206 patientes (groupe 4) avec un traitement stationnaire ou ambulatoire dans une clinique ou un cabinet d'orthopédie (traitement ambulatoire) pour cause de chondrose avancée avec rétrécissement des disques intervertébraux de la colonne vertébrale lombaire et preuve de l'existence d'un syndrome radiculaire sensible et/ou moteur ou d'un syndrome lombaire local (avec un écart doigt-sol de 25 cm minimum).

Les cas ont été recrutés dans des cliniques ou des cabinets d'orthopédie dans la région de Francfort-sur-le-Main, de Fribourg, de Halle et de Ratisbonne, dans la mesure où ils avaient leur premier domicile dans un périmètre géographique déterminé autour de ces villes. Les sujets témoins étaient des personnes prises au hasard dans la population résidant dans cette même région. Les cas et les témoins devaient être âgés de 25 à 70 ans au moment de leur recrutement. Le diagnostic établi pour les cas a été confirmé par un deuxième examen radiologique et clinique.

Le taux de réponse était de 66,4% pour les cas et de 53,4% pour les témoins. L'analyse des non-réponses a révélé que le taux de réponse aussi bien pour le groupe de cas que pour le groupe de témoins chez des sujets exerçant un métier dans les services était plus élevé que chez les sujets ouvriers ou manuels. Aucun indice pour une réponse différentielle chez les cas et les témoins en fonction du statut social n'a ainsi été trouvé.

Pour les cas et les témoins, une interview personnelle standard d'environ 90 minutes a été réalisée par des personnes formées sur les stress professionnels de la colonne vertébrale. De plus, des informations relatives entre autres aux stress provoqués par la pratique d'un passe-temps ou d'un sport tout comme la taille, le poids et les antécédents médicaux de la colonne vertébrale ont été recueillies.

*In this interview, information was obtained to occupational activities with relevant spine-related exposure induced by manual materials handling, trunk inclination and twisting or by whole-body vibration.*

*The results of the TAD interview to external loading factors were biomechanically analysed. As characteristic values of spinal load, the compressive force on the lumbosacral disc was calculated for each loading activity and cumulated for working shifts and the occupational life applying, in total, ten cumulative dose models – the “Mainz-Dortmund dose model” included – with partially reduced thresholds for trunk inclination and disc-compression at materials handling, with consideration of other types of handling modes like pulling and pushing, besides lifting and carrying, as wells as with several weightings of the lumbar compression in relation to activity duration (linear, squared, cubic or tetra-powered). This methodology of 10 dose models was chosen in order to identify the mathematically optimum relationship between exposure and disease risk.*

*Pour les sujets dont le stress professionnel a dépassé des «seuils de déclenchement» fixés, une interview approfondie et en partie standard d'environ 2 heures a été réalisée par des membres des «services de surveillance technique» («TAD») des organismes d'assurance accident à propos des activités professionnelles avec un stress important de la colonne vertébrale provoqué par la manipulation de charges, l'inclinaison et la torsion du tronc ainsi que par les vibrations du corps entier.*

*Les résultats du questionnaire des TAD sur les facteurs de stress externes ont été soumis à une analyse biomécanique. On a calculé comme valeurs caractéristiques du stress de la colonne vertébrale, la force de compression sur le disque intervertébral lumbosacral pour chaque manipulation stressante et cumulé selon un total de 10 modèles de dose – y compris le modèle de dose Mainz-Dortmund – avec des valeurs seuil en partie revues à la baisse pour l'inclinaison du tronc et une force de compression des disques intervertébraux lors de la manipulation de charges, en tenant compte d'autres types de manipulation comme la traction ou la poussée en plus du levage et de la portée ainsi qu'avec diverses pondérations de la force de compression par rapport à la durée de la manipulation (linéaire, quadratique, cubique ou tétradratique) sur les journées de travail et la vie professionnelle. Cette manière de procéder avec plusieurs modèles de dose a été choisie afin de décrire mathématiquement de manière aussi juste que possible la relation entre l'exposition et le risque de maladie.*

## 1. Einführung

Bei der Deutschen Wirbelsäulenstudie handelt es sich um eine multizentrische populationsbezogene Fall-Kontroll-Studie, in welcher die Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen beruflichen Wirbelsäulenbelastungen durch Lastenhandhabung und Rumpfbeugung bzw. -torsion sowie Bandscheibenerkrankungen der Lendenwirbelsäule untersucht wurde. In den vier klinischen Studienzentren (Frankfurt am Main, Freiburg, Halle, Regensburg) erfolgte die Akquirierung der Fälle und Kontrollen. Die Studienleitung, bei welcher alle Studiendaten gesammelt und hinsichtlich von Dosis-Wirkungs-Beziehungen ausgewertet wurden, unterlag dem Zentrum in Wiesbaden (Bolm-Audorff et al. 2007).

Insgesamt wurde bei 915 Fällen mit lumbaler Erkrankung der Bandscheiben und 901 Kontrollprobanden die Dosis-Wirkungs-Beziehung untersucht. Bei den 915 Fällen handelt es sich im Einzelnen um folgende Fallgruppen:

- 286 männliche Patienten (Fallgruppe 1) und 278 weibliche Patienten (Fallgruppe 2) mit stationärer oder ambulanter Behandlung in einer Klinik wegen LWS-Prolaps mit sensiblen und/oder motorischem Wurzelsyndrom.
- 145 männliche Patienten (Fallgruppe 3) und 206 weibliche Patienten (Fallgruppe 4) mit stationärer oder ambulanter Behandlung in einer Klinik oder ambulanter Behandlung in einer orthopädischen Praxis wegen einer fortgeschrittenen Chondrose mit Bandscheibenverschmälerung der LWS und Nachweis eines sensiblen und/oder motorischen Wurzelsyndroms oder eines lokalen Lumbalsyndroms (letzteres mit einem Finger-Boden-Abstand von mindestens 25 cm).

Die Fälle wurden in Kliniken oder orthopädischen Praxen im Raum Frankfurt, Freiburg, Halle und Regensburg rekrutiert und einbezogen, sofern sie in ei-

nem bestimmten geographischen Gebiet im Umkreis dieser Städte ihren ersten Wohnsitz hatten. Bei den Kontrollprobanden handelt es sich um eine Zufallsstichprobe der Wohnbevölkerung in derselben Region. Fälle und Kontrollen mussten zum Zeitpunkt der Rekrutierung ein Alter zwischen 25 und 70 Jahren aufweisen. Die Diagnose bei den Fällen wurde durch eine radiologische und klinische Zweitbeurteilung überprüft.

## 2. Expositionsermittlung und -auswertung

Bei Fällen und Kontrollen erfolgte nach Überprüfung der Einschlusskriterien ein etwa 1,5-stündiges, standardisiertes persönliches Erstinterview durch geschulte Laien-Interviewer zu beruflichen Wirbelsäulenbelastungen durch Lastenhandhabung, Rumpfbeugung und Ganzkörperschwingungen. Ferner wurden Informationen u.a. zu Belastungen durch Freizeitbeschäftigung und Sport

sowie Größe, Gewicht und Vorerkrankungen der Wirbelsäule erhoben.

In diesem standardisierten Erstinterview waren der Fragentext und die Antwortvorgabe festgelegt. Sie stellten damit einen wesentlichen Bestandteil der Vereinheitlichung der Befragungen dar. Darüber hinaus bedurfte es einer Reihe von Regeln und Hilfestellungen für den Interviewer, um sicherzustellen, dass die Unterschiedlichkeit der Angaben und nicht die der Interviewbedingungen für die Ergebnisse verantwortlich waren. Zu diesen Regeln zählten folgende:

- Der Interviewer eignete sich eine professionelle Neutralität gegenüber dem Befragten an, d.h. er befragte alle Interviewpartner gleich, unabhängig ob Fall- oder Kontrollproband, ob sympathisch oder unsympathisch. Zu dieser Neutralität gehörte auch, dass er das Erstinterview nicht in Form eines Gespräches durchführte, sondern eine „Frage-Antwort-Situation“ aufrechterhielt. Das bedeutete wiederum, dass er auf keinen Fall seine eigene Meinung zum Thema oder einzelnen Fragen äußern durfte, um die Antwortauswahl des Befragten nicht zu beeinflussen. Der Interviewer durfte lediglich bei der Klärung von Fragen unterstützen, wozu auch die Erstintervieweranweisungen, die in einer Datenbank eingetragen sind, beitragen.
- Nicht nur die Durchführung des eigentlichen Erstinterviews stellte hohe Anforderungen an die kommunikative Kompetenz der Interviewer; auch die Eingangsphase direkt vor der Befragung war wichtig für das Gelingen des Interviews und verlangte Umsicht. Der Interviewer musste in knappen Worten das Ziel der Untersuchung darstellen („Wir führen eine Studie zum Thema Arbeit und Gesundheit durch und wollen mit der Befragung die beruflichen Belastungen abklären“), ohne auf die Hauptfragestellung der Studie einzugehen, um das Ergebnis nicht zu beeinflussen. Dann musste mit dem Probanden (dies gilt nur für die Kontrollprobanden) die Einverständniserklärung durchgegangen wer-

den. Erst wenn diese unterschrieben war, konnte das Interview fortgesetzt werden.

Probanden, die eine Mindestdosis beruflicher Belastungen im Erstinterview überschritten, wurden an das Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA) gemeldet. Im BGIA erfolgte die Koordination der Technischen Aufsichtsdienste (TAD) der Unfallversicherungsträger. Hierauf wurde ein etwa 2-stündiges, semistandardisiertes persönliches Zweitinterview durch Mitglieder der TAD zur Höhe der beruflichen Belastungen durch Lastenhandhabung, Rumpfbeugung und -torsion sowie Ganzkörperschwingungen durchgeführt (Ellegast et al. 2007).

Die Ergebnisse der TAD-Erhebung zur externen Belastung wurden hinsichtlich der korrespondierenden Wirbelsäulenbelastung im Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (IfADo) analysiert. Dazu wurden – als Maß der situativen Wirbelsäulenbelastung – die Druckkräfte an der lumbosakralen Bandscheibe mit Hilfe von biomechanischen Modellrechnungen für jede belastungsrelevante Situation bestimmt. Daraus wurde unter Verwendung von 10 verschiedenen kumulativen Dosismodellen einschließlich des Mainz-Dortmunder Dosismodells MDD (Hartung et al. 1999, Jäger et al. 1999) die kumulative Wirbelsäulenbelastung für typische Schichten und das Berufsleben individuell erhoben. Bei den Dosismodellen wurden, im Vergleich zum MDD, teilweise herabgesetzte Schwellenwerte für Rumpfeigung und Druckkräfte bei Lastenhandhabung, neben Heben oder Tragen auch andere Formen der Lastenhandhabung wie Ziehen oder Schieben sowie andere Wichtungen der Druckkraft relativ zur Einwirkungsdauer (1. bis 4. Potenz: linear, quadratisch, kubisch oder tetradisch) berücksichtigt (Jäger et al. 2007).

Die epidemiologische Analyse der umfangreichen Daten zu Exposition und Erkrankungen hinsichtlich der Prüfung von Dosis-Wirkung-Zusammenhängen sowie der Selektierung des bestangepassten Dosismodells erfolgte – zur Gewährleistung einer „unbeeinflussten Auswertung“ – nach einem im Vorhinein

festgelegten Konzept. Mit Hilfe von logistischen Regressionsanalysen wurden bei Berücksichtigung der verschiedenen kumulativen Dosismodelle entsprechende Odds Ratios berechnet und für Alter und Studienzentrum sowie weitere Confounder adjustiert. Die Güte der Modellanpassung wurde mit Hilfe des Akaike-Information-Kriterium geprüft (Erläuterungen siehe Seidler et al. 2007). Die Zusammenhangsanalysen wurden für die vier in der DWS zugrundeliegenden Fallgruppen, d.h. getrennt für Männer und Frauen sowie für Prolaps und Chondrose durchgeführt.

### 3. Kriterien zur Fallrekrutierung

#### 3.1 Einschlusskriterien zur Erstmanifestation der Erkrankung

Die Erstmanifestation der Erkrankung nach ärztlicher Diagnosestellung durfte nicht länger als 10 Jahre vor Erfassung des Patienten als Fall in dieser Studie zurückliegen. Dabei bezog sich die Erstdiagnose auf das jeweilige Wirbelsäulensegment entsprechend dem aktuellen Befund.

#### 3.2 Einschlusskriterien zur Vorbehandlung

Als Vorbehandlung – invasiv und/oder konservativ – wurden früher im Lendenwirbelsäulenbereich durchgeführte Operationen, aber auch konservative, stationär durchgeführte Behandlungen der entsprechenden Fallgruppenerkrankungen verstanden. Die Operation bzw. stationäre Behandlung durfte nicht länger als 10 Jahre zurückliegen, sonst wurde der Patient von der Rekrutierung ausgeschlossen.

#### 3.3 Definition des Bandscheibenprolaps

Die Fallrekrutierung erfolgte neben der klinischen Untersuchung auf der Basis radiologischer Befunde des LWS-Bandscheibenprolaps durch den niedergelassenen bzw. den Klinikradiologen. (Röntgen- bzw. Magnetresonanztomographie- (MRT-) oder Computertomographie- (CT-) Bilder wurden für die Studie nicht erstellt.) Alle radiologischen Ergebnisse wurden durch einen zweiten, von der Studienleitung beauf-

tragten Radiologen validiert. Im Sinne der Falldefinition lag ein LWS-Bandscheibenprolaps vor, wenn Bandscheibengewebe im CT und/oder MRT um 5 mm oder mehr über die gerade Verbindungslinie der dorsalen Begrenzung der Wirbelhinterkante hinaus nach dorsal ragte (Prolaps Grad III). Der sequestrierte Prolaps wurde als Grad IV eingeteilt. Massenverschiebungen der Bandscheibe um mehr als 3 mm und weniger als 5 mm über die Verbindungslinie der dorsalen Begrenzung der Wirbelkörperhinterkante galten als Grenzbefund. Je fokaler der Befund ausgedehnt war, desto eher wurde ein Prolaps diagnostiziert. Bei der Bewertung waren die räumlichen Verhältnisse zu beachten, die fokale Ausdehnung des Befundes wurde nach der visuellen Einschätzung in Relation zu den umgebenen Strukturen eingeordnet. Ein basaler Abgangswinkel des verlagerten Bandscheibengewebes von 60° bis 90° sprach für die Einordnung als Bandscheibenvorfall, ebenso eine im Verhältnis zur Länge des dorsalen Bandscheibenumfangs sowie zur dorsalen Ausdehnung des Befundes geringe

Breite der Bandscheibenverlagerung (Prolaps Grad II). Bei Fällen mit einer Massenverschiebung von  $\leq 3$  mm sowie bei Fällen mit einer Massenverschiebung um  $>3$  mm bis  $<5$  mm ohne die oben genannten Kriterien der fokalen Ausdehnung des Befundes wurden als Protrusion der Bandscheibe eingestuft (Protrusion Grad I); der Patient wurde somit nicht in die entsprechende Fallgruppe 1 oder 2 aufgenommen. Die o.g. Definition des Bandscheibenprolaps entspricht der Röntgenklassifikation der Konsensus-Arbeitsgruppe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften zur Begutachtung der Berufskrankheit Nr. 2108 BKV (Bolm-Audorff et al. 2005).

### 3.4 Definition einer fortgeschrittenen Chondrose

Als fortgeschrittene Chondrose wurde in der Studie die Verminderung der Bandscheibenhöhe verstanden. Die fortgeschrittene Chondrose (Chondrose Grad II) zeichnet sich durch eine Verminderung des mittigen Intervertebralraumes um mehr als ein Drittel im Ver-

gleich zu den angrenzenden Intervertebralräumen aus. Sie galt als „*Conditio sine qua non*“ für alle im Folgenden genannten radiologischen Befunde und Krankheitsbilder. Es musste in jedem Fall eine fortgeschrittene Chondrose vorliegen, um einen Patienten in Fallgruppe 3 oder 4 aufnehmen zu können. So konnten zum Beispiel auch Patienten mit Bandscheibenprotrusionen (die eine Verengung des Spinalkanals bewirken und zu neurologischen Ausfällen führen) bei gleichzeitig vorliegender fortgeschrittener Chondrose in die Studie aufgenommen werden. Die letztliche Beurteilung des Ausmaßes der Bandscheibendegeneration lag beim radiologischen Zweitgutachter. Die Definition der fortgeschrittenen Chondrose im Rahmen dieser Studie entspricht der Chondrose Grad II bis IV der oben genannten Röntgenklassifikation zur Begutachtung der Berufskrankheit Nr. 2108 BKV (Bolm-Audorff et al. 2005). Hierbei wird die Chondrose wie folgt eingeteilt:

- keine Chondrose: Verminderung des mittigen Intervertebralraumes  $<20\%$

*Tabelle 1: Ergebnisse der radiologischen Zweitbefundung von Bandscheibenvorfällen (BSV) der Fallgruppen 1 und 2 bei 564 Patienten. Anzahl der Befunde der einzelnen Segmente mit Einteilung nach Grad und Lokalisation des Vorfalls.*

*Table 1: Results of the radiological second examination of disc herniation of case groups 1 and 2 for 564 patients. Number of findings of the individual segments with classification of the degree and localisation of the disc herniation.*

*Tableau 1: Résultats du deuxième examen radiologique des hernies discales des groupes de cas 1 et 2 chez 564 patients. Nombre de résultats de chacun des segments avec répartition par degré et localisation de l'incident.*

BSV Lokalisation	Radiol. Befunde insgesamt	Grad II	Grad III	Grad IV	Medial	Mediolateral	Lateral
BSV LWK 1/2	6	3 (50%)	1 (17%)	2 (33%)	2 (33%)	3 (50%)	1 (17%)
BSV LWK 2/3	24	10 (42%)	10 (42%)	4 (16%)	7 (29%)	12 (50%)	5 (21%)
BSV LWK 3/4	60	21 (35%)	28 (47%)	11 (18%)	19 (32%)	27 (45%)	14 (23%)
BSV LWK 4/5	260	75 (28%)	132 (51%)	53 (20%)	95 (36%)	142 (55%)	23 (9%)
BSV LWK5/SWK1	261	61 (23%)	152 (58%)	48 (19%)	84 (32%)	162 (62%)	15 (6%)

Tabelle 2: Ergebnisse der radiologischen Zweitbefundung von Chondrosen der Fallgruppen 3 und 4 bei 351 Patienten. Anzahl der Befunde der einzelnen Segmente mit Einteilung nach Chondrosegrad.

Table 2: Results of the radiological second examination of chondrosis of case groups 3 and 4 for 351 patients. Number of findings of the individual segments with classification of the degree of chondrosis.

Tableau 2: Résultats de l'examen radiologique des chondroses des groupes de cas 3 et 4 sur 351 patients. Nombre des résultats de chacun des segments avec répartition en fonction du degré de la chondrose.

Lokalisation	Radiol. Befunde insgesamt	Grad II	Grad III	Grad IV
Chondrose LWK 1/2	20	13 (65%)	7 (35%)	0 (0%)
Chondrose LWK 2/3	39	25 (64%)	14 (36%)	0 (0%)
Chondrose LWK 3/4	88	69 (78%)	18 (21%)	1 (1%)
Chondrose LWK 4/5	191	102 (53%)	86 (45%)	3 (2%)
Chondrose LWK5/SWK1	214	108 (50%)	100 (47%)	6 (6%)

- Chondrose Grad I: Verminderung des mittleren Intervertebralraumes  $\geq 20$  bis 34%
- Chondrose Grad II: (fortgeschrittene Chondrose): Verminderung des mittleren Intervertebralraumes  $\geq 34$  bis 50%
- Chondrose Grad III: Verminderung des mittleren Intervertebralraumes  $\geq 50\%$
- Chondrose Grad IV: ankylosierende Chondrose

### 3.5 Fallgruppen-Entscheidungen in Sonderfällen

Erfüllten Patienten die Einschlusskriterien für beide Fallgruppen ( Bandscheibenprolaps und fortgeschrittene Chondrose) gleichermaßen, wurde wie folgt entschieden:

- Bei Irritationen unterschiedlicher Nervenwurzeln (Prolaps und fortgeschrittene Chondrose in unterschiedlichen Segmenten) wurde der Patient in diejenige Fallgruppe eingeteilt, die der führenden klinischen Symptomatik entsprach (z.B. bei

einem Bandscheibenvorfall in der Höhe L5/S1 mit sensomotorischen Ausfällen und einer Chondrose im Bereich L3/4 mit alleinigen sensiblen Ausfällen Einteilung in Fallgruppe 1 bzw. 2 wegen der ausgeprägteren klinischen Symptomatik).

- Bei Irritationen gleicher Nervenwurzeln (Prolaps und fortgeschrittene Chondrose im gleichen Segment) wurde der Patient in Fallgruppe 3 bzw. 4 eingeteilt, sofern die Beschwerden durch eine fortgeschrittene Retrospondylose, Spondylarthrose, Rezessusstenose oder Spinalkanalstenose verursacht wurden. Ansonsten wurde der Patient der Fallgruppe 1 bzw. 2 zugeordnet.
- Zeigten sowohl der Bandscheibenvorfall als auch die fortgeschrittene Chondrose bei Irritation unterschiedlicher Nervenwurzeln genau die gleiche klinische Symptomatik, wurde der Patient in Fallgruppe 3 bzw. 4 eingeteilt. In den Kliniken und Praxen wurden Patienten mit Prolaps und fortgeschrittener Chon-

drose mit rein lokalen, pseudoradikulären oder radikulären Schmerzen ohne neurologische Ausfälle generell ausgeschlossen. Protrusionen waren jedoch kein Ausschlussgrund.

Lag vom Patienten nur ein Röntgenbild mit einer radiologisch befundeten fortgeschrittenen Chondrose vor, wurde der Patient bei Erfüllung der übrigen Kriterien eingeschlossen, obwohl ein MRT oder CT zum Ausschluss eines Bandscheibenvorfalles nicht angefertigt worden war.

## 4. Ergebnisse

### – Radiologische Zweitbeurteilung

Durch einen Radiologen wurde eine zweite Befundung des Bildmaterials vorgenommen. Die radiologische Beurteilung umfasste dabei die Befundung des Bandscheibenprolaps sowie der fortgeschrittenen Chondrose an der Lendenwirbelsäule mit entsprechender Gradeinteilung (siehe Tabelle 1 und 2).

Die radiologische Zweitbeurteilung erfolgte nach oben genannter Röntgenklassifikation zur Begutachtung der Berufskrankheit Nr. 2108 BKV (Bolm-Audorff et al. 2005). Bei der radiologischen Zweitbeurteilung zeigten sich hauptsächlich drittgradige, mediolaterale Bandscheibenvorfälle in den letzten beiden Segmenten (Tabelle 1) und zweit- und drittgradige Chondrosen in den letzten beiden Segmenten (Tabelle 2).

Die Hauptlokalisierung der Vorfälle und Chondrosen in den beiden untersten lumbalen Segmenten ist dadurch zu erklären, da in diesen Bereichen die größten Belastungen auftreten, wodurch das vermehrte Auftreten von bandscheibenbedingten Erkrankungen erklärt wird (Krämer et al. 1994).

Die Vorfälle waren in allen Gruppen überwiegend mediolateral lokalisiert. Das entspricht auch den Ergebnissen von Krämer et al. (1994), bei denen die Hauptlokalisierung des Vorfalles mediolateral zu finden ist. Ein weiterer Grund dafür könnte sein, dass nur symptomatische Vorfälle mit radikulärer Symptomatik in die Studie aufgenommen wurden. Diese Vorfälle sind meist in unmittelbarer Nähe zur Nervenwurzel, also mediolateral lokalisiert.

## 5. Radiologische Drittbeurteilung

Durch einen Drittgutachter wurden die Ergebnisse des radiologischen Zweitgutachters stichprobenhaft validiert. Für die radiologische Drittbeurteilung des Bildmaterials galten die gleichen Kriterien wie für die radiologische Zweitbeurteilung. Dazu wurden die Bilder der ersten 25 rekrutierten Patienten jedes Studienzentrums herangezogen und befundet (insgesamt 100 Fälle).

Der Vergleich der radiologischen Zweit- und Drittbeurteilung bei 100 Fällen ergab einen Kappa-Wert von 0,80 bei Bandscheibenvorfällen (Fallgruppen 1 und 2) sowie einen Kappa-Wert von 0,86 für fortgeschrittene Chondrosen (Fallgruppen 3 und 4).

## 6. Klinische Zweitbeurteilung

In der Orthopädischen Universitätsklinik Regensburg wurden für alle von den Kliniken und Praxen gemeldeten potentiellen Fälle der klinische Befundbogen und die radiologische Zweitbeurteilung anhand der Ein- und Ausschlusskriterien sowie die Übereinstimmung zwischen klinischem und radiologischem Befund überprüft. Die Fälle wurden in eine der Fallgruppen 1 bis 4 eingruppiert bzw. als Fall verworfen. Bei 1.112 potentiellen Fällen wurde eine klinische Zweitbeurteilung durchgeführt. 915 Fälle entsprachen dabei den Einschlusskriterien und wurden für die Studie „freigegeben“. 197 Fälle (17,7%) wurden mit folgenden Gründen ausgeschlossen:

- 149 Fälle: weder Bandscheibenvorfall (BSV) noch Chondrose radiologisch befundet,
- 36 Fälle: Chondrose ohne neurologisches Defizit, jedoch mit BSV aus den Arztpraxen,
- 10 Fälle: klinische Symptomatik passt nicht zum radiologischen Befund,
- 1 Fall: Patient wurde vor mehr als 10 Jahre an der LWS operiert,
- 1 Fall: Bandscheiben-OP im Chondrose-Segment in Fallgruppe 3 und 4.

## 7. Auswahl der Kontrollen

### 7.1 Stichprobenziehung

Über Dateien der Einwohnermeldeämter wurden Populationskontrollen ge-

wonnen, d.h. zufällig aus einer definierten Wohnbevölkerung ausgewählte Probanden im Alter von 25 bis 70 Jahren. Dafür wurde ein Antrag auf Datenübermittlung bei den Meldeämtern mit Vorlage des positiven Bescheids des Datenschutzbefragten vorgelegt. Die Auswahl der Kontrollpersonen wurde nicht – wie in Fall-Kontroll-Studien häufig üblich – entsprechend der Altersverteilung der Fälle standardisiert, sondern so belassen, wie sie in der Zufallsstichprobe vorgefunden wurde. Diese so genannte nicht altersgematchte Gewinnung von Kontrollpersonen war erwünscht, um neben den Odds Ratios als „klassischen“ Effektschätzern des relativen Erkrankungsrisikos in Fall-Kontroll-Studien auch „alternative“ Effektschätzer (z.B. „Risk and Rate Advancement Periods“) berechnen zu können.

Aufgrund der Bevölkerungsbasierung des Studiendesigns mussten die Kontrollen eine möglichst unverfälschte Teilmenge der Wohnbevölkerung im definierten Einzugsgebiet darstellen. Die Zusammensetzung der Kontrollgruppe spiegelt also nicht die der Fälle wider (kein „Matching“), sondern orientierte sich an der Zusammensetzung der Wohnbevölkerung. Die regionale Verteilung der Kontrollen auf beispielsweise verschiedene Kreise oder Städte entspricht demnach der Bevölkerungsverteilung und nicht der Herkunft der Fälle. Die Befragung der Kontrollen erfolgte parallel zur Fallhebung, um eine bessere Vergleichbarkeit der Interviewbedingungen zu erhalten und eine kürzere Gesamtlaufzeit der Studie zu ermöglichen.

### Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

www.lgl.bayern.de



Wir suchen für die Akademien für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz (AGEV) in München zum nächstmöglichen Zeitpunkt einen/eine

### Facharzt/-ärztin für Arbeitsmedizin und Zusatzbezeichnung Sozialmedizin

#### Aufgaben:

Die Akademie für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (ASUMED) unter dem Dach der Akademie für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz beim LGL veranstaltet in Abstimmung mit der Bayerischen Landesärztekammer Weiterbildungskurse für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin. Ihre Aufgabe ist die konzeptionelle Weiterentwicklung, inhaltliche Ausgestaltung, Organisation und Durchführung der Weiterbildungslehrgänge sowie entsprechender Fortbildungsveranstaltungen.

#### Anforderungen:

- mehrjährige Berufserfahrung und umfassende Fachkenntnisse in der Arbeits- und Sozialmedizin sowie möglichst Tätigkeit im Gewerbeärztlichen Dienst
- Facharzt/-ärztin für innere Medizin wünschenswert
- idealerweise methodische, pädagogische und didaktische Erfahrungen in der Erwachsenenbildung
- großes Organisationsgeschick und hohes persönliches Engagement
- Team-, Kritik- und Konfliktfähigkeit, überdurchschnittliche Kooperations-, Kontakt- und Kommunikationsfähigkeit sowie Überzeugungskraft

Wegen der herausgehobenen Funktion im Bereich der Gesundheitsverwaltung des Freistaates Bayern ist der Dienstposten mit der BesGr. A14/A15 bzw. entspr. Entgeltgruppe nach dem TV-L bewertet. Die Stelle ist grundsätzlich teilzeitfähig, sofern durch Job-Sharing die ganztägige Wahrnehmung der Aufgabe gesichert ist. Bei im Wesentlichen gleicher Eignung werden Schwerbehinderte bevorzugt berücksichtigt. Bewerbungen von Frauen werden ausdrücklich begrüßt.

Ansprechpartnerin: Fr. Dr. Bellof, Tel. 089 2184-295.

Ihre Bewerbung richten Sie bis 01.10.2007 unter Angabe des Kennwortes „Stellenausschreibung 0734“ an:

**Bayer. Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit**  
Postfach 2509, 91013 Erlangen

## 7.2 Einschlusskriterien

Es galten folgende Einschlusskriterien für die Probandenrekrutierung:

- aktueller Wohnsitz in der Studienregion,
- ausreichende deutsche Sprachkenntnisse,
- Alter zwischen 25 und 70 Jahren zum Zeitpunkt der Stichprobenziehung.

Von den Meldeämtern wurden neben den Kontaktdaten der nach dem Zufallsprinzip ausgewählten Personen (Name, Vorname, evtl. Titel, Anschrift) folgende soziodemografische Informationen eingeholt, um die Non-Responder-Analyse durchzuführen: Tag der Geburt, Geschlecht, Staatsangehörigkeit(en).

## 7.3 Rekrutierung der Kontrollprobanden

Die postalischen Anschreiben mit der Bitte um Teilnahme wurden in mehreren Wellen versandt. Über die jeweils ausgewählten Personen wurde in den vier klinischen Studienzentren eine Verlaufsdatei geführt, in der der jeweilige Teilnahmezustand und der aktuelle Stand des Interviews festgehalten wurden.

Die Ziehung von Unterstichproben erfolgte aus der Adressdatei nach dem Zufallsprinzip. Die Personen der jeweils gezogenen Unterstichprobe wurden mit der Bitte um Teilnahme an der Studie angeschrieben. Das erste Anschreiben beinhaltete neben der Einladung zur Teilnahme die Studieninformation, einen Rückmeldebogen mit Einverständnis- oder Verweigerungserklärung mit vorfrankiertem Rückumschlag sowie dem positiven Bescheid des Hessischen Datenschutzbeauftragten und das Votum der Ethikkommission (Hessische Landesärztekammer). Bei fehlender Rückmeldung erfolgte eine telefonische Kontaktaufnahme. Konnte kein Kontakt hergestellt werden, wurde ein Erinnerungsschreiben versandt. blieb auch dieser Versuch erfolglos, erfolgten zuvor schriftlich oder telefonisch mit Terminangabe angekündigte Hausbesuche mit der Bitte um Teilnahme. Wenn der Proband nach der Stichprobenziehung bereits verzogen und zu weit vom Studienzentrum entfernt wohnte, wurde ein drittes Anschreiben mit den Anlagen des ersten Schreibens versandt.

Signalisierte der Proband Teilnahmebereitschaft, vereinbarte der zuständige Interviewer einen Besuchstermin und führte das Erstinterview durch. Lehnte der Proband eine Studienteilnahme ab, konnte er dies dem Studienzentrum auf dem Rückmeldebogen mitteilen. In diesem Zusammenhang wurde auch versucht, den am längsten ausgeübten Beruf zu erfragen und in diesem Bogen festzuhalten.

Die Verlaufsdatei bildete die Grundlage für eine fundierte Nonresponder-Analyse, um eine Beurteilung der Repräsentativität der untersuchten Bevölkerungsstichprobe zu ermöglichen.

## 8. Responserate

Die Responserate bei den Fällen lag bei 66,4% und bei den Kontrollen bei 53,4%. Die Nonresponder-Analyse ergab, dass die Responserate sowohl bei Fällen als auch bei Kontrollen bei Probanden mit Dienstleistungsberufen höher war als bei Probanden mit Arbeiter- und Handwerkerberufen. Hinweise für einen differentiellen Response bei Fällen und Kontrollen in Abhängigkeit vom sozialen Status fanden sich somit nicht.

## 9. Literatur

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

Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Geiß O, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Nübling M, Peterreit-Haack G, Schumann B, Seidler A (2007) Epidemiologische Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei der Berufskrankheit 2108 (Deutsche Wirbelsäulenstudie), Abschlussbericht. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), Sankt Augustin

Ellegast R, Ditchen D, Bergmann A, Bolm-Audorff U, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Peterreit-Haack G, Seidler A (2007) Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition durch die Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger im Rah-

men der Deutschen Wirbelsäulenstudie. Zbl Arbeitsmed 57: 251-263

Hartung E, Schäfer K, Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (1999) Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108. Teil 2: Vorschlag zur Beurteilung der arbeitstechnischen Voraussetzungen im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 34: 112–122

Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Schäfer K, Hartung E, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (1999) Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108. Teil 1: Retrospektive Belastungsermittlung für risikobehaftete Tätigkeitsfelder. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 34: 101–111

Jäger M, Geiß O, Bergmann A, Bolm-Audorff U, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Linhardt O, Michaelis M, Peterreit-Haack G, Seidler A, Luttmann A (2007) Biomechanische Analysen zur Belastung der Lendenwirbelsäule innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie. Zbl Arbeitsmed 57: 264-276

Krämer J (1994) Bandscheibenbedingte Erkrankungen. Thieme, Stuttgart

Seidler A, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Peterreit-Haack G, Bolm-Audorff U (2007) Zusammenhang zwischen der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabungen und lumbalen Prolapserkrankungen – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. Zbl Arbeitsmed 57: (Nr.10/2007 im Druck)

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin<sup>1</sup> ■ Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik und Sektion Arbeitsmedizin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg<sup>2</sup> ■ Landesgewerbeamt Hessen, Wiesbaden<sup>3</sup> ■ Institut für Arbeitsmedizin, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main<sup>4</sup> ■ Orthopädische Universitätsklinik Regensburg, Bad Abbach<sup>5</sup> ■ Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Bergische Universität Wuppertal<sup>6</sup> ■ Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin<sup>7</sup> ■ Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund<sup>8</sup> ■ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin<sup>9</sup>

## Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition durch die Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie\*

Rolf Ellegast<sup>1</sup>, Dirk Ditchen<sup>1</sup>, Annetkatrin Bergmann<sup>2</sup>, Ulrich Bolm-Audorff<sup>3</sup>, Gine Elsner<sup>4</sup>, Joachim Grifka<sup>5</sup>, Johannes Haerting<sup>2</sup>, Friedrich Hofmann<sup>6,7</sup>, Matthias Jäger<sup>8</sup>, Oliver Linhardt<sup>5</sup>, Alwin Luttmann<sup>8</sup>, Martina Michaelis<sup>7</sup>, Gabriela Petereit-Haack<sup>3</sup>, Andreas Seidler<sup>4,9</sup>

R. Ellegast, D. Ditchen, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler: Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition durch die Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 251–263

**Schlüsselwörter:** Deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS) – Expositionserhebung – manuelle Lastenhandhabung – belastungsintensive Körperhaltungen – Ganzkörperschwingungen

**Zusammenfassung:** Im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS), einer populationsbezogenen Fall-Kontroll-Studie mit 915 Fällen und 901 Kontrollen, wurde zur Untersuchung von Dosis-Wirkung-Beziehungen zwischen beruflichen Wirbelsäulenbelastungen und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule ein zweigestuftes Verfahren der Expositionsermittlung angewandt. In einer ersten Befragung durch Laien-Interviewer konnten 1317 Probanden identifiziert werden, die in ihrem Berufsleben gewissen Mindestbelastungen durch manuelle Lastenhandhabungen, Arbeiten mit stark bis extrem vorgebeugtem Oberkörper oder Ganzkörperschwingungen ausgesetzt waren. Von diesen erklärten sich schließlich 1202 Probanden bereit, an einer intensiven Belastungsermittlung durch arbeitstechnische Experten der gesetzlichen Unfallversicherungsträger teilzunehmen. Diese Ermittlung umfasste detaillierte Angaben zu beruflichen Belastungen durch Tätigkeiten wie Heben, Tragen, Ziehen, Schieben, Werfen oder Schaufeln von Lasten ab ca. 5 kg, Arbeiten in starker oder extremer Rumpfbeugung und –torsion sowie Einwirkungen von Ganzkörpervibrationen. Auf diese Weise wurde die Exposition über das gesamte Berufsleben eines Probanden rekonstruiert.

Die Qualität der Expositionsermittlung in dieser Studie ist im Vergleich zu den bisher auf diesem Forschungsgebiet durchgeführten Studien als wesentlich höher einzustufen. Die Ergebnisse der Ermittlung weisen unabhängig von eventuellen Auswirkungen auf Berufskrankheiten (BK) darauf hin, dass zukünftig auch Belastungen, die nicht Gegenstand von BK-Tatbeständen sind, verstärkt ins Licht der Prävention von Rückenbeschwerden im Sinne der Verhütung arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren rücken.

### Survey on work-related spinal exposures by technical experts of the German accident insurance institutions within the German Spine Study

R. Ellegast, D. Ditchen, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler: Surveys on occupational spinal column exposure by

### Collecte de données concernant l'exposition professionnelle de la colonne vertébrale par les services de surveillance technique des organismes d'assurance accident dans le cadre de l'étude allemande de la colonne vertébrale

R. Ellegast, D. Ditchen, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler:

Anschrift für die Autoren:

Dr. rer. nat. Rolf Ellegast  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung ■ Alte Heerstraße 111 ■ 53757 Sankt Augustin  
■ Telefon: ++49+2241-231-2605 ■ Facsimile: ++49+2241-231-2234 ■ E-Mail: Rolf.Ellegast@dguv.de

\*Mit finanzieller Unterstützung des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. ausgeführte Forschungsarbeit

the Technical Supervisory Service (TAD) of the accident insurers as part of the German Spinal Column Study. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 251-263

**Key words:** German Spine Study EPILIFT – exposure survey – manual materials handling – intensive-load postures – whole-body vibrations

**Summary:** In the context of the German Spine Study, a population-based case-control study covering 915 cases and 901 controls, a two-stage method for investigating exposure was employed for the study of dose-effect relationships between occupational spinal workloads and disc-related disease of the lumbar spine. In an initial survey by lay interviewers, 1317 subjects were identified who were exposed in their working lives to certain minimum workloads from the manual handling of loads, working with strong or extreme forward bending of the trunk or whole-body vibration. Of these, 1202 subjects finally agreed to take part in an in-depth investigation of workloads by technical experts of the accident insurance institutions. This investigation covered detailed information on occupational workloads due to activities such as lifting, carrying, pulling, pushing, throwing and shovelling loads weighing about 5 kg or more, working with strong or extreme bending of the trunk and the effects of whole-body vibration. In this way, the exposure was reconstructed for each test subject's entire working life.

The quality of the investigation of exposure in this study can be considered much higher than that of the studies conducted so far in this field of research. Independently of any effects on the facts of occupational disease, the results of the investigation indicate that, in future, even workloads not considered contributory to occupational disease should be given greater attention in terms of the prevention of back complaints and work-related health hazards.

Collecte de données concernant l'exposition professionnelle de la colonne vertébrale par les services de surveillance technique des organismes d'assurance accident dans le cadre de l'étude allemande de la colonne vertébrale.

*Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 251-263

**Mots clé:** Etude allemande de la colonne vertébrale (DWS) – collecte de données relatives à l'exposition – manipulation manuelle de charges – postures stressantes – vibrations du corps entier.

**Résumé:** Dans le cadre de l'étude allemande de la colonne vertébrale, étude cas-témoins portant sur la population avec 915 cas et 901 témoins, on a utilisé une méthode en deux phases de détermination de l'exposition pour examiner les relations de dose-effet entre les stress professionnels de la colonne vertébrale et les maladies des disques intervertébraux de la colonne lombaire. Dans un premier questionnaire effectué par des amateurs, il a été possible d'identifier 1317 sujets qui avaient été exposés dans leur vie professionnelle à des stress minimaux déterminés par la manipulation manuelle de charges, des travaux avec le tronc incliné voire extrêmement incliné vers l'avant ou à des vibrations du corps entier. Parmi ces sujets, 1202 se sont déclarés prêts à participer à une étude intensive de détermination du stress par des experts techniques du travail des organismes d'assurance accidents légaux. Cette analyse contenait des informations détaillées concernant les stress professionnels provoqués par des activités telles que le levage, le port, la traction, la poussée, le lancer ou le pelle-tage de charges de plus de 5 kg environ, par le travail dans une inclinaison et flexion fortes ou extrêmes du tronc ainsi que par l'exposition à des vibrations du corps entier. Tout cela a permis de reconstruire l'exposition sur toute la vie professionnelle d'un sujet.

La qualité des méthodes de définition de l'exposition dans cette étude doit être considérée comme bien supérieure à celle des études réalisées jusqu'ici dans ce domaine de recherche. Les résultats obtenus indiquent, indépendamment de l'impact éventuel sur les maladies professionnelles (BK), que les stress qui ne relèvent pas de maladies professionnelles également, sont de plus en plus souvent visés par la prévention des troubles du dos au sens de la prévention de risques pour la santé associés à une activité professionnelle.

## 1. Einleitung

Im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie, einer multizentrischen populationsbezogenen Fall-Kontroll-Studie mit 915 Fällen mit lumbaler Erkrankung der Bandscheiben und 901 Bevölkerungskontrollen, wurde die Dosis-Wirkung-Beziehung zwischen beruflichen Wirbelsäulenbelastungen durch Lastenhandhabung und Rumpfbeugung bzw. -torsion einerseits sowie Bandscheiben-erkrankungen der Lendenwirbelsäule

andererseits untersucht (Bolm-Audorff et al. 2007a; Seidler et al. 2007). Um eine hohe Güte bei der Quantifizierung der beruflichen Exposition der Probanden zu erreichen, wurde ein mehrstufiges, expertengestütztes Verfahren eingesetzt.

Aufgrund der hohen Probandenzahl und der Tatsache, dass viele der ehemaligen Arbeitsplätze der Probanden zur Zeit der Expositionsermittlung nicht mehr existierten, war eine direkte Erhe-

bung der Wirbelsäulenexposition – etwa durch Messungen oder Beobachtungen an Arbeitsplätzen – nicht realisierbar. Stattdessen wurde ein retrospektives Verfahren der Belastungsermittlung in Form eines intensiven Experten-Interviews eingesetzt. Als Experten mit entsprechenden branchendifferenzierten, arbeitstechnischen Kenntnissen wurden sachkundige Mitarbeiter der Technischen Aufsichtsdienste (TAD) der gesetzlichen Unfallversicherungen einge-

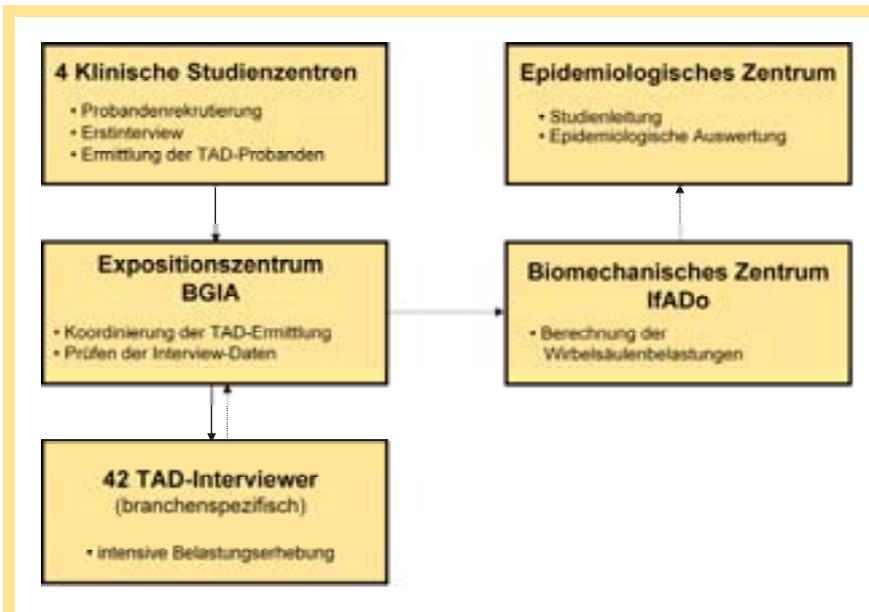


Abbildung 1: Datenflüsse der Expositionsermittlung

Figure 1. Data flows of the investigation of exposure

Illustration 1: Flux des données pour la détermination de l'exposition.

setzt, so dass eine hohe Qualität der erhobenen Expositionsdaten gewährleistet werden konnte.

## 2. Methodik

### 2.1 Ablauf der Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition.

Der Ablauf der Erhebung der beruflichen Wirbelsäulenbelastung im Rahmen dieser Studie ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. In den vier klinischen Studienzentren in Frankfurt am Main, Freiburg, Halle und Regensburg wurden zunächst alle Fälle und Kontrollen in einem ca. eineinhalbstündigen standardisierten Interview (Erstinterview) von eigens für die Studie geschulden Laien-Interviewern zu ihren beruflichen Belastungen durch Lastenhandhabung, Rumpfbeugung und Ganzkörperschwingungen befragt (Linhardt et al. 2007).

Zur groben Abschätzung der Höhe der beruflichen Belastungen wurde eine „Gesamtauslöseschwelle“ definiert, die sich aus einzelnen Auslöseschwellen für Mindestbelastungen für kumulativ gehandhabte Lastgewichte, Arbeiten in Rumpfbeugehaltungen, Zieh- und Schiebetätigkeiten sowie Ganzkörperschwingungen zusammensetzte (Abbildung 2).

Die einzelnen Auslöseschwellen wurden weit unterhalb der Kriterien, die üblicherweise in Vorprüfungen zu Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren der BK Nr. 2108 angewandt werden, festge-

legt, um auch geringere Expositionen mit zu berücksichtigen. So wurde etwa bei Männern für das beidhändige Heben eine kumulierte Masse von 600 kg pro Arbeitsschicht als Auslöseschwellende- finiert. Bezogen auf die kumulative Wirbelsäulenbelastung der Bandscheibenkompression im Bereich der untersten Bandscheibe L5-S1 entspricht dies etwa einer Tagesdosis von 2 kNh, berechnet nach dem Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) (Hartung et al. 1999; Jäger et al. 1999) ohne Berücksichtigung eines Schwellenwertes für die Bandscheibendruckkraft. Die Werte der übrigen Parameter und die für Frauen abgeleiteten Auslöseschwellen wurden in Analogie an diesen Wert angepasst. Die Summe der einzelnen Auslöseschwellen, die in Abbildung 2 als Teilquotienten dargestellt sind, wurde als Gesamtauslöseschwelle (GA) definiert. Die einzelnen Teilquotienten fanden bei der Berechnung der Gesamtauslöseschwelle nur Berücksichtigung, wenn ihr Betrag  $>0,5$  war und eine entsprechende berufliche Belastung während mindestens 250 Arbeitsschichten im Arbeitsleben bestanden hatte. Die Gesamtauslöseschwelle galt bei Werten von  $>1$  als

Belastungsart	Abk.	Beschreibung	Mindestwerte	
			Männer	Frauen
Heben, beidhändig	bH	kumulativ pro Tag gehobene Last [kg]	600 kg	300 kg
Heben, einhändig	eH	kumulativ pro Tag gehobene Last [kg]	400 kg	200 kg
Tragen	T	pro Tag getragene Lasten x Dauer [kg*s]	4000 kg*s	2000 kg*s
Extreme Rumpfbeugung	eR	Minuten pro Tag mit $\geq 90^\circ$ nach vorne gebeugtem Oberkörper	10 min	10 min
Starke Rumpfbeugung	stR	Minuten pro Tag mit $45^\circ$ bis $< 90^\circ$ nach vorne gebeugtem Oberkörper	10 min	10 min
Ziehen/Schieben mit Fortbewegung	ZSF	Lastgewichte $> 100$ kg (min pro Tag)	5 min	5 min
Ziehen/Schieben ohne Fortbewegung	ZSoF	kumulativ pro Tag gezogene/geschobene Last (z.B. Kisten aus Regal ziehen)	1000 kg	1000 kg
Ganzkörpervibrationen	GKV	Einwirkung von GKV im Sitzen (h pro Tag)	2 h	2 h

Abbildung 2: Auslöseschwellen für verschiedene Belastungsarten (Mindestwerte der Belastung) und Berechnung der Gesamtauslöseschwelle für das TAD-Interview (mit KL = kumulative Last, AS= Auslöseschwelle, LD= Lastgewicht x Dauer, D= Dauer)

Figure 2. Exposure thresholds for various types of workload (minimal load values) and calculation of the total exposure threshold for the interview by technical experts of the accident insurance institutions (where KL = cumulative mass, AS = exposure threshold, LD= object mass x duration, D = duration)

Illustration 2: Seuils de déclenchement pour divers types de manipulation (valeurs minimales du stress) et calcul du seuil de déclenchement global pour l'interview réalisée par les TAD (avec KL=Charge cumulée, AS=Seuil de déclenchement, LD=Poids de la charge x durée, D=Durée).

überschritten, d.h. wenn mindestens einer der acht Teilquotienten in der Gleichung einen Wert  $>1$  ergab oder mindestens zwei Teilquotienten Werte  $>0,5$  annahmen. Durch die Beurteilung der untersuchten Belastungen anhand der Gesamtauslöseschwelle war eine Einteilung der Probanden in drei Belastungsgruppen möglich:

- „relevant belastete“ Probanden, deren kumulative Belastungen oberhalb der Gesamtauslöseschwelle lagen,
- „gering belastete“ Probanden, deren kumulative Belastungen unterhalb der Gesamtauslöseschwelle lagen und
- „nicht belastete“ Probanden, die keine wesentlichen Belastungen im Sinne der Studie aufwiesen.

Ferner wurde festgelegt, dass – unabhängig von anderen Auslöseschwellen – alle Probanden, die während ihres Arbeitslebens in mindestens einer Schicht eine kumulative Last von  $\geq 1000$  kg gehoben hatten, obligatorisch als „relevant belastet“ angesehen werden sollten.

Mit allen „relevant belasteten“ Probanden wurde eine zweite, intensive Expositionsermittlung der beruflichen Belastungen durch die Technischen Aufsichtsdienste der gesetzlichen Unfallversicherungsträger durchgeführt („TAD-Interview“). Aus allen Probanden der beiden übrigen Belastungsgruppen wurden Stichproben für die Teilnahme am TAD-Interview gezogen (10% der „gering belasteten“ und 3% der „nicht belasteten“ Probanden).

Die in der Studie eingesetzten 42 TAD-Interviewer stammten aus den Branchen Baugewerbe, Kranken- und Altenpflege, Land- und Forstwirtschaft, Metallverarbeitende Industrie und Maschinenbau, Nahrungsmittel/Gastronomie und Transport-, Handel- und Lagereiwirtschaft und wurden vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz (BGIA) koordiniert (siehe schematische Darstellung in Abbildung 1). Zur Rekonstruktion der Exposition aus branchenfremden Bereichen konnten die TAD-Interviewer auf das Fachwissen von Kollegen anderer Unfallversicherungsträger zurückgreifen.

Auf Grundlage der aus den vier klinischen Zentren eingehenden Probanden-

daten (Adresse, Branchen) wurde im BGIA jeweils der geeignete TAD-Interviewer ausgewählt und mit der Durchführung des Interviews beauftragt, wobei weder den Mitarbeitern des BGIA noch den TAD-Interviewern der Fall-Kontroll-Status der Probanden bekannt war.

Nach Abschluss des Interviews wurden die Expositionsdaten des Probanden an das BGIA versandt, dort auf Plausibilität geprüft und nach erfolgreicher Prüfung an das Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (IfADo) zur weiteren biomechanischen Analyse weitergeleitet (Jäger et al. 2007).

Bei Probanden, die während des Berufslebens Ganzkörpervibrationen im Sitzen ausgesetzt waren, wurden die entsprechenden Vibrationsbelastungen (frequenzbewertete Beschleunigung  $a_{we}$  [ $m/s^2$ ], nach VDI 2002) im BGIA mit Hilfe der Datenbank VIBEX (Christ et al. 2006) den Fahrzeugen aus dem Interview zugeordnet.

## 2.2 Inhalte und Instrumente der Expertenbefragung

In der vorliegenden Studie sollte die berufliche Wirbelsäulenexposition der Probanden durch Erfassung der äußeren Belastungen bei manuellen Lastenhandhabungen, belastungsintensiven Körperhaltungen und Ganzkörperschwingungen sowie nachfolgende biomechanische Analysen erhoben werden. Da neben dem MDD auch andere umfassendere Dosismodelle einbezogen werden sollten (vgl. Jäger et al. 2007), musste die Expositionsermittlung im Vergleich zum MDD zusätzliche Angaben erfassen. Grundlage für die Expertenbefragung stellten deshalb arbeitstechnische Fragebögen dar, wie sie in verschiedenen Berufsgenossenschaften im Rahmen von BK-Feststellungsverfahren eingesetzt werden. Für den Einsatz in der Studie wurden diese aktualisiert und wesentlich erweitert, so dass ein umfangreicher Erhebungsbogen entstand.

Das Kriterium „belastungsintensive Körperhaltungen“ wurde durch die Abfrage von Tätigkeiten mit unterschiedlich starker Vorneigung des Oberkörpers (ca. 20°, ca. 45°, ca. 75° und ca. 90° und mehr) untersucht; darüber hinaus wurden auch Torsionen und Seitneigungen

des Rumpfes erfasst. Dies stellt im Vergleich zur Legaldefinition der BK Nr. 2108 BKV (Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung 1992, 1993), in der lediglich Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung als relevante Belastung genannt werden, eine deutliche Erweiterung der Expositionsermittlung dar. Alle Körperhaltungen wurden quantitativ durch die Angabe von Häufigkeit und Dauer des jeweiligen Vorgangs beschrieben.

Ein Hauptaugenmerk der Expositionserhebung lag auf der manuellen Handhabung von Lasten und auf dem Patiententransfer. Neben den in der BK-Ermittlung üblicherweise erfassten Tätigkeiten Heben, Umsetzen und Tragen von Lasten wurden hier zusätzlich auch Vorgänge wie Halten, Ziehen, Schieben, Werfen oder Schaufeln von Lasten berücksichtigt. Außerdem wurden alle Lasten ab ca. 5 kg erfragt und dokumentiert, wohingegen im Feststellungsverfahren zur BK Nr. 2108 BKV ausschließlich das Handhaben „schwerer Lasten“ ermittelt wird. Die Charakterisierung der einzelnen Vorgänge erfolgte durch Abfrage der Art der Lastenhandhabung, der Masse des Lastgewichts, der vertikalen Position des Lastgewichts zu Beginn, während und am Ende des Vorgangs sowie der zu den drei Zeitpunkten eingenommenen Oberkörperhaltungen, der Dauer eines Vorgangs sowie der Häufigkeit pro Arbeitsschicht. Beim Ziehen oder Schieben von Lasten wurden weiterhin der Transportweg, die Beschaffenheit des Untergrunds, benutzte Hilfsmittel sowie die Greifhöhe aufgenommen. Zur Ermittlung der Belastung durch Ganzkörpervibrationen wurden detaillierte Angaben zu den eingesetzten Fahrzeugen, der Art des Einsatzes sowie der Dauer pro Arbeitsschicht erfragt. (Eine detaillierte Darstellung des TAD-Erhebungsinstrumentes zu Körperhaltungen, Lastenhandhabungen und Vibrationen ist bei Bolm-Audorff et al. (2007b) wiedergegeben.)

Ein wesentliches Ziel der Expertenbefragung war es, alle erhobenen Tätigkeiten und die damit verbundenen Belastungen auf „typische Arbeitsschichten“ zu beziehen, um dadurch die späteren Berechnungen der Belastungen in Form

Tabelle 1: Männer, Fälle (n = 339): Verteilung der Berufe und mittlere Belastungen in ausgewählten Expositionskategorien (mit M = Mittelwert, StAbw = Standardabweichung, extr = extreme, RB = Rumpfbeugung, Z/S = Ziehen/Schieben, GKV = Ganzkörpervibrationen)

Table 1. Men, cases (n = 339): Distribution of professions and mean workload in selected exposure categories (where M = mean value, StAbw = standard deviation, extr = extreme, RB = trunk bending, Z/S = pulling/pushing, GKV = whole-body vibration)

Tableau 1: Hommes, cas (n = 339) : répartition des métiers et des stress moyens dans les catégories d'exposition sélectionnées (avec M=Moyenne, StAbw= Tolérance standard, extr=Extrême, RB=Inclinaison du tronc, Z/S=Traction/Poussée, GKV=Vibrations du corps entier).

Nr	Berufe	Probanden	Schichten	Berufsjahre		Heben ges [kg]		Tragen [kg*s]		extr RB [min]		starke RB [min]		Z/S [min]		GKV [h]	
				M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw
1	Ausbauberufe, Polsterer	29	90	8,8	9,6	1534	1778	29363	104003	5,6	15,2	36,4	63,4	0,5	2,7	0,1	0,7
2	Bergbau, Mineralien	8	17	4,4	4,1	461	883	21901	34323	1,3	2,8	15,0	28,6	15,5	60,5	0,5	1,7
3	Holz- und Kunststoffverarbeitung	14	56	6,3	7,3	1278	1428	15815	30586	22,5	82,3	26,5	34,5	1,7	8,4	0,1	0,6
4	Holz- und Flechtwarenherstellung	2	6	2,9	0,4	3617	4632	3283	4674	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1
5	Land-, Forstwirtschaft, Gartenbau	37	358	10,3	8,1	keine Angabe	keine Angabe			3,7	33,5	14,5	57,9	0,4	2,2	1,2	2,7
6	Leder, Felle	10	20	5,4	5,4	5395	10319	525	2023	0,0	0,0	22,8	49,1	4,0	17,9	0,1	0,3
7	Metallerzeugung und -bearbeitung	26	47	6,3	7,7	938	2425	3710	7949	4,8	21,4	84,7	103,4	0,1	0,4	0,0	0,0
8	Papier, Druck	12	30	7,3	7,2	2512	4501	9943	19164	0,0	0,0	34,0	85,2	0,6	3,3	0,2	0,7
9	Steine, Baustoffe	4	6	4,6	7,3	1675	3030	2250	5511	0,0	0,0	170,4	182,3	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Chemie-, Kunststoffberufe	13	30	6,9	5,8	505	1211	2068	5687	5,6	30,4	15,2	36,9	0,1	0,5	0,2	0,8
11	Dienstleistungskaufleute u.ä.	19	29	9,3	9,9	31	118	614	1974	0,0	0,0	5,3	18,0	0,0	0,0	0,1	0,7
12	Elektro	37	144	5,3	7,2	262	453	7101	14444	0,6	2,8	33,3	46,8	0,3	1,9	0,0	0,2
13	Ernährung	30	167	4,0	3,9	1428	5118	18961	52812	5,6	28,6	59,5	110,6	1,2	6,6	0,4	1,3
14	Gesundheitsdienst	12	25	6,6	5,8	keine Angabe	keine Angabe			2,2	10,0	18,4	27,8	0,7	2,6	0,6	1,8
15	Hilfsarbeiter (o.n.A.)	12	16	2,6	3,1	4566	9747	2419	5984	0,9	3,8	62,3	103,7	23,4	75,0	0,1	0,5
16	Hoch-, Tiefbauberufe	56	185	5,8	6,1	3180	5324	19695	35439	17,7	36,5	42,2	59,0	2,5	10,3	0,1	0,6
17	Ingenieure, Naturwissenschaft	23	59	11,3	9,7	33	120	1920	7707	0,0	0,0	1,7	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0
18	Keramik-, Glas	1	1	2,3	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
19	Maler, Lackierer u.ä.	17	79	8,5	7,8	646	1009	6547	15314	6,0	20,0	28,9	61,5	0,0	0,0	0,0	0,0
20	Maschinisten u.ä.	24	69	5,7	4,6	580	1208	9681	39119	0,3	2,1	13,2	33,7	0,7	2,0	3,3	3,8
21	Metall-, Maschinenbau	125	450	5,6	6,8	437	2046	6282	23280	3,2	15,4	40,2	69,8	0,2	2,9	0,1	0,6
22	Montierer und Metallberufe, a.n.g.	3	4	7,5	4,7	1519	2831	788	1575	0,0	0,0	21,7	25,1	0,0	0,0	1,8	3,5
23	Ordnungs- und Sicherheitsberufe	146	210	4,7	6,7	190	932	17022	97423	0,4	2,8	11,4	41,7	0,0	0,6	0,8	1,9
24	Organisation, Verwaltung, Büro	55	95	7,6	7,0	132	422	1436	6651	0,3	3,1	2,3	10,6	0,4	2,3	0,1	0,4
25	Schriftwerk, Kunst	13	23	7,6	10,3	136	391	6465	26997	2,7	10,6	27,3	63,3	0,0	0,0	0,0	0,0
26	Sonstige Arbeitskräfte	28	39	1,5	0,9	349	1221	4131	13357	0,6	2,8	12,8	37,9	1,8	8,5	0,1	0,6
27	Sonstige Dienstleistungsberufe	19	32	5,2	7,2	634	951	14127	40814	6,6	22,2	31,2	62,7	0,5	2,0	0,1	0,4
28	Sozial- und Erziehungsberufe	21	37	6,4	7,8	41	119	619	1756	2,7	12,4	6,3	11,3	0,9	3,8	0,7	2,4
29	Techniker	42	69	7,8	7,5	94	436	2544	10040	0,2	1,4	5,4	21,0	0,1	0,5	0,2	0,9
30	Textil- und Bekleidung	7	11	6,6	3,7	582	1045	1540	3591	0,1	0,3	29,3	61,8	0,1	0,5	0,0	0,2
31	Verkehr	101	245	7,0	7,3	3525	8572	27755	80448	0,9	5,4	10,6	39,0	7,5	38,4	4,0	4,1
32	Warenkaufleute	40	69	8,6	9,0	763	1459	10755	33214	5,7	19,1	20,4	40,7	1,9	8,6	0,6	2,0
33	Warenprüfung, Versand	11	13	8,3	6,4	1365	2462	5742	12535	0,5	1,4	44,7	103,1	6,4	23,1	0,3	1,1

von Tagesdosiswerten zu ermöglichen. Zu diesem Zweck wurde das Berufsleben der Probanden chronologisch in Form von „Beschäftigungsabschnitten“ dargestellt, die wiederum durch typische Arbeitsschichten charakterisiert wurden. Letztere stellten die eigentlichen „Belastungseinheiten“ dar, für die im IfADo zunächst für alle Belastungsvorgänge mit Hilfe biomechanischer Simulationsrechnungen die „situative Wirbelsäulenbelastung“ und danach durch Zusammenfassung nach definierten „Dosismodellen“ die kumulierte Wirbelsäulenbelastung in Form von Tagesdosiswerten berechnet werden konnten (siehe dazu Jäger et al. 2007).

Der zugehörige TAD-Erhebungsbogen war modular aufgebaut und konnte

je nach Berufsleben des Probanden individuell zusammengesetzt werden. Er bestand aus zehn verschiedenen Formularvorlagen, die folgendermaßen gegliedert waren:

- allgemeine Angaben zum Probanden,
- chronologische Zusammenstellung seiner Beschäftigungsabschnitte,
- Beschreibung der zu jedem Beschäftigungsabschnitt zugehörigen typischen Arbeitsschichten und
- für jede typische Arbeitsschicht die Angaben zu Art und Häufigkeit von belastungsintensiven Körperhaltungen, manuellen Lastenhandhabungen und Ganzkörpervibrationen im Sitzen.

Zur Verdeutlichung von Arbeitssituationen, Körperhaltungen u.ä. wur-

den den Probanden während der Befragung spezielle Piktogrammarten vorgelegt.

Mit diesem Vorgehen ließ sich eine weitestgehende Standardisierung der beruflichen Belastungserhebung für einen Großteil der Branchen erzielen. Da sich erfahrungsgemäß branchenspezifische Tätigkeiten aus der Kranken- und Altenpflege sowie der Forst- und Landwirtschaft nicht auf die beschriebene Art und Weise darstellen lassen, wurden für diese Branchen spezielle Fragebögen aus der Praxis der zuständigen Unfallversicherungsträger eingesetzt.

Aufgrund der Komplexität dieser Expertenbefragung wurden die TAD-Interviewer mit einer speziellen Software ausgestattet.

Tabelle 2: Männer, Kontrollen (n = 309): Verteilung der Berufe und mittlere Belastungen in ausgewählten Expositionskategorien (mit M = Mittelwert, StAbw = Standardabweichung, extr = extreme, RB = Rumpfbeugung, Z/S = Ziehen/Schieben, GKV = Ganzkörpervibrationen)

Table 2. Men, controls (n = 309): Distribution of professions and mean workload in selected exposure categories (where M = mean value, StAbw = standard deviation, extr = extreme, RB = trunk bending, Z/S = pulling/pushing, GKV = whole-body vibration)

Tableau 2: Hommes, témoins (n = 309) : répartition des métiers et des stress moyens dans les catégories d'exposition sélectionnées (avec M=Moyenne, StAbw= Tolérance standard, extr=Extrême, RB=Inclinaison du tronc, Z/S=Traction/Poussée, GKV=Vibrations du corps entier).

Nr	Berufe	Probanden	Schichten	Berufsahre		Heben ges [kg]		Tragen [kg*s]		extr RB [min]		starke RB [min]		Z/S [min]		GKV [h]	
				M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw
1	Ausbauberufe, Polsterer	19	121	4,1	4,9	1601	1951	18546	26452	9,0	18,4	44,6	59,1	2,6	10,8	0,0	0,3
2	Bergbau, Mineralien	4	13	4,7	4,3	1202	2638	22773	44930	0,0	0,0	13,6	44,6	0,0	0,0	1,6	3,1
3	Holz- und Kunststoffverarbeitung	25	114	5,3	6,1	1200	1516	14083	33893	2,5	7,2	31,1	54,0	1,3	6,1	0,0	0,4
4	Holz- und Flechtwarenherstellung	2	2	1,8	1,5	6285	8789	17500	24749	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Land-, Forstwirtschaft, Gartenbau	27	241	9,1	7,9	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	2,1	18,5	7,5	29,9	0,2	1,6	1,1	2,4
6	Leder, Felle	3	7	6,3	6,7	29	76	0	0	0,0	0,0	1,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Metallerzeugung und -bearbeitung	29	72	5,0	6,3	1179	3492	2636	12470	0,0	0,0	60,9	105,5	0,1	0,3	0,0	0,2
8	Papier, Druck	5	14	8,8	12,9	2514	2923	3264	7719	0,0	0,0	12,5	12,0	5,1	19,2	0,0	0,0
9	Steine, Baustoffe	1	5	2,3	1,0	676	783	2395	2083	9,0	13,4	96,0	56,7	0,1	0,2	0,0	0,0
10	Chemie-, Kunststoffberufe	7	11	4,2	4,5	2014	2468	7273	11808	0,1	0,4	18,2	30,7	0,2	0,6	0,0	0,0
11	Dienstleistungskaufleute u.ä.	22	37	6,0	5,2	205	698	1777	7530	0,0	0,0	1,7	7,3	0,3	2,1	0,2	0,7
12	Elektro	34	120	4,8	6,4	255	586	5867	16761	0,2	1,0	15,5	49,1	0,1	0,9	0,1	0,3
13	Ernährung	19	64	5,2	6,7	3851	11697	16010	36297	0,0	0,0	36,2	69,8	1,6	8,3	0,0	0,2
14	Gesundheitsdienst	23	54	5,1	6,5	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	2,6	14,0	19,2	29,8	3,6	7,1	0,1	0,6
15	Hilfsarbeiter (o.n.A.)	10	13	3,7	3,4	1819	4007	5481	19389	1,3	4,6	60,7	85,1	0,1	0,3	0,0	0,0
16	Hoch-, Tiefbauberufe	39	202	5,4	6,8	1894	2629	17335	32645	8,5	21,4	28,4	51,3	3,9	12,1	0,2	1,2
17	Ingenieure, Naturwissenschaft	36	78	10,0	8,4	24	87	432	2865	0,0	0,2	1,9	8,1	0,0	0,0	0,2	1,0
18	Keramik-, Glas	1	4	1,6	0,6	263	335	0	0	0,0	0,0	5,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	Maler, Lackierer u.ä.	8	41	6,7	7,0	1336	3673	8564	17757	5,6	12,4	37,4	67,2	0,2	1,0	0,0	0,0
20	Maschinen u.ä.	16	23	6,5	6,1	354	605	3200	7012	2,8	8,6	5,9	12,4	0,0	0,0	2,5	3,7
21	Metall-, Maschinenbau	88	312	4,2	5,2	380	669	5805	17744	1,2	9,3	44,1	87,9	0,7	4,1	0,2	1,0
22	Montierer und Metallberufe, a.n.g.	3	4	7,9	6,4	2950	5255	0	0	0,0	0,0	7,5	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	Ordnungs- und Sicherheitsberufe	143	182	4,5	7,1	68	194	16620	90515	0,2	1,8	8,2	30,7	0,5	3,7	0,9	2,3
24	Organisation, Verwaltung, Büro	55	91	7,2	8,2	98	410	567	1981	0,0	0,3	1,6	4,9	0,0	0,2	0,1	0,6
25	Schriftwerk, Kunst	12	16	9,3	9,6	1432	2624	3989	9161	0,0	0,0	27,3	56,4	0,3	1,0	0,5	1,5
26	Sonstige Arbeitskräfte	23	25	1,2	0,5	148	420	4353	11971	2,0	10,0	6,1	21,2	0,0	0,0	0,3	0,9
27	Sonstige Dienstleistungsberufe	19	30	5,7	5,1	284	456	2739	4728	0,9	2,9	33,7	65,5	0,0	0,0	0,2	1,1
28	Sozial- und Erziehungsberufe	29	49	6,9	6,2	15	87	44	229	0,5	2,4	2,6	5,5	0,7	4,3	0,3	1,5
29	Techniker	40	67	7,4	9,5	144	393	7244	23247	4,1	33,6	13,7	33,4	0,2	1,4	0,0	0,2
30	Textil- und Bekleidung	2	6	2,4	0,7	583	818	0	0	0,0	0,0	4,4	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	Verkehr	72	164	5,9	6,6	5100	13195	16951	44524	2,2	12,9	12,0	39,8	1,4	8,4	3,3	3,4
32	Warenkaufleute	44	78	6,2	7,1	610	1290	3152	6823	0,1	0,3	7,2	27,8	1,8	7,5	0,3	1,1
33	Warenprüfung, Versand	10	12	4,0	4,8	1292	2049	8255	18049	0,0	0,0	3,6	9,2	4,6	14,3	0,7	1,6

### 2.3 Qualitätssicherung der Expositionserhebung

Zur Gewährleistung einer hohen Qualität der Expositionsermittlung wurde diese erfahrenen Mitarbeitern der gesetzlichen Unfallversicherungen übertragen, die zuvor in Schulungen intensiv auf ihre Aufgabe vorbereitet wurden. In der Regel wurden diese Experten in ihren Fachbranchen eingesetzt.

Aus Gründen der Qualitätssicherung wies die Interviewer-Software programmtechnische Plausibilitätsprüfungen auf, die so konzipiert waren, dass der Interviewer bei Falschangaben das Interview nicht fortsetzen konnte.

Alle TAD-Interview-Daten wurden im BGIA unter einem einheitlichen Standard geprüft. Kriterien der Prüfung waren u.a.

Vollständigkeit der Daten (z.B. Lücken im Lebenslauf, fehlende Daten in einzelnen Modulen des TAD-Erhebungsinstrumentes), Chronologie und Plausibilität (z.B. bezüglich Lastenhandhabungen, Oberkörperhaltungen, Zeiträume). Zur Klärung von Unplausibilitäten wurde ggf. Rücksprache mit den TAD-Interviewern oder Kontakt-Aufsichtspersonen gehalten.

Um die Reliabilität der Expositionsermittlung zu überprüfen, wurden insgesamt 79 Wiederholungs- bzw. Doppelinterviews durchgeführt, die sich wie folgt zusammensetzen:

- 40 Interviews zur Abschätzung der Intra-Rater-Reliabilität: Bei jeweils fünf Fällen und fünf Kontrollen pro Klinischem Zentrum wurde das In-

terview durch denselben TAD-Interviewer wiederholt.

- 39 Interviews zur Abschätzung der Inter-Rater-Reliabilität: Bei jeweils fünf Fällen und fünf Kontrollen pro Klinischem Zentrum wurde ein weiteres Interview durch einen anderen TAD-Interviewer angestrebt.

Die Reliabilitätsanalyse bezog sich auf zwei unterschiedliche Dosismodelle (Dosismodell 1: MDD mit Schätzung der lumbalen Druckkraft und Berücksichtigung des MDD-Schwellen für Druckkraft bei Lastenhandhabungen, für Rumpfbeugung und für Tagesdosis; Dosismodell 4: vorgegangsspezifische biomechanische Simulationsrechnungen zur Ermittlung der lumbalen Druckkraft, abgesenkte Schwellen für die Dosisberechnung; zu Einzelhei-

Tabelle 3: Frauen, Fälle (n = 318): Verteilung der Berufe und mittlere Belastungen in ausgewählten Expositionskategorien (mit M = Mittelwert, StAbw = Standardabweichung, extr = extreme, RB = Rumpfbeugung, Z/S = Ziehen/Schieben, GKV = Ganzkörpervibrationen)

Table 3. Women, cases (n = 318): Distribution of professions and mean workload in selected exposure categories (where M = mean value, StAbw = standard deviation, extr = extreme, RB = trunk bending, Z/S = pulling/pushing, GKV = whole-body vibration)

Tableau 3: Femmes, cas (n = 318) : répartition des métiers et des stress moyens dans les catégories d'exposition sélectionnées (avec M=Moyenne, StAbw=Tolérance standard, extr=Extrême, RB=Inclinaison du tronc/corps, Z/S=Traction/Poussée, GKV=Vibrations du corps entier).

Nr	Berufe	Probanden	Schichten	Berufs-jahre		Heben ges [kg]		Tragen [kg*s]		extr RB [min]		starke RB [min]		Z/S [min]		GKV [h]	
				M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw
1	Ausbauberufe, Polsterer	3	6	4,7	5,4	1066	1973	2108	3140	20,0	49,0	6,8	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Bergbau, Mineralien	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Holz- und Kunststoffverarbeitung	3	9	1,8	0,4	544	505	6528	7948	11,7	25,7	46,3	59,4	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Holz- und Flechtwarenherstellung	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Land-, Forstwirtschaft, Gartenbau	23	170	10,3	9,2	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	24,6	76,2	54,7	94,4	0,3	2,5	0,2	0,8
6	Leder, Felle	7	16	2,8	1,2	51	64	3072	8179	0,0	0,0	34,0	102,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Metallerzeugung und -bearbeitung	9	14	5,3	4,2	2330	4537	289	332	2,9	10,7	118,1	193,4	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Papier, Druck	13	15	6,1	6,2	1683	5141	753	2091	0,0	0,0	12,5	31,1	1,4	3,9	0,0	0,0
9	Steine, Baustoffe	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Chemie-, Kunststoffberufe	14	19	6,0	5,0	201	336	1141	3259	0,0	0,0	40,9	115,4	2,2	7,1	0,0	0,0
11	Dienstleistungskaufleute u.ä.	20	32	6,1	7,2	120	309	1426	3915	1,3	5,5	5,9	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Elektro	6	10	6,1	5,1	33	78	75	169	0,0	0,0	46,3	89,4	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Ernährung	34	89	5,5	7,2	451	796	2239	5110	2,0	8,6	52,2	77,7	2,2	15,9	0,0	0,0
14	Gesundheitsdienst	67	259	5,3	5,9	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	3,7	17,8	18,7	40,4	3,7	10,1	0,0	0,0
15	Hilfsarbeiter (o.n.A.)	13	16	4,1	2,9	1009	1715	2606	5896	0,1	0,3	29,8	103,4	1,5	4,8	0,0	0,0
16	Hoch-, Tiefbauberufe	3	8	1,4	0,6	2860	5311	8000	15278	0,0	0,0	0,6	1,8	12,5	35,4	0,9	2,5
17	Ingenieure, Naturwissenschaft	3	6	4,7	1,6	3	8	117	286	1,7	4,1	10,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0
18	Keramik-, Glas	4	6	3,0	2,8	20055	45060	575	951	1,7	4,1	2,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0
19	Maler, Lackierer u.ä.	3	4	2,7	2,5	668	1289	2425	4396	4,4	7,2	13,4	16,1	2,9	5,8	0,0	0,0
20	Maschinen u.ä.	7	13	7,5	10,3	27	71	71	182	0,0	0,0	2,8	3,5	0,0	0,0	0,7	2,4
21	Metall-, Maschinenbau	8	12	5,7	6,9	70	170	555	1269	0,0	0,0	5,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Montierer und Metallberufe, a.n.g.	9	12	5,7	7,8	22	67	29	101	0,0	0,0	34,7	95,5	0,0	0,0	0,0	0,0
23	Ordnungs- und Sicherheitsberufe	9	11	8,1	6,2	49	147	11944	37859	0,9	3,0	5,3	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0
24	Organisation, Verwaltung, Büro	99	222	6,2	6,5	97	368	1297	6093	0,0	0,1	1,1	5,0	0,0	0,4	0,0	0,2
25	Schriftwerk, Kunst	4	7	3,6	6,4	3	8	29	76	0,6	1,5	32,5	81,3	0,0	0,0	0,0	0,0
26	Sonstige Arbeitskräfte	16	17	2,3	3,0	26	68	138	401	1,5	6,1	6,4	15,2	0,0	0,0	0,1	0,2
27	Sonstige Dienstleistungsberufe	109	218	5,1	6,2	229	502	2773	6954	2,9	16,5	25,3	54,7	0,6	4,0	0,0	0,0
28	Sozial- und Erziehungsberufe	60	127	6,8	8,9	188	363	3732	19641	1,6	5,6	11,5	26,8	2,1	9,2	0,0	0,0
29	Techniker	17	49	5,1	5,5	144	656	855	3272	0,4	2,5	18,2	60,8	0,2	1,4	0,0	0,0
30	Textil- und Bekleidung	35	68	4,4	6,1	85	224	234	937	1,0	5,7	39,7	101,9	0,3	2,4	0,0	0,0
31	Verkehr	30	48	4,6	4,0	904	1519	4976	16906	0,7	4,3	8,0	22,4	1,6	7,8	1,0	2,0
32	Warenkaufleute	119	301	5,4	6,3	349	475	2477	5724	1,0	6,4	13,4	31,9	0,6	3,1	0,0	0,2
33	Warenprüfung, Versand	23	30	6,7	7,3	1089	1637	4914	22939	0,0	0,0	15,1	38,9	0,9	2,8	0,0	0,0

ten siehe Jäger et al. 2007). Die Reliabilität wurde anhand von Kappa-Werten wie folgt diskutiert (Fleiß 1981):

- Kappa-Wert über 0,75: exzellente Übereinstimmung,
- Kappa-Wert ab 0,40 bis 0,75: akzeptable bis gute Übereinstimmung,
- Kappa-Werte kleiner 0,40: unzureichende Übereinstimmung zwischen den beiden Befragungen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Expositionserhebungen

Von den insgesamt 1816 teilnehmenden Probanden wurden 1317 nach dem Erstinterview als „relevant belastet“ eingestuft. Aus den übrigen 499 nicht bzw. gering belastenden Probanden wurden per Zufall 56 weitere Probanden für das

TAD-Interview ausgewählt, so dass insgesamt intensive Belastungsermittlungen bei 1373 Probanden durchgeführt werden sollten. Von diesen erklärten sich letztlich 1202 Personen zur Teilnahme am TAD-Interview bereit, was einer Responserate von 87,6% entspricht. Durch nachträglichen Ausschluss aufgrund nicht erfüllter Teilnahmekriterien konnten die Daten von 1200 Probanden für die weitere Auswertung genutzt werden (Fälle: 309 Männer, 318 Frauen; Kontrollen: 309 Männer, 234 Frauen).

Der Mittelwert der Beschäftigungsabschnitte im Berufsleben der untersuchten Probanden liegt bei 5, bei einer Standardabweichung von 2. Wie durch die niedrigen Auslöseschwellen im Erstinterview zu erwarten war, unterschieden sich die Berufe der TAD-Probanden

z.T. deutlich von den in Feststellungsverfahren zur Berufskrankheit Nr. 2108 BKV üblicherweise anzutreffenden Berufsgruppen. Betrachtet man bei allen 1200 TAD-Probanden jeweils nur den „am längsten ausgeübten“ Beruf und sortiert diese nach den sog. „Berufsabschnitten“ der Klassifizierung der Berufe (Statistisches Bundesamt 1992), so waren die meisten TAD-Probanden den Organisations-, Verwaltungs- und Büroberufen zuzuordnen (11,5% aller TAD-Probanden). Es folgten die Warenkaufleute (9,8%), Beschäftigte in Gesundheitsdienst- (8,3%) und Verkehrsberufen (7,8%). Hierbei ist auffällig, dass bei Betrachtung des Kriteriums „am längsten ausgeübter Beruf“ Berufe,

Tabelle 4: Frauen, Kontrollen (n = 234): Verteilung der Berufe und mittlere Belastungen in ausgewählten Expositionskategorien (mit M = Mittelwert, StAbw = Standardabweichung, extr = extreme, RB = Rumpfbeugung, Z/S = Ziehen/Schieben, GKV = Ganzkörpervibrationen)

Table 4. Women, controls (n = 234): Distribution of professions and mean workload in selected exposure categories (where M = mean value, StAbw = standard deviation, extr = extreme, RB = trunk bending, Z/S = pulling/pushing, GKV = whole-body vibration)

Tableau 4: Femmes, témoins (n = 234): répartition des métiers et des stress moyens dans les catégories d'exposition sélectionnées (avec M=Moyenne, StAbw=Tolérance standard, extr=Extrême, RB=Inclinaison du tronc, Z/S=Traction/Poussée, GKV=Vibrations du corps entier).

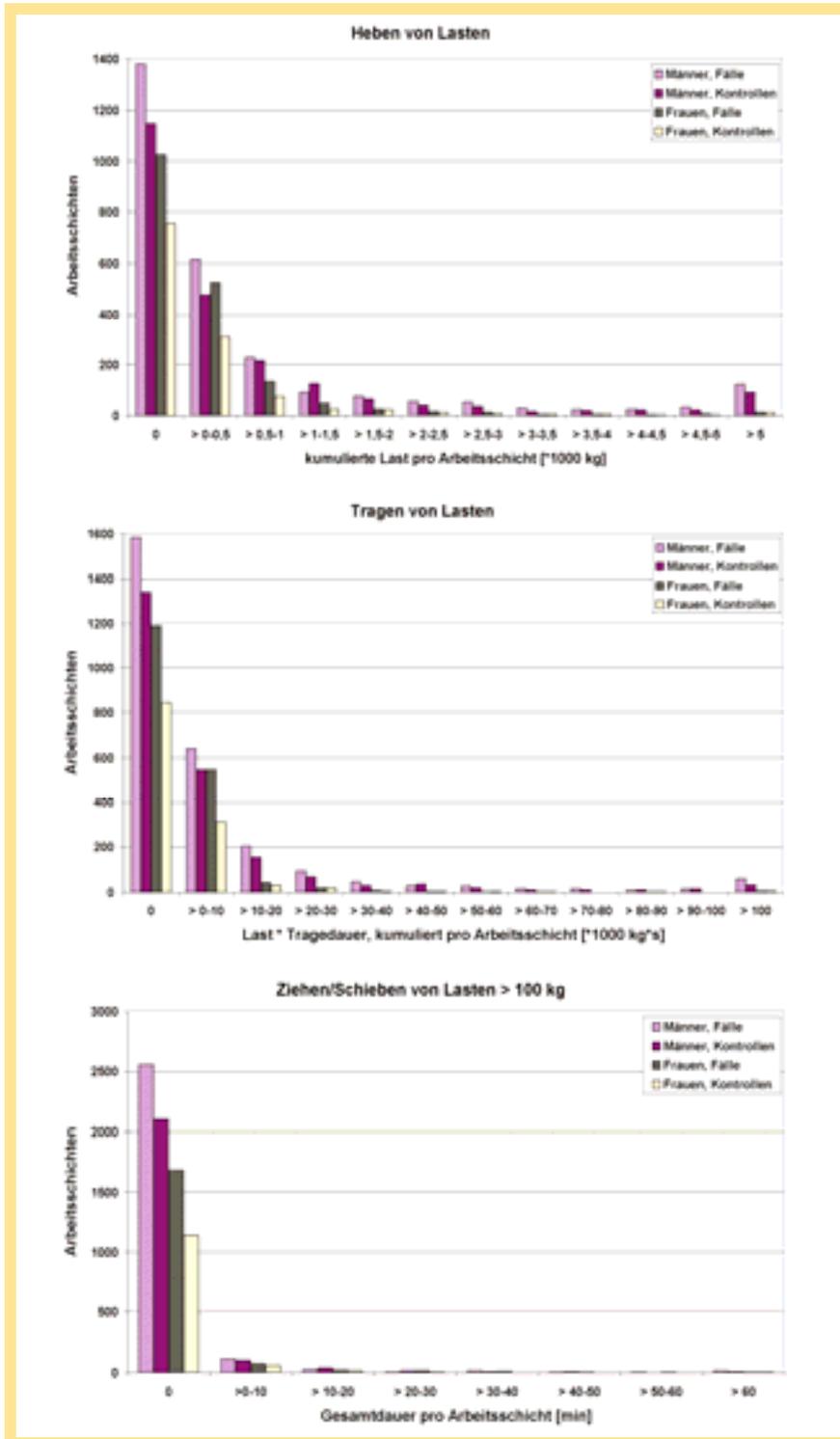
Nr	Berufe	Probanden	Schichten	Berufsjahre		Heben ges [kg]		Tragen [kg*s]		extr RB [min]		starke RB [min]		Z/S [min]		GKV [h]	
				M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw	M	StAbw
1	Ausbauberufe, Polsterer	2	10	4,5	1,6	283	289	2358	1081	0,8	1,7	5,1	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Bergbau, Mineralien	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Holz- und Kunststoffverarbeitung	3	4	9,3	11,7	275	486	2750	4856	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Holz- und Flechtwarenherstellung	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Land-, Forstwirtschaft, Gartenbau	17	141	8,0	8,6	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	11,4	46,1	17,9	60,9	0,6	3,4	0,8	2,2
6	Leder, Felle	3	6	2,8	1,4	332	366	1358	1876	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Metallerzeugung und -bearbeitung	5	6	11,1	8,6	1148	2625	1250	3062	0,0	0,0	2,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Papier, Druck	3	9	6,8	7,8	1598	4107	14583	41458	0,0	0,0	0,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Steine, Baustoffe	1	1	1,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Chemie-, Kunststoffberufe	6	7	6,3	7,4	224	255	579	769	1,7	4,5	13,6	29,5	1,7	2,9	0,0	0,0
11	Dienstleistungskaufleute u.ä.	19	30	4,5	2,9	70	188	3008	16430	0,0	0,0	2,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Elektro	4	8	4,3	2,1	398	935	2160	5209	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Ernährung	14	35	5,1	5,5	862	1163	8530	23510	1,9	10,2	78,6	83,5	2,5	11,5	0,0	0,0
14	Gesundheitsdienst	56	157	4,7	5,8	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	0,6	2,3	14,5	30,1	4,6	21,5	0,0	0,0
15	Hilfsarbeiter (o.n.A.)	7	10	3,3	4,4	301	462	252	756	0,0	0,0	27,1	78,6	0,0	0,0	0,0	0,0
16	Hoch-, Tiefbauberufe	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	Ingenieure, Naturwissenschaft	5	11	7,3	7,4	44	76	435	762	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
18	Keramik-, Glas	2	6	2,0	1,1	280	362	420	545	0,7	1,6	1,7	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0
19	Maler, Lackierer u.ä.	1	14	1,8	0,7	47	90	224	450	0,0	0,0	29,5	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0
20	Maschinen u.ä.	4	7	1,9	0,5	11	22	60	115	0,0	0,0	1,2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	Metall-, Maschinenbau	4	7	3,0	2,8	74	148	636	1209	0,0	0,0	30,8	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Montierer und Metallberufe, a.n.g.	1	1	1,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	Ordnungs- und Sicherheitsberufe	10	15	7,7	8,2	58	87	321	618	1,0	1,9	12,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0
24	Organisation, Verwaltung, Büro	81	174	5,6	5,2	89	543	171	766	0,0	0,2	8,0	43,4	0,1	0,8	0,0	0,0
25	Schriftwerk, Kunst	12	27	8,3	10,0	134	273	8042	34515	0,2	1,0	7,3	24,0	0,0	0,0	0,2	0,8
26	Sonstige Arbeitskräfte	13	16	1,9	1,3	54	118	290	965	0,0	0,0	3,5	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0
27	Sonstige Dienstleistungsberufe	62	118	4,5	4,3	256	417	3468	6432	4,4	15,4	13,9	25,4	0,3	1,9	0,0	0,3
28	Sozial- und Erziehungsberufe	60	131	6,1	6,8	139	320	3030	18097	0,6	2,1	11,7	27,3	1,1	5,1	0,0	0,0
29	Techniker	16	41	5,1	5,4	72	148	311	982	0,0	0,1	4,5	15,9	0,1	0,7	0,0	0,0
30	Textil- und Bekleidung	15	37	3,2	3,1	74	152	266	723	0,0	0,0	27,9	58,7	0,0	0,0	0,0	0,0
31	Verkehr	20	42	4,9	4,4	3109	7518	11767	22254	0,0	0,0	15,4	29,7	2,5	8,3	0,9	2,4
32	Warenkaufleute	65	143	5,7	5,8	435	878	4350	17110	0,1	0,4	19,5	59,0	0,4	2,9	0,1	0,6
33	Warenprüfung, Versand	8	8	3,5	2,8	1470	2528	9750	23651	0,0	0,0	0,7	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0

die in der Regel als hoch belastend einzustufen sind (z.B. Hoch- und Tiefbauberufe), nicht zu den am häufigsten auftretenden Berufsgruppen der TAD-Probanden gehören. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass Beschäftigte in diesen Branchen nach wenigen Jahren häufig in andere, weniger belastende Berufe wechseln.

Auch bei einer differenzierten Betrachtung der TAD-Probanden nach Fällen und Kontrollen stellen die Organisations-, Verwaltungs- und Büroberufe die am häufigsten auftretenden Berufsgruppen für beide Gruppen dar. Daher erscheint es sinnvoll, alle Beschäftigungsabschnitte unabhängig vom am längsten ausgeübten Beruf näher zu analysieren.

In den Tabellen 1 bis 4 sind die Berufe der Probanden für die verschiedenen Beschäftigungsabschnitte zusammen mit deren jeweiligen Dauer (Berufsjahre als Mittelwert und Standardabweichung) angegeben. Die Ergebnisse sind in den Tabellen getrennt für Fälle und Kontrollen jeweils für Männer (Tabellen 1 und 2) und Frauen (Tabellen 3 und 4) dargestellt, die Bezeichnung der Berufe richtet sich nach dem Schlüssel des Statistischen Bundesamtes von 1992; der besseren Darstellung wegen wurden die Bezeichnungen teilweise verkürzt. Die Tabellen geben für alle „typischen Arbeitsschichten“, die im TAD-Interview erfasst wurden, die Mittelwerte und Standardabweichungen für Belas-

tungsindikatoren in den Kategorien Heben (kumuliertes Lastgewicht in Kilogramm [kg]), Tragen (Lastgewicht multipliziert mit der Tragedauer, kumuliert pro Tag [kg x s]), extreme Rumpfbeugung (Gesamtzeit in Minuten [min]), starke Rumpfbeugung (Gesamtzeit in Minuten [min]), Ziehen und Schieben (Gesamtzeit in Minuten [min]) sowie Einwirkungsdauer von Ganzkörpervibrationen (Gesamtzeit in Stunden [h]) jeweils getrennt für die dazugehörigen Berufe an. Es ist zu beachten, dass bei allen dargestellten Ergebnissen große Streuungen in den Verteilungen vorliegen, was sich in den hohen Werten der Standardabweichungen widerspiegelt.



In den Abbildungen 3, 4 und 5 ist jeweils für die oben genannten Belastungskategorien die Verteilung auf alle erfassten Arbeitsschichten der TAD-Probanden dargestellt, jeweils getrennt nach Geschlecht und Fall-Kontroll-Status.

Bei den Angaben zum Heben und Tragen von Lasten ist zu beachten, dass Berufe aus der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Gesundheitsdienst in diese Auswertung nicht aufgenommen wurden. Dies ist durch die hier angewandte Belastungserhebung über spezielle Fra-

Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung von Kennwerten der kumulativen Belastung durch Hebe-, Trage-, Zieh- und Schiebetätigkeiten für typische Arbeitsschichten, jeweils getrennt nach Geschlecht und Fall-Kontroll-Status (Anzahl der Arbeitsschichten: 2731 bei männlichen Fällen, 2272 bei männlichen Kontrollen, 1813 bei weiblichen Fällen, 1222 bei weiblichen Kontrollen)

Figure 3. Frequency distribution of characteristic values of cumulative load caused by lifting, carrying, pulling and pushing activities for typical working shifts, classified in each case according to gender and case/control status (number of work shifts: 2731 male cases, 2272 male controls, 1813 female cases, 1222 female controls)

Illustration 3: Distribution de fréquence des valeurs caractéristiques du stress cumulé par des activités de levage, port, traction et poussée pour des journées de travail typiques, en fonction du sexe et du statut cas/témoin (nombre de journées de travail : 2731 pour les cas de sexe masculin, 2272 pour les témoins de sexe masculin, 1813 pour les cas de sexe féminin, 1222 pour les témoins de sexe féminin).

gebögen begründet, die in dieser Darstellung nicht berücksichtigt werden konnten.

### 3.1.1 Heben von Lasten

Für das Heben von Lasten wurden bei den männlichen Fallprobanden (Tabelle 1) für Berufe in der Lederbearbeitung, Hilfsarbeiter, Berufe in der Holzwarenherstellung, Verkehrsberufe, Hoch- und Tiefbauberufe und Berufe in der Papier- und Druckindustrie mittlere kumulative Lastgewichte von mehr als ca. 2000 kg pro Arbeitsschicht ermittelt (Tabelle 1). Unter den männlichen Kontrollen mit den höchsten kumulierten Lastmassen fanden sich neben den Berufen, die bereits bei den Fällen beobachtet wurden, zusätzlich insbesondere auch Ernährungsberufe (z.B. Fleischer, Molkearbeiter) und Metallberufe (Tabelle 2).

Hebetätigkeiten bei den weiblichen Probanden waren – von wenigen Ausnahmen abgesehen – mit geringeren kumulativen Lastgewichten pro Arbeitsschicht verbunden. Hier wurden Berufsabschnitte mit mittleren kumulativen Lastgewichten von mehr als ca. 1000 kg pro Arbeitsschicht bei den weiblichen Fällen in der Keramik- und Glasindus-

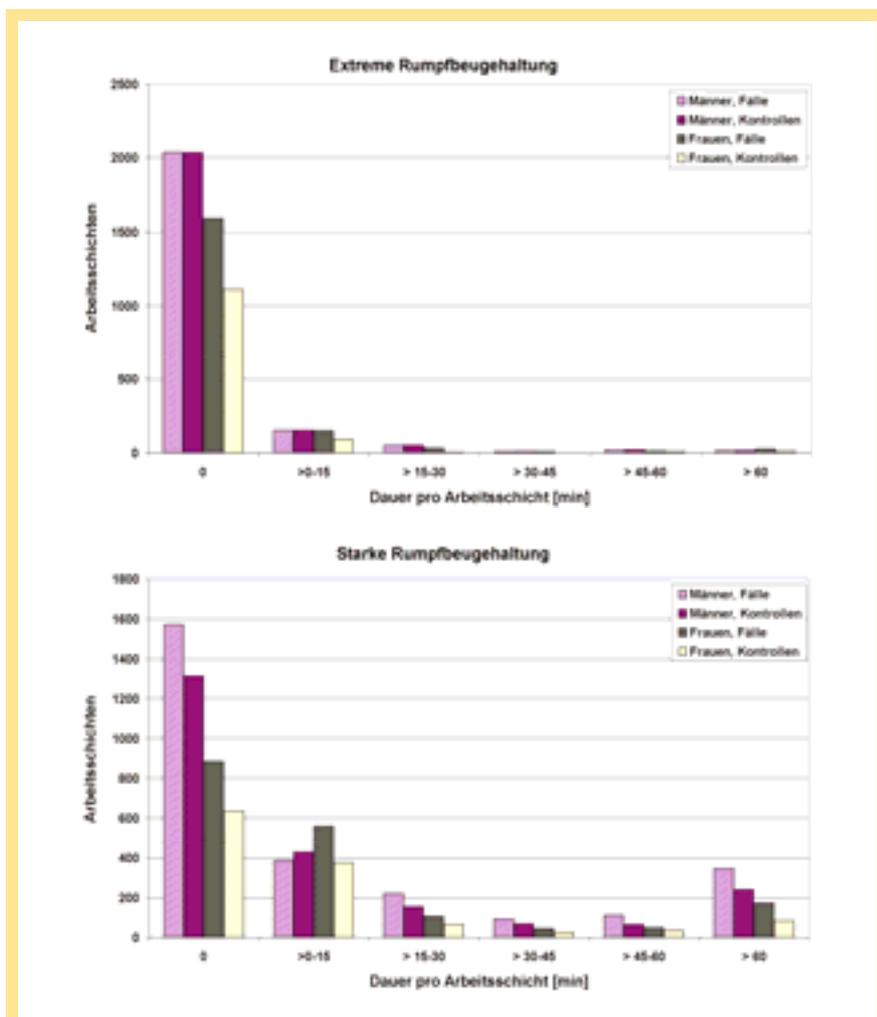


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Dauer von Tätigkeiten in extremer und starker Rumpfbeugung (ca. 90° und mehr; ca. 45° bis ca. 90°) für typische Arbeitsschichten, jeweils getrennt nach Geschlecht und Fall-Kontroll-Status (Anzahl der Arbeitsschichten: 2731 bei männlichen Fällen, 2272 bei männlichen Kontrollen, 1813 bei weiblichen Fällen, 1222 bei weiblichen Kontrollen)

Figure 4. Frequency distribution of the duration of activities with strong and extreme bending of the trunk (about 90° and more; about 45° to about 90°) for typical working shifts, classified in each case according to gender and case/control status (number of work shifts: 2731 male cases, 2272 male controls, 1813 female cases, 1222 female controls)

Illustration 4: Distribution de fréquence de la durée des activités dans une inclinaison du tronc extrême et forte (environ 90° et plus, environ 45° jusqu'à environ 90°) pour des journées de travail typiques, en fonction du sexe et du statut cas/témoin (nombre de journées de travail : 2731 pour les cas de sexe masculin, 2272 pour les témoins de sexe masculin, 1813 pour les cas de sexe féminin, 1222 pour les témoins de sexe féminin).

trie (z.B. Ziegeleiarbeiterinnen), im Hoch- und Tiefbau, in der Metallherzeugung und -verarbeitung, in der Papier- und Druckindustrie, in der Warenprüfung, im Versand sowie bei den Ausbau- und Polsterberufen festgestellt (Tabelle 3). Die weiblichen Kontrollen hatten im Mittel die höchsten Belastungen durch Hebetätigkeiten in den Verkehrsberufen (Tabelle 4).

Die Darstellung in Abbildung 3 „Heben von Lasten“ bestätigt, dass bei gemeinsamer Betrachtung der Arbeitsschichten aus allen Berufen bei Männern höhere kumulative Lasten vorliegen als bei Frauen. Allgemein ist festzustellen, dass für die Arbeitsschichten der Fälle gegenüber denen der Kontrollen leicht erhöhte kumulierte Lasten ermittelt wurden.

### 3.1.2 Tragen von Lasten

Bei Tragetätigkeiten wurden bei den männlichen Probanden (Fälle und Kontrollen, Tabellen 1 und 2) bei Ausbau-/Polster-, Bergbau-, Verkehrs-, Hoch- und Tiefbau-, Ernährungs-, Ordnungs- und Sicherheitsberufen (z.B. Militär) sowie Berufen in der Holz- und Kunststoffverarbeitenden Industrie kumulative Belastungen von mehr als 15.000 kg x s pro Arbeitsschicht ermittelt.

Frauen waren insgesamt geringeren kumulativen Belastungen durch Tragetätigkeiten ausgesetzt: Belastungen von mehr als ca. 4.000 kg x s bis maximal ca. 12.000 kg x s pro Arbeitsschicht waren bei den Fällen in Ordnungs- und Sicherheits-, Hoch- und Tiefbau-, Holz- und Kunststoff-, Verkehrsberufen, Warenprüfern und Versandarbeitern sowie Berufen in der Land- und Forstwirtschaft zu finden (Tabelle 3). Bei den Kontrollen zählten Berufe in der Papier- und Druckindustrie, Verkehrsberufe, Warenprüfer und Versandarbeiter, Ernährungsberufe, Messebauer und Warenkaufleute zu dieser Belastungskategorie (Tabelle 4).

Bei gemeinsamer Betrachtung aller Arbeitsschichten hinsichtlich der kumulierten Belastung durch Tragetätigkeiten in kg x s (Abbildung 3 „Tragen von Lasten“) werden diese Aussagen bestätigt.

### 3.1.3 Ziehen und Schieben

Bezüglich der Belastungsart „Ziehen und Schieben“ ist bei den männlichen Probanden die Anzahl der Fälle, die im Mittel mehr als ca. 5 Minuten pro Arbeitsschicht belastet waren, wesentlich höher (133 Probanden, Tabelle 1) als die der Kontrollen (15 Probanden, Tabelle 2). Die Berufsgruppen, bei denen im Mittel die höchste kumulative Dauer von Zieh- und Schiebetätigkeiten beobachtet werden konnte, waren bei den männlichen Fällen Hilfsarbeiter, gefolgt von Beschäftigten im Bergbau, in der Keramik-/Glaskeramikindustrie, in Verkehrsberufen und im Bereich Warenprüfung/Versand. Bei den männlichen Kontrollen hatten Beschäftigte aus den Bereichen Papier/Druck sowie Warenprüfung/Versand im Mittel die höchsten kumulativen Belastungen durch Ziehen und Schieben.

Für Frauen lagen die Belastungen durch Zieh- und Schiebetätigkeiten im Mittel weit unter denen der Männer. Für die meisten weiblichen Probanden (Fälle und Kontrollen, Tabellen 3 und 4) wurden bzgl. dieser Belastungsart Beschäftigungsabschnitte im Gesundheitsdienst festgestellt. Die graphische Darstellung der kumulativen Dauer von Zieh- und Schiebetätigkeiten in den verschiedenen Arbeitsschichten aus unterschiedlichen Berufen (Abbildung 3 „Ziehen/Schieben von Lasten >100 kg“) verdeutlicht, dass diese Belastungsart im überwiegenden Teil der Arbeitsschichten eine geringe Bedeutung hat.

### 3.1.4 Arbeiten in starker und extremer Rumpfbeugehaltung

Die höchsten kumulativen Belastungen durch starke Rumpfbeugehaltung (ca. 45° bis ca. 90°) von im Mittel mehr als 40 Minuten pro Schicht sind bei den männlichen Fällen (Tabelle 1) und Kontrollen (Tabelle 2) in den Berufsabschnitten Steine/Baustoffe, Metall und Hilfsarbeiter zu finden. Darüber hinaus kamen ähnlich hohe Belastungen bei den männlichen Fällen in den Bereichen Ernährung, Warenprüfung/Versand, Hoch- und Tiefbau und bei den männlichen Kontrollen bei den Ausbauberufen und Polsterern vor.

Die weiblichen Probanden waren im Mittel geringer durch Arbeiten in starker Rumpfbeugehaltung belastet als die Männer. Hier wiesen die Berufsabschnitte Metallerzeugung und -bearbeitung, Land- und Forstwirtschaft, Ernährung, Holz- und Kunststoffverarbeitung, Elektro- sowie Chemie- und Kunststoffberufe (Fälle, Tabelle 3) und Ernährung (Kontrollen, Tabelle 4) mittlere starke Rumpfbeugehaltungen von mehr als 40 Minuten pro Arbeitsschicht aus.

In der zusammenfassenden Darstellung für die Arbeitsschichten aus allen Berufen (Abbildung 4 „Starke Rumpfbeugehaltung“) zeigt sich, dass, unabhängig vom Geschlecht, bei den Fällen im Vergleich zu den Kontrollen in der Regel mehr Arbeitsschichten mit hohen Zeitanteilen in starker Rumpfbeugehaltung angegeben wurden. Der Anteil von Arbeitsschichten mit mehr als einer Stunde starker Rumpfbeugehaltung liegt

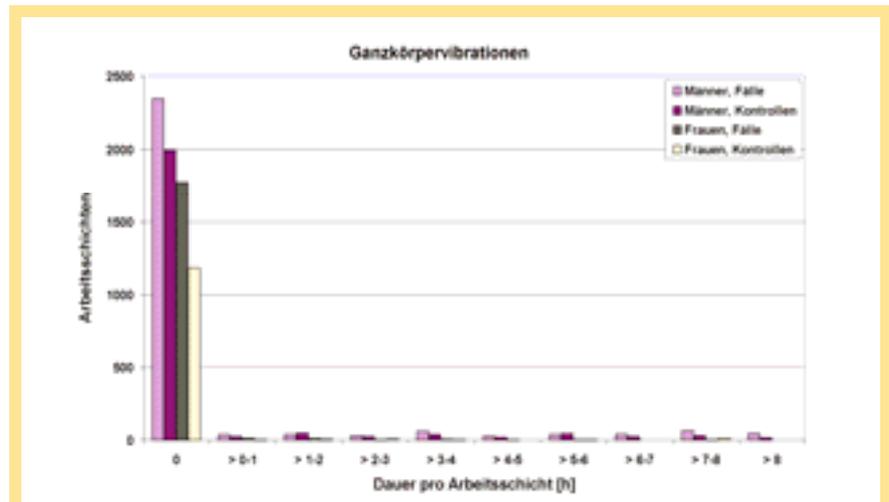


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Dauer von Ganzkörpervibrationen für typische Arbeitsschichten, getrennt nach Geschlecht und Fall-Kontroll-Status (Anzahl der Arbeitsschichten: 2731 bei männlichen Fällen, 2272 bei männlichen Kontrollen, 1813 bei weiblichen Fällen, 1222 bei weiblichen Kontrollen)

Figure 5. Frequency distribution of the duration of whole-body vibrations for typical working shifts, classified in each case according to gender and case/control status (number of work shifts: 2731 male cases, 2272 male controls, 1813 female cases, 1222 female controls)

Illustration 5: Distribution de fréquence de la durée des vibrations du corps entier pour des journées de travail typiques, en fonction du sexe et du statut cas/témoin (nombre de journées de travail : 2731 pour les cas de sexe masculin, 2272 pour les témoins de sexe masculin, 1813 pour les cas de sexe féminin, 1222 pour les témoins de sexe féminin).

bei Männern bei mehr als 200 Schichten (Fälle und Kontrollen) und bei Frauen bei mehr als 100 Schichten (Fälle) und ist damit nicht zu vernachlässigen.

Die mittleren Zeitanteile, in denen Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung (ca. 90° und mehr) ausgeführt wurden, lagen bei Männern und Frauen deutlich unter denen der Arbeiten in starker Rumpfbeugehaltung. Bei den männlichen Fällen (Tabelle 1) waren hier die höchsten kumulativen Belastungsdauern von mehr als ca. 5 Minuten pro Arbeitsschicht in den Berufsabschnitten Holz- und Kunststoffverarbeitung, Hoch- und Tiefbau, sonstige Dienstleistungsberufe, Maler/Lackierer, Warenkaufleute, Ausbauberufe/Polsterer, Ernährung und Chemie- und Kunststoffberufe zu finden. Bei den Frauen wurde für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Ausbauberufe/Polsterer, Holz- und Kunststoffverarbeitung (Fälle, Tabelle 3) sowie Land- und Forstwirtschaft (Kontrollen, Tabelle 4) eine mittlere Belastungsdauer von mehr als 5 Minuten pro Arbeitsschicht festgestellt.

Die zusammenfassende Darstellung (Abbildung 4 „Extreme Rumpfbeugehaltung“) zeigt, dass der Anteil an Arbeitsschichten, in denen in extremer Rumpfbeugehaltung gearbeitet wird, eine eher untergeordnete Rolle spielt.

### 3.1.5 Einwirkung von Ganzkörpervibrationen

Eine Exposition durch Ganzkörpervibrationen von im Mittel mehr als einer Stunde pro Arbeitsschicht lag ausschließlich bei Männern vor (vgl. Tabellen 1 bis 4). Die höchsten Expositionsdauern wurden für Fälle und Kontrollen in den Verkehrsberufen gefunden, aber auch Berufsgruppen wie Maschinisten, Montierer und Beschäftigte in der Land- und Forstwirtschaft wiesen relevante Expositionen auf. Die weiblichen Fälle und Kontrollen mit der höchsten mittleren Belastung durch Ganzkörpervibrationen waren ebenfalls in Verkehrsberufen tätig. Insgesamt ist die Anzahl der Arbeitsschichten mit Belastung durch Ganzkörpervibration vergleichsweise gering (Abbildung 5). Eine Analyse der in der Deutschen Wirbelsäulenstudie er-

fassten beruflichen Belastung durch Ganzkörpervibration im Hinblick auf lumbale Erkrankungen wird bei Bergmann et al. (2007) vorgestellt.

### 3.2 Reliabilitätsanalysen

Die Ergebnisse der Intra-Rater-Reliabilitätsanalyse ergaben für die untersuchten Dosismodelle DM 1 und DM 4 sowohl für Fälle als auch für Kontrollen eine akzeptable bis gute Übereinstimmung (Abbildung 6). Die Inter-Rater-Reliabilitätsanalyse führte bei den Kontrollen für beide Dosismodelle zu unzureichenden Übereinstimmungen und bei den Fällen nur bei DM 4 zu akzeptablen bis guten Übereinstimmungen. Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden, die in diese Analyse einbezogen wurden, und der z.T. sehr langen Zeitspannen zwischen Interview und Wiederholungsinterview (Median 1 Jahr, Maximum 2 Jahre) sind diese Ergebnisse allerdings unter Vorbehalt zu betrachten.

## 4. Diskussion

Erste Untersuchungen zu Dosis-Wirkung-Beziehungen zwischen beruflichen Wirbelsäulenbelastungen und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule, wie sie Gegenstand der Berufskrankheit Nr. 2108 BKV sind, konnten aus verschiedenen Gründen lediglich eingeschränkte Aussagen zu diesem Themenkomplex liefern (z.B. Seidler et al. 2001). Die Gründe waren u.a. geringe Probandenzahlen, keine weiblichen Pro-

banden oder unspezifische Krankheitsdiagnosen. Kritisiert wurde auch die Expositionserhebung, die bei den früheren Untersuchungen in relativ knapper Form durch Laien-Interviewer durchgeführt worden war. Bei der Planung der Deutschen Wirbelsäulenstudie wurde deshalb von Beginn an Wert auf eine hohe Qualität der Expositionsermittlung gelegt. Diese sollte durch ein zweistufiges Verfahren erreicht werden, in dem die in der Auswertung verwendeten Daten aus einer intensiven Belastungsermittlung durch arbeitstechnische Experten der Unfallversicherungsträger stammten. Zur Dosis-Berechnung wurden aus den auf diese Weise erhobenen äußeren Belastungsdaten schließlich mit Hilfe biomechanischer Modellrechnungen Kennwerte der inneren Belastung (Bandscheibendruckkräfte) individuell für jeden Belastungsvorgang berechnet und entsprechend der Häufigkeit und Dauer kumuliert (Jäger et al. 2007).

Unabhängig von der Auswertung der Bandscheibendruckkräfte oder Dosiswerte lassen sich bereits aus den Expositionsdaten des TAD-Interviews einige wichtige Aussagen ableiten. Bei den hier dargestellten Belastungsarten manueller Lastenhandhabung (Heben, Tragen, Ziehen/Schieben), starker und extremer Rumpfbeugehaltung sowie Ganzkörperschwingungen lässt sich erkennen, dass die Fallprobanden in der Regel in allen Expositionsclassen nur geringfügig stärker vertreten sind als die Kontrollen.

Dies ist sowohl bei Frauen als auch bei Männern zu beobachten. Bei Betrachtung der in den höchsten Expositionsclassen vertretenen Berufsgruppen lassen sich für die einzelnen Belastungskategorien für Fälle und Kontrollen gleiche oder ähnliche Berufe finden. Allein aufgrund dieses Vergleichs erscheint demnach eine Identifizierung von so genannten „Risiko-Berufen“ schwer möglich. Die Berufe der Männer und Frauen in den höchsten Expositionsclassen unterscheiden sich dagegen teilweise. Beispielsweise finden sich bei der Kategorie „Ziehen und Schieben von Lasten“ bei Männern Berufe wie Versand-, Druckerei- oder Hilfsarbeiter in den höchsten Expositionsclassen, während bei Frauen v.a. Gesundheitsdienst-, Verkehrs- und Ernährungsberufe Spitzenexpositionen aufweisen.

Beim Vergleich der Ergebnisse mit Bezug auf das Geschlecht kann allgemein festgehalten werden, dass Männer in der Regel höher belastet sind als Frauen. So sind für die manuellen Lastenhandhabungen und die Ganzkörperschwingungen in den höchsten Expositionsclassen fast ausschließlich männliche Probanden vertreten. Eine Ausnahme hierzu stellen die Belastungen durch extreme und insbesondere starke Rumpfbeugehaltungen dar: Hier sind auch beträchtliche Anteile weiblicher Probanden in den höchsten Expositionsclassen zu finden, z.B. in den Berufen Näherin, Weberin, Schneiderin, Köchin oder Metzgereifacharbeiterin.

Bei allen Interpretationen dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass innerhalb der verschiedenen Berufsgruppen und Belastungsarten sehr hohe Streuungen der Expositionen zu verzeichnen sind, die einerseits die großen individuellen Unterschiede in der Belastung auch bei ähnlichen Berufstätigkeiten anzeigen und andererseits auf mögliche Schwierigkeiten der retrospektiven individuellen Belastungserhebung über ein gesamtes Berufsleben hindeuten.

Es wird davon ausgegangen, dass die Validität der Expositionsermittlung in dieser Studie wesentlich höher ist als in allen bislang zu diesem Thema durchgeführten Untersuchungen. Allerdings unterliegt auch die Expositionsabschät-

Abbildung 6: Ergebnisse der Reliabilitätsabschätzung der TAD-Interviews (Inter- und Intra-Rater) anhand der Dosismodelle DM 1 und DM 4 (Einzelheiten siehe Text)

Figure 6. Results of the reliability estimate of interviews by technical experts of the accident insurance institutions (inter- and intra-raters) on the basis of dose models DM 1 and DM 4 (details see text)

Illustration 6: Résultats de l'évaluation de la fiabilité des interviews menées par les TAD (intra et intertesteur) au moyen des modèles de dose DM 1 et DM 4 (pour plus de détails voir le texte).

Intra-Rater	K (DM 1)	K (DM 4)
Gesamt (n=40)	0,68	0,64
Fälle (n=19)	0,68	0,62
Kontrollen (n=21)	0,65	0,64
Inter-Rater	K (DM 1)	K (DM 4)
Gesamt (n=39)	0,37	0,46
Fälle (n=19)	0,33	0,68
Kontrollen (n=20)	0,12	0,14
$\kappa > 0,75$	Exzellente Übereinstimmung	
$0,40 \leq \kappa \leq 0,75$	Akzeptable bis gute Übereinstimmung	
$\kappa < 0,40$	Unzureichende Übereinstimmung	

zung in der vorliegenden Studie den für retrospektive Ermittlungen über lange Zeiträume bekannten Limitationen, was insbesondere die Ergebnisse der Inter-Rater-Reliabilitätsanalysen zeigen, die z.T. unzureichende Übereinstimmungen der Expositionen bei den durchgeführten Doppelinterviews ergaben. Insofern ist auch in dieser Untersuchung eine gewisse Missklassifikation der Expositionsabschätzung nicht zu vermeiden. Da Fälle und Kontrollen den TAD-Interviewern jedoch nach dem Zufallsprinzip zugeteilt wurden, wird eine differentielle Missklassifikation ausgeschlossen, so dass eine systematische Verzerrung der Ergebnisse unwahrscheinlich ist.

## 5. Schlussfolgerungen

Mit der hier dargestellten Expositionsermittlung im Rahmen einer epidemiologischen Studie wurde ein Ansatz verfolgt, die für die Auswertung relevanten Belastungen innerhalb des gesamten Arbeitslebens von 1200 Probanden intensiv zu ermitteln. Die Intensität und Qualität der retrospektiven Erhebung dürfte in dieser Form wesentlich höher sein als in allen bisherigen Studien zu diesem Themenkomplex. Dennoch unterlag auch diese Studie den Grenzen retrospektiver Expositionsermittlung bei der Rekonstruktion von Zeiträumen von z.T. mehreren Jahrzehnten. Für zukünftige Studien könnte hier die Nutzung messtechnisch erhobener Katasterdaten zur Rekonstruktion der Exposition eine wesentliche Verbesserung darstellen. Solche Kataster zu berufsbezogenen Muskel-Skelett-Belastungen befinden sich aktuell im Aufbau (vgl. Ditchen und Ellegast 2004; Ditchen et al. 2007).

Unabhängig von Auswirkungen auf das BK-Geschehen zeichnet sich aus den Ergebnissen der Expositionsermittlung ein erweiterter Ansatz für die Prävention zur Verhütung arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren für das Muskel-Skelett-System ab. Belastungen, die bisher nicht von den BK-Tatbeständen erfasst sind, rücken stärker ins Licht der Aufmerksamkeit. Dies bestätigt einerseits die bisherige Praxis der Unfallversicherungsträger, zeigt andererseits aber auch Impulse für weitere Präventionsansätze auf.

## 6. Literatur

- Bergmann A, Seidler A, Schumann B, Fischer S, Bolm-Audorff U, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Hinz B, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Haerting J (2007) Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition durch Ganzkörpervibration und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – Auswertungen innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: (Nr.10/2007 im Druck)
- Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Seidler A (2007a) Zusammenhang zwischen manueller Lastenhandhabung und lumbaler Chondrose – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: (Nr.10/2007 im Druck)
- Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Geiß O, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Nübling M, Petereit-Haack G, Schumann B, Seidler A (2007b) Epidemiologische Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei der Berufskrankheit 2108 (Deutsche Wirbelsäulenstudie). Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), Sankt Augustin
- Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (1992) Verordnung der Bundesregierung, 2. Verordnung zur Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung, Bundesrats-Drucksache 773/92, Seite 8
- Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (1993) Merkblatt für die ärztliche Untersuchung zu Nr. 2108 Anlage I Berufskrankheiten-Verordnung (BKV). *Bundesarbeitsblatt* Nr. 3: 50–53
- Christ E, Fischer S, Kaulbars U, Sayn D (2006) Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungsbelastung. BGIA-Report 6/2006
- Ditchen D, Ellegast R (2004) Development of a database for analysis of and research into occupational strains on the spinal column. In: McCabe PT (Ed.) *Contemporary Ergonomics* 2004, Taylor & Francis, UK
- Ditchen D, Hermanns I, Ellegast R (in Vorbereitung) Aufbau einer Datenbank zur Prävention von arbeitsbedingten Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems. In: 13. Erfurter Tage – Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen. Berufsgenossenschaft für Nahrungsmittel und Gaststätten. Jena
- Fleiß J (1981) *Statistical methods for rates and proportions*, 2. Auflage, Wiley & Sons, New York
- Hartung E, Schäfer K, Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (1999) Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108: Vorschlag zur Beurteilung der arbeitstechnischen Voraussetzungen im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 34: 112–122
- Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Schäfer K, Hartung E, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (1999) Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108: Retrospektive Belastungsermittlung für risikobehaftete Tätigkeitsfelder. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 34: 101–111
- Jäger M, Geiß O, Bergmann A, Bolm-Audorff U, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Linhardt O, Michaelis M, Petereit-Haack G, Seidler A, Luttmann A (2007) Biomechanische Analysen zur Belastung der Lendenwirbelsäule innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: 264–276
- Linhardt O, Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Seidler A, Grifka J (2007) Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: 243–250
- Seidler A, Bolm-Audorff U, Heiskel H, Beck W, Fuchs C, Henkel N, Roth-Küver B, Schug H, Kaiser U, Elsner G (2001) Der Einsatz des Mainz-Dortmunder Dosismodells in einer Fall-Kontroll-Studie zu den beruflichen Risiken bandscheibenbedingter Erkrankungen. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 36: 10–20
- Seidler A, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Bolm-Audorff U (2007) Zusammenhang zwischen der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabungen und lumbalen Prolaps-erkrankungen – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: (Nr.10/2007 im Druck)
- Statistisches Bundesamt (1992) Klassifizierung der Berufe – Systematisches und alphabetisches Verzeichnis der Berufsbenennungen, Wiesbaden
- VDI-Richtlinie 2057 (2002) Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen; Blatt 1: Ganzkörperschwingungen. *Ausg.* 9/2002. Beuth, Berlin

Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund<sup>1</sup> ■ Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik und Sektion Arbeitsmedizin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg<sup>2</sup> ■ Landesgewerbeamt Hessen, Wiesbaden<sup>3</sup> ■ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin<sup>4</sup> ■ Institut für Arbeitsmedizin, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main<sup>5</sup> ■ Orthopädische Universitätsklinik Regensburg, Bad Abbach<sup>6</sup> ■ Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Bergische Universität Wuppertal<sup>7</sup> ■ Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin<sup>8</sup> ■ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin<sup>9</sup>

## Biomechanische Analysen zur Belastung der Lendenwirbelsäule innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie\*

Matthias Jäger<sup>1</sup>, Oliver Geiß<sup>1</sup>, Annetkatrin Bergmann<sup>2</sup>, Ulrich Bolm-Audorff<sup>3</sup>, Dirk Ditchen<sup>4</sup>, Rolf Ellegast<sup>4</sup>, Gine Elsner<sup>5</sup>, Joachim Grifka<sup>6</sup>, Johannes Haerting<sup>2</sup>, Friedrich Hofmann<sup>7,8</sup>, Oliver Linhardt<sup>6</sup>, Martina Michaelis<sup>8</sup>, Gabriela Petereit-Haack<sup>3</sup>, Andreas Seidler<sup>5,9</sup>, Alwin Luttmann<sup>1</sup>

M. Jäger, O. Geiß, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, O. Linhardt, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, A. Luttmann: Biomechanische Analysen zur Belastung der Lendenwirbelsäule innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 264-276

**Schlüsselwörter:** Deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS) – biomechanische Modellrechnung – manuelle Lastenhandhabung – Bandscheibenkompression – kumulative Dosis

**Zusammenfassung:** Die Analyse von Dosis-Wirkung-Beziehungen in Hinblick auf eventuelle biomechanische Überlastungen der Lendenwirbelsäule durch Lastenhandhabung und belastungsintensive Körperhaltungen bedingen die Kenntnis von Exposition und Erkrankungen. Für die biomechanischen Analysen innerhalb einer multizentrischen populationsbezogenen Fall-Kontroll-Studie – die „Deutsche Wirbelsäulenstudie“ (DWS) – wurden zunächst detaillierte Erhebungen der Technischen Aufsichtsämter der Unfallversicherungsträger zu externen Belastungsfaktoren durchgeführt. Die entsprechenden Ergebnisse wurden dazu genutzt, die „situative Wirbelsäulenbelastung“ anhand der Druckkraft auf die lumbosakrale Bandscheibe für alle belastungsrelevanten Einzeltätigkeiten während des Berufslebens von 1200 Personen zu bestimmen. Die Quantifizierung basierte auf biomechanischen Modellrechnungen, für die das vormals entwickelte dreidimensionale dynamische Simulationswerkzeug „Der Dortmunder“ verwendet wurde. Zur quantitativen Beschreibung der „kumulativen Wirbelsäulenbelastung“ wurden 10 Dosismodelle – einschließlich des häufig verwendeten „Mainz-Dortmunder Dosismodells (MDD)“ – mit unterschiedlichen Schwellenwerten für die lumbosakrale Druckkraft, die Rumpfvorneigung oder die Tagesdosis angewendet; verschiedene Arten von Lastenhandhabungen sowie verschiedene Wichtungen der Druckkraft (z.B. linear, quadratisch) gegenüber der Belastungsdauer wurden berücksichtigt. Der Vergleich der Modelle zeigt einen besonderen Einfluss der Verwendung einer Tagesdosischwelle, da dadurch ein beträchtlicher Anteil der lumbalen Exposition bei der Bestimmung der Lebensdosis unberücksichtigt bleibt. Aus den Ergebnissen zur Lebensdosis wird gefolgert, dass hohe Werte bei Männern häufiger vorkommen als bei Frauen und dass die kumulative Belastungsdosis bei Männern im Durchschnitt höher ist.

### Biomechanical analyses on lumbar load within the German Spine Study

M. Jäger, O. Geiß, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, O. Linhardt, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, A. Luttmann: Biomechanical analyses on lumbar load within the German Spine Study. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 264-276

**Key words:** German Spine Study EPILIFT – biomechanical model calculation – manual materials handling – disc compression – cumulative dose

### Étude allemande de la colonne vertébrale: analyses biomécaniques concernant le stress de la colonne vertébrale lombaire

M. Jäger, O. Geiß, A. Bergmann, U. Bolm-Audorff, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, F. Hofmann, O. Linhardt, M. Michaelis, G. Petereit-Haack, A. Seidler, A. Luttmann: Étude allemande de la colonne vertébrale: analyses biomécaniques concernant le stress de la colonne vertébrale lombaire. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 264-276

**Mots clé:** Étude allemande de la colonne vertébrale – calcul de modèle biomécanique – manipulation manuelle de charges – compression des disques intervertébraux – dose cumulée.

Anschrift für die Autoren:

Priv.-Doz. Dr.-Ing. Matthias Jäger  
Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund ■ Ardeystraße 67 ■ 44139 Dortmund  
■ Telefon: ++49+231-1084-267 ■ Facsimile: ++49+231-1084-401 ■ E-Mail: mjaeger@ifado.de

**Summary:** *The analysis of dose-response relationships with respect to possible biomechanical overload of the lumbar spine due to materials handling and intensive-load postures calls for knowledge on both exposure and diseases. For the biomechanical analyses within a population-based multicentre case-control study – the "German Spine Study (EPI-LIFT)" –, comprehensive interviews were primarily performed by the technical inspectors of the institutions for statutory accident insurance and prevention regarding external-load parameters. The corresponding results were used for determining the "situational spinal load", represented by the compressive force on the lumbosacral disc, for all relevant-loading activities during the occupational life of 1.200 persons. Quantification was based on biomechanical-model calculations applying the formerly developed 3-D dynamic simulation tool "The Dortmund". Describing the "cumulative lumbar load" quantitatively, 10 dose models were applied – inclusive of the frequently used "Mainz-Dortmund Dose Model (MDD)" – comprising various thresholds for the lumbosacral compressive force, the trunk inclination or the shift dose. Different modes of materials handling and different compressive-force weightings (e.g., linear, squared) in relation to loading time were considered. Comparison of models shows a particular influence of applying a shift-dose threshold, as a relevant partition of lumbar exposure remains thereby disregarded at determining the lifetime dose. It is concluded from the lifetime-dose results that high values are valid more frequent for men than for women and that, on average, the cumulative load dose is higher for men.*

**Résumé:** *L'analyse des relations de dose-effet eu égard à d'éventuelles surcharges biomécaniques de la colonne vertébrale lombaire entraînées par la manipulation de charges et de postures très stressantes conditionnent la connaissance de l'exposition et des maladies. Pour les analyses biomécaniques réalisées dans le cadre d'une étude cas-témoins multicentrique portant sur une population – l'«étude allemande de la colonne vertébrale» (DWS) – les services de surveillance technique des organismes d'assurance accident ont recueilli pour commencer des données détaillées sur les facteurs de stress externes. Les résultats correspondants ont été utilisés pour définir le «stress situationnel de la colonne vertébrale» au moyen de la force de compression sur le disque intervertébral lumbosacral pour toutes les activités individuelles relatives au stress pendant la vie professionnelle de 1200 personnes. La quantification s'est basée sur des calculs de modèle biomécaniques pour lesquels on a utilisé l'outil de simulation dynamique tridimensionnel autrefois mis au point de «Dortmund». Pour une description quantitative du «stress cumulé de la colonne vertébrale», on a employé 10 modèles de dose – y compris le «modèle de dose Mainz-Dortmund (MDD)» souvent utilisé – avec différentes valeurs seuil pour la force de compression lumbosacrale, l'inclinaison en avant du tronc ou la dose journalière ; divers types de manipulations de charges ainsi que différentes pondérations de la force de compression (linéaire, quadratique par exemple) par rapport à la durée de la sollicitation ont été pris en compte. La comparaison des modèles montre une influence particulière de l'utilisation d'un seuil de dose journalière car cela entraîne la non prise en compte d'un pourcentage important de l'exposition lombaire dans le calcul de la dose totale. Les résultats obtenus pour cette dose totale permettent de conclure que l'on trouve des valeurs élevées plus souvent chez les hommes que chez les femmes et que la dose de stress cumulée est supérieure en moyenne chez les hommes.*

## 1. Einführung

Bei der Analyse von Dosis-Wirkungs-Beziehungen in Hinblick auf eventuelle biomechanische Überlastungen der Lendenwirbelsäule durch langjährige Tätigkeiten mit Lastenhandhabung und belastungsintensiven Körperhaltungen sind sowohl Angaben zur Exposition als auch zu Erkrankungen unabdingbar. Dazu sind in den vergangenen Jahren kumulative Dosismodelle bekannt geworden, bei denen neben der Belastungshöhe – in der Regel beschrieben durch Kompressionskräfte an lumbalen Bandscheiben – auch die jeweilige Einwirkungsdauer und Vorgangshäufigkeit berücksichtigt werden. Dabei sind Dosiserhebungen zur Wirbelsäulenbelastung

außerhalb Deutschlands von relativ wenigen Arbeitsgruppen beschrieben worden (z.B. Kumar 1990; Norman et al. 1998; Callaghan et al. 2001), während Dosisermittlungen in Deutschland eine relativ große Bedeutung vor allem im Zusammenhang mit Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren zur BK Nr. 2108 BKV erhalten haben. In den ersten Ansätzen wurden zunächst „lineare Dosisberechnungen“ durchgeführt, bei denen Werte der Bandscheibenkompression mit der Einwirkungsdauer der jeweiligen relevanten Belastungsabschnitte multipliziert und für alle Tätigkeiten kumuliert werden (z.B. Hartung & Dupuis 1994; Pangert & Hartmann 1994). Inzwischen wird von der überwiegenden

Zahl der Unfallversicherungsträger mit dem „Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD)“ ein Ansatz verwendet, der die Bandscheibenkompression quadratisch und somit überproportional zur Belastungsdauer wichtet (Hartung et al. 1999; Jäger et al. 1999a; BK-Report 2004). Aufgrund der seinerzeitigen Grenzen der bei der MDD-Ableitung vorliegenden Datenbasis hatten die Autoren weitergehende Forschungsarbeiten zur Prüfung der Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule bei Langzeit-Expositionen auf Grundlage möglichst valider Dosis-Wirkungs-Beziehungen angeregt. Wie auf einem Expertengespräch 1998 zu Dosis-Wirkungs-Modellen der körperlichen Belastung an der Lendenwirbelsäule zu-

sammengefasst, begründeten die damals „vorliegenden Ansätze der Prüfung von Dosis-Wirkung-Beziehungen zur mechanischen Belastung der Lendenwirbelsäule die Notwendigkeit eingehender(er) epidemiologischer Studien mit detaillierter(er) Erkrankungs- und Belastungsbeschreibung – diese Basis fordert geradezu weitergehende solide Forschungsarbeit heraus“ (Jäger et al. 1999b). In diesem Sinne basiert die multizentrische populationsbezogene „Deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS)“ insbesondere auf einer detaillierten Erkrankungserhebung, einer detaillierten Expositionsermittlung und – mit Bezug auf den vorliegenden Beitrag – auf einer detaillierten Bestimmung der Lumbalbelastung (Bolm-Audorff et al. 2007a).

## 2. Prinzipielle Vorgehensweise

Durch die klinischen Studienzentren (Frankfurt a.M., Freiburg, Halle, Regensburg), die 915 Fall- und 901 Kontrollprobanden rekrutierten, wurde zu-

nächst ein expositionsanamnestisches „Erstinterview“ bei allen Probanden durchgeführt (Linhardt et al. 2007). Aufgrund des Überschreitens sogenannter Auslöseschwellen ergab sich für einen Anteil von etwa 75% „relevant belasteter“ Personen, dass eine detaillierte Expositionsermittlung mit Hilfe eines „Zweitinterviews“ durchzuführen war, das vom „Expositionszentrum“ (Sankt Augustin) federführend betreut und koordiniert wurde. Dabei wurden die externen Belastungsfaktoren für das gesamte Berufsleben eines jeden Probanden, d.h. für alle Beschäftigungsabschnitte, für alle dabei als typisch identifizierten Arbeitsschichten und für alle in den typischen Schichten auftretenden „belastungsintensiven Körperhaltungen“ und Lastenhandhabungen durch die Technischen Aufsichtsdienste (TAD) der Unfallversicherungsträger erhoben (Ellegast et al. 2007). Die biomechanische Umsetzung der insgesamt 1279 aus den TAD-Erhebungen resultie-

renden „Lebensprofile“ (einschließlich 79 Doppelinterviews zur Qualitätssicherung) in Kennwerte der Wirbelsäulenbelastung zu allen Belastungsvorgängen in allen Schichten bei allen Beschäftigungsabschnitten von allen relevant belasteten Probanden erfolgte durch das biomechanische Zentrum (Dortmund). Die Ergebnisse der biomechanischen Analysen wurden im weiteren Verlauf der Studie durch das epidemiologische Zentrum (Studienleitung Wiesbaden) zur Prüfung von Dosis-Wirkung-Zusammenhängen zwischen beruflicher Exposition und Erkrankungen genutzt (Bolm-Audorff et al. 2007b; Seidler et al. 2007).

In Abbildung 1 ist der Umfang der biomechanischen Auswertungen überblickartig skizziert: Aus den im linken Abbildungsteil angegebenen externen Belastungsfaktoren wurden die im rechten Teil aufgeführten Kennwerte der internen Belastung bestimmt. Einerseits wird die Belastung der Wirbelsäule wesentlich durch die eingenommene Körperhaltung bestimmt. Wenn beim TAD-Interview „belastungsintensive Körperhaltungen“ ohne Lastenhandhabung erhoben wurden, waren die jeweiligen Körperhaltungen anhand von Piktogrammen mit kurzen verbalen Kennzeichnungen beschrieben. Andererseits, wenn Lastenhandhabungen vorlagen, wurden die Handhabungsart, das Lastgewicht sowie die Lastposition relativ zum Oberkörper dokumentiert. Wurde ein Lastobjekt nicht nur gehalten, sondern wie bei Hebevorgängen auch bewegt, wurden die entsprechenden Bewegungen von Körperteilen und Lasten mit einem Simulationswerkzeug „generiert“ und die daraus resultierenden, durch die Massenträgheit bedingten Kräfte und Momente berücksichtigt. Zur Kennzeichnung der realen zeitlichen Aspekte wurden die Dauer und/oder Häufigkeit der jeweiligen Vorgänge, Schichten und Beschäftigungsabschnitte einbezogen.

Zur quantitativen Beschreibung der mechanischen Belastung der Wirbelsäule wurde zum einen die Druckkraft auf die unterste Bandscheibe der Wirbelsäule – lokalisiert zwischen dem 5. Lendenwirbel und dem oberen Teil des Os sacrum (L5-S1) – bestimmt und, unter

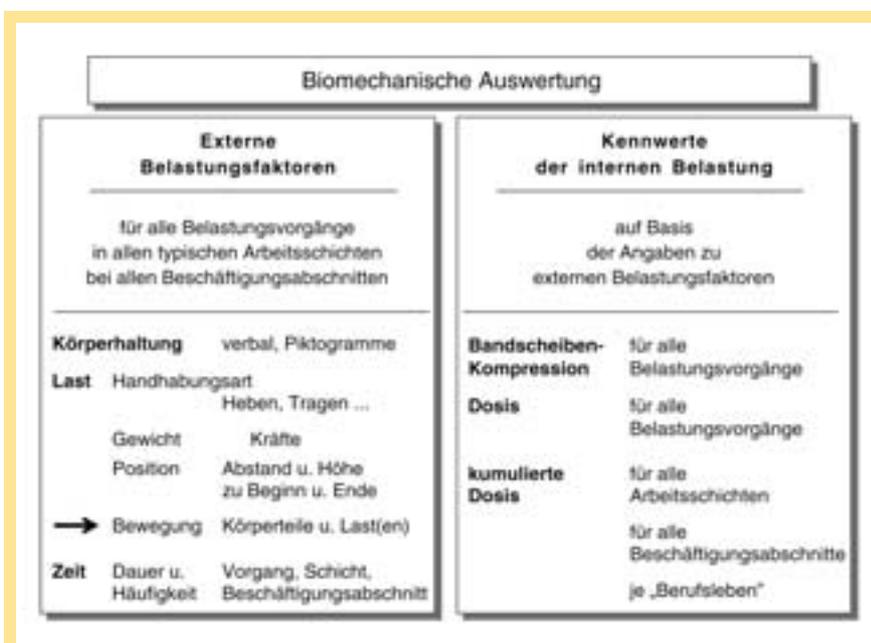


Abbildung 1: Biomechanische Auswertung – Bestimmung von Kennwerten der internen Belastung bezüglich der situativen und kumulativen Wirbelsäulenbelastung auf Basis externer Belastungsfaktoren

Figure 1. Biomechanical evaluation – Determination of characteristic values of internal load with respect to the situational and cumulative load on the lumbar spine based on external loading factors

Illustration 1: Evaluation biomécanique – Détermination de valeurs caractéristiques du stress interne par rapport au stress situatif et cumulé de la colonne vertébrale sur la base de facteurs de stress externes.

OL- Piktogramme Kopfhöhe		aufrecht	vorgeneigt (ca. 20°)	vorgeneigt (ca. 45°)	vorgeneigt (ca. 75°)	extrem vorgeneigt (ca. 90° oder mehr)	aufrecht und verdreh	zur Seite gebeugt	vorgeneigt und verdreh und seitlich gebeugt
		1	2	3	4	5	6	7	8
Lastr vor dem Körper, Arme weit nach vorne									
Lastr vor dem Körper, Arme dicht am Körper									
Lastr auf einer Seite, beidhändig									
Lastr auf einer Seite, einhändig									
Lasten beidenseits des Körpers									
Lastr über Kopf									
Lastr auf einer Schulter									
Lastr auf beiden Schultern									
Lastr auf dem Rücken, ohne Einsatz der Arme									
Lastr auf dem Rücken, mit Einsatz der Arm									

Abbildung 2: Körperhaltungsskizzen auf Basis von Labornachstellungen – Bestimmung standardisierter Körperteilstellungen und Wirbelsäulenkrümmungen zur Nutzung in individuellen Berechnungen der Bandscheibenkräfte für alle Belastungssituationen unter Berücksichtigung der Oberkörperhaltungen und Lastpositionen entsprechend der „OL-Matrix“ des TAD-Erhebungsbogens, hier exemplarisch für Tätigkeiten in Kopfhöhe

Figure 2. Posture-indicating manikins based on laboratory replications – Determination of standardised body-segment positions and spinal curvatures serving as input data for individual calculations of intervertebral-disc forces for all loading situations, considering the upper-body postures and object positions of the „OL matrix“ of the occupational-hygienist questionnaire, particularly shown here, for activities in head height

Illustration 2: Croquis de postures sur la base de reconstitutions en laboratoire – Détermination de postures de certaines parties du corps et de déformations de la colonne vertébrale en vue d'une utilisation dans des calculs individuels des forces des disques intervertébraux pour toutes les situations de stress en tenant compte des postures du torse et des positions de charge conformément à la «matrice OL» du questionnaire des TAD, ici par exemple pour des activités à hauteur de la tête.

Einbeziehung der Vorgangsdauer, die kompressionsbezogene Dosis des entsprechenden Vorgangs berechnet. Neben diesen Kenngrößen der Belastungshöhe eines Vorgangs wurden zum anderen „kumulative Maße der Gesamtbelastung“ für Schichten, Beschäftigungsabschnitte und das „Berufsleben“ einer jeden relevant belasteten Person mit Werten belegt. Dazu wurden, auf Basis aller Vorgänge während einer Arbeitsschicht, die jeweilige „Schichtdosis“ (= „Tagesdosis“) kumuliert und, unter Berücksichtigung der entsprechenden Schichthäufigkeiten bzw. Expositionsdauer, die Dosiswerte für die längeren Zeitabschnitte berechnet.

### 3. Biomechanische Analysen

#### 3.1 Situative Wirbelsäulenbelastung

Mit dem Ziel einer möglichst genauen Ermittlung der Belastung der Lendenwirbelsäule wurden spezifische biomechanische Modellrechnungen für alle in den TAD-Erhebungen als belastungsrelevant bezeichneten Einzeltätigkeiten durchgeführt. Dazu wurde ein vergleichsweise komplexes, dreidimensional dynamisches Simulationswerkzeug („Der Dortmunder“; Jäger et al. 2000) verwendet, das nicht nur die Auswirkung der Gewichtskräfte von Körperteilen und eines gehandhabten Lastobjektes in beidseits symmetrischen Belastungsfällen berücksichtigt, sondern insbesondere auch die bei Bewegungen in der Regel auftretenden, beschleunigungsbedingten Massenträgheitseffekte und die durch Asymmetrien von Körperhaltung, Lastposition und Aktionskraftkomponenten bedingten Lumbalbelastungsanteile einbezieht.

Zur Quantifizierung der Wirbelsäulenbelastung sind Angaben zur Körperhaltung und Lastposition sowie, bei Bewegung, zur Veränderung dieser Belastungsgrößen unabdingbar. Die als Eingabegrößen notwendigen Körperhaltungsbeschreibungen wurden für Lastenhandhabungen aus korrespondierenden Angaben in den TAD-Erhebungen zur Lastposition relativ zum Körper (z.B. nah, weit, seitlich), aus der Oberkörperhaltung (Rumpfvor-, -seitneigung, -torsion) und der Arbeitshöhe (Boden, ... Überkopfhöhe) abgeleitet. In

Labornachstellungen wurden daher die Segmentstellungen im Raum – d.h. die Winkelstellungen aller Körperteile zu einem festen Koordinatensystem sowie die Rumpfkümmungen – je nach „Belastungssituation“ erfasst und für die nachfolgenden Berechnungen digital abgelegt; dies leitet sich aus einer Kombination von einer der insgesamt 8 Oberkörperhaltungen und 10 Lastpositionen aus der „OL-Matrix“ sowie einer der 6 Kategorien der Arbeitshöhe ab. Für das Beispiel von Tätigkeiten in Kopfhöhe sind die korrespondierenden Körperhaltungsskizzen in eine OL-Matrix eingezeichnet (Abbildung 2). Innerhalb einer Zeile ist im linken Teil die Rumpfneigung variiert, im rechten Teil sind Torsionen und Seitbeugungen überlagert. Innerhalb der Spalten sind im oberen Teil der Abbildung Lastpositionen berücksichtigt, bei denen die Lastobjekte mit beiden Händen vor oder neben dem Körper gehalten werden, im unteren Teil sind Lastpositionen mit Rumpfkontakt abgebildet. Die freien Felder in Zeile 6 und Spalte 5 repräsentieren widersprüchliche (über Kopf / in Kopfhöhe) bzw. unrealistische Bedingungen.

Wenn Bewegungen von Lastobjekten wie beim Heben dokumentiert waren, wurden aus derartigen Körperhaltungsbeschreibungen zu Vorgangsanfang und -ende entsprechende Bewegungsverläufe der Körpersegmente abgeleitet. Für die Simulation der Bewegungsbahnen eines jeden Körperteils wurden zu jedem Zeitpunkt während des Vorgangs interpolierte Winkelwerte angenommen. Zur Vermeidung unrealistischer Bewegungen mit ggf. daraus resultierender überhöhter Wirbelsäulenbelastung wurden auf Basis früherer detaillierterer Erhebungen (Jäger 2001) Korrekturfaktoren verwendet. Insgesamt zeigt die Vielfalt möglicher Haltungskombinationen die Notwendigkeit spezifischer Belastungsberechnungen für jeden Belastungsfall trotz der vorgenannten Kategorisierungen bezüglich Lastposition, Oberkörperhaltung und Arbeitshöhe, zumal auch Lastgewicht und Ausführungsdauer in der Regel variieren und daher bei der Belastungsermittlung im Einzelfall einbezogen werden müssen.

Für einige berufliche Tätigkeiten wurden bei der TAD-Erhebung branchenspezifische „Sonderbögen“ verwendet, so dass die zuvor beschriebene Vorgehensweise in Absprache mit den zuständigen Unfallversicherungsträgern modifiziert wurde. Tätigkeiten in der Land- oder Forstwirtschaft (z.B. „Grünfütter mit der Gabel vorlegen“, „Entmisten mit Gabel“; „Baumaufsuchen“, „Fällung“) wurden in Einzelschritte wie Anheben, Umsetzen, Absenken usw. aufgeteilt und mit den entsprechenden Lastpositionen, Oberkörperhaltungen, Arbeitshöhen sowie der jeweiligen Dauer und Häufigkeit verknüpft. Für Pflege-tätigkeiten wurde in der Regel auf Expertenbewertungen (Kuhn et al. 2001) zurückgegriffen; in Einzelfällen wurden zusätzliche Labormessungen zur Schätzung der auftretenden Aktionskräfte im Studienzentrum Dortmund durchgeführt (siehe auch Jäger et al. 2006), die korrespondierenden Bandscheiben-Druckkräfte wurden nachfolgend berechnet.

Im Gegensatz zu den detaillierten Körperhaltungsermittlungen durch Laborerhebungen wurden die Körperteilstellungen und Rumpfkümmungen für den Sonderfall belastungsintensiver Körperhaltungen ohne Lastenhandhabung unmittelbar aus den Piktogrammen im TAD-Erhebungsbogen abgeleitet.

Zusätzlich zu den möglichst exakten biomechanischen Simulationsrechnungen für jede Einzeltätigkeit wurde die Bandscheibenkompression auch auf Basis der „Gleichungen zur retrospektiven Abschätzung der Druckkraft an der Lendenwirbelsäule“ (Hartung et al. 1999) bestimmt; diese Vorgehensweise folgt dem Prinzip bei Belastungsermittlungen, wie sie bei Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren zur BK Nr. 2108 BKV mit dem *Mainz-Dortmunder Dosismodell* üblicherweise im BG-Bereich durchgeführt werden. Dazu war es erforderlich, die jeweilig dokumentierten Bedingungskombinationen zur Lastposition, Oberkörperhaltung und Arbeitshöhe zu Vorgangsanfang und -ende entsprechend den MDD-bezogenen Tätigkeiten „Heben“, „Umsetzen“ bzw. „Tragen“ zu kategorisieren.



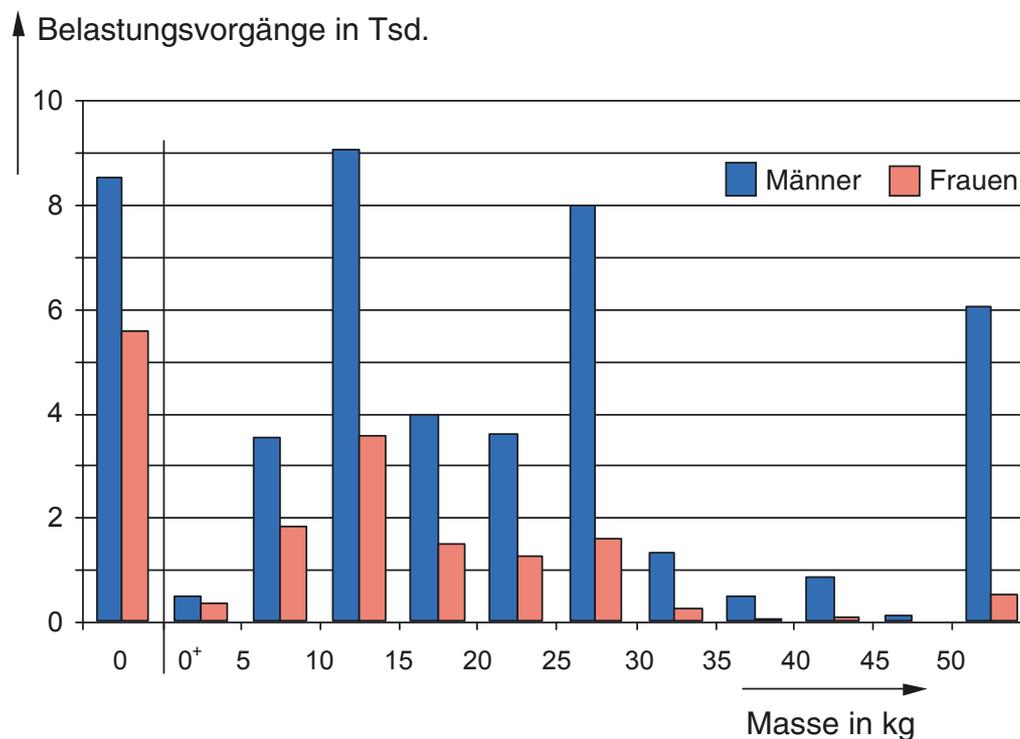


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Lastmasse für die Belastungsvorgänge in den verschiedenen typischen Schichten aller Personen (Kategorie „0“: Häufigkeit belastungsintensiver Körperhaltungen ohne Lastenhandhabung; höchste Kategorie: >50 kg)

Figure 4. Frequency distribution of object mass for the loading actions in the various typical working shifts of all persons (category "0": number of high-load inducing postures without object handling; ultimate category: >50 kg)

Illustration 4: Distribution de fréquence de la masse de charge pour les opérations stressantes dans les différentes journées de travail typiques de toutes les personnes (catégorie «0»: fréquence des postures stressantes sans manipulation de charge ; catégorie maximum : >50 kg).

kung-Beziehungen kein entsprechendes Mindestkriterium auf.

Dosismodell 4 weist die geringsten Restriktionen bezüglich der Berücksichtigung von Einzeltätigkeiten auf: In diesem Modell werden sämtliche TAD-dokumentierten Belastungsfälle in Druckkraftwerte umgesetzt (siehe vorheriger Absatz), so dass im Vergleich zum MDD auch geringere Lastgewichte und Rumpfvorneigungen sowie Schichtbelastungen einbezogen werden. Anhand der Dosismodelle 4 bis 10 wird insbesondere der Einfluss unterschiedlicher Rumpfvorneigung untersucht. Bei den Dosismodellen 5 bis 10 ist die Druckkraft-Schwelle einheitlich auf 2 kN festgelegt, so dass zwar nicht sämtliche Lastenhandhabungen bei der Dosisberechnung einbezogen werden, aber dennoch mehr als beim MDD. Mit Hilfe verschiedener „Wichtungen“ der Band-

scheiben-Druckkraft in Relation zur Belastungsdauer, d.h. unterschiedlicher Potenzierung der Kraft (1. Potenz: „linear“, 2. Potenz: „quadratisch“, 3. Potenz: „kubisch“, 4. Potenz: „tetradisch“) wird bei den Dosismodellen 7 bis 10 der besondere Aspekt des MDD geprüft, aufgrund des vermuteten höheren Schädigungspotentials hoher Kräfte diese relativ zur Dauer auch überproportional zu wichten; verschiedene Potenzen der Kraftwichtung ermöglichen insbesondere die Prüfung des quadratischen Ansatzes im MDD.

#### 4. Ergebnisse

Zur Beschreibung der innerhalb der Deutschen Wirbelsäulenstudie erhobenen beruflichen Belastungen wurde der erarbeitete Datensatz, unabhängig vom Fall-Kontroll-Status der untersuchten Personen, hinsichtlich ausgewählter

Kenngößen ausgewertet; sämtliche Daten beziehen sich somit auf den Personenkreis (n=1200), für den im Zweitinterview TAD-Erhebungen zu externen Belastungsfaktoren und nachfolgende biomechanische Analysen hinsichtlich der Wirbelsäulenbelastung durchgeführt wurden. Im Folgenden werden zunächst Auswertungen zu den Einzeltätigkeiten, im weiteren Verlauf zur kumulativen Wirbelsäulenbelastung vorgestellt.

#### 4.1 Situative Belastungen

In Abbildung 4 sind, getrennt für Männer und Frauen, Häufigkeitsverteilungen der Masse der gehandhabten Lasten in den verschiedenen typischen Schichten der Probanden dargestellt; zusätzlich enthält das Diagramm an der linken Seite die Häufigkeiten von Belastungsvorgängen ohne Lastenhandhabung. Die

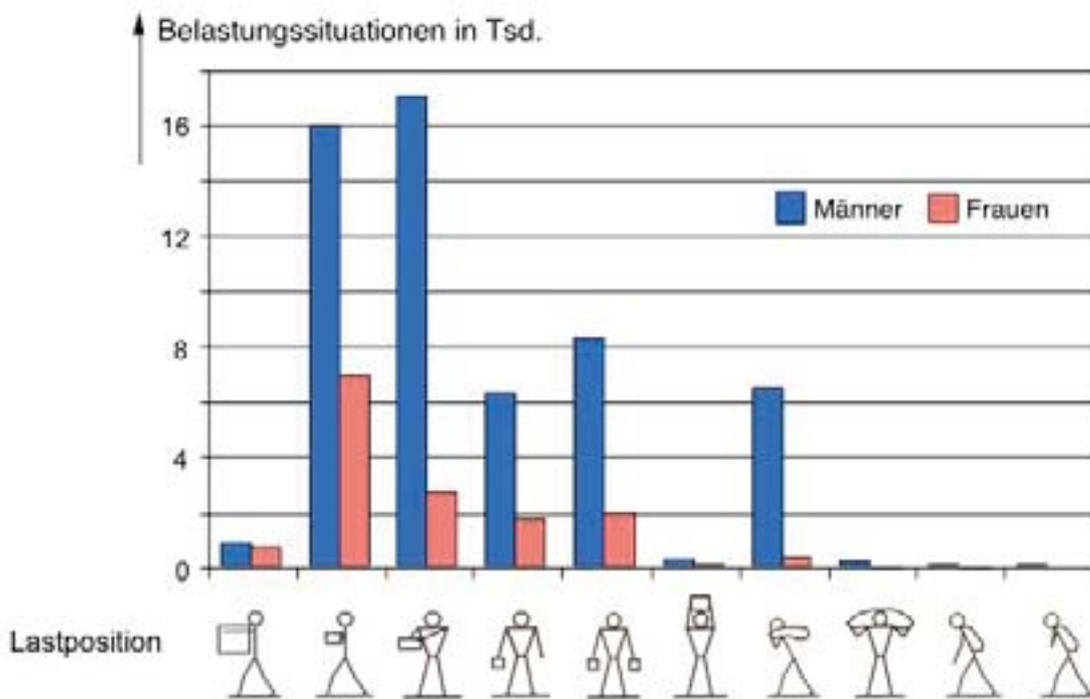


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Positionen gehandhabter Lastobjekte relativ zum Oberkörper für die Belastungssituationen in den verschiedenen typischen Schichten aller Personen (Piktogramme entsprechend der „OL-Matrix“ des TAD-Erhebungsbogens, siehe auch Abbildung 2)

Figure 5: Frequency distribution of handled objects' local positions in relation to the trunk for the loading actions in the various typical working shifts of all persons (manikins depicted from the "OL matrix" of the occupational-hygienist questionnaire; see also figure 2)

Illustration 5: Distribution de fréquence des positions des objets de charge manipulés relativement au torse pour les situations stressantes dans les diverses journées typiques de toutes les personnes (pictogrammes correspondant à la «matrice OL» du questionnaire des TAD, cf. illustration 2).

Verteilungen zeigen anhand der höheren Häufigkeiten in den Klassen mit hoher Lastmasse, dass in der Regel die von Männern gehandhabten Lasten ein höheres Gewicht aufweisen als die von Frauen bewegten Lastobjekte. Die Klassenbelegungen für Lastgewichte ab 30 kg sind für Frauen niedrig.

Exemplarische Auswertungen hinsichtlich der auftretenden Lastpositionen relativ zum Oberkörper, charakterisiert anhand der in der TAD-Erhebung verwendeten Piktogramme, sind in Abbildung 5 dargestellt. Im Gegensatz zur vorherigen Abbildung mit Bezug auf Belastungs„vorgänge“ gelten die hier angegebenen Häufigkeiten für Belastungs„situationen“, da sich innerhalb eines Handhabungsvorgangs die Positionen eines Lastobjektes zwischen Vorgangsanfang und -ende in vielen Fällen unterscheiden, beispielsweise bei einem

Hebevorgang mit einer Lastaufnahme seitlich am Boden zu einer frontalen Position beim Ablegen. Ein Vergleich der beiden Verteilungen zeigt, dass Frauen die Lastobjekte überwiegend körpernah, selten auf der Schulter oder dem Rücken und weniger häufig asymmetrisch, d.h. seitlich oder einhändig handhaben; insgesamt können die jeweiligen Körperhaltungen bei Frauen somit als biomechanisch günstiger angesehen werden. Weitere, hier nicht bildlich dargestellte Auswertungen hinsichtlich der auftretenden Körperhaltungen zeigen, dass Lastenhandhabungen bei Frauen insgesamt weniger häufig auftreten und seltener von Rumpfvorneigung und -verdrehung begleitet sind.

Zur Kennzeichnung der Wirbelsäulenbelastung sind in Abbildung 6 die Häufigkeiten der aus biomechanischen Modellrechnungen für die Einzelvor-

gänge resultierenden Bandscheiben-Druckkräfte in den verschiedenen typischen Schichten der Probanden wiedergegeben. Als Kennwert für die berechneten Zeitverläufe wurde, wie in derartigen zusammenfassenden Erhebungen üblich, der jeweilige Maximalwert verwendet. Die Ergebnisse in Abbildung 6 zeigen insgesamt, dass der Bereich der auftretenden Bandscheiben-Kompressionswerte bei Frauen niedriger ist als der bei Männern. Darüber hinaus gilt, dass die Klassenbelegungen mit Druckkräften oberhalb von 4 kN relativ gering sind, so dass die Summe nur etwa ein Drittel der Gesamthäufigkeit bei Männern beträgt.

#### 4.2 Kumulative Wirbelsäulenbelastungen

Für einen ersten Vergleich der Wirkung der verwendeten Kriterien in den verschiedenen Dosismodellen zur quan-

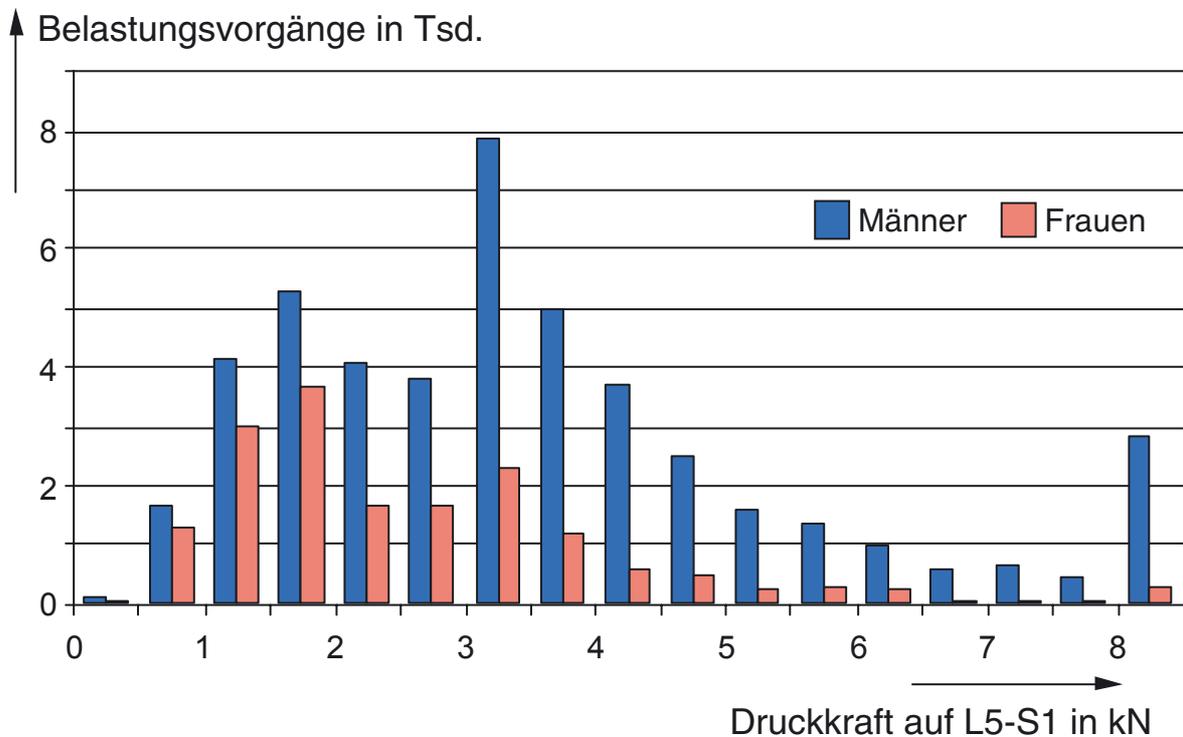


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der Bandscheiben-Kompressionskräfte für die Belastungsvorgänge in den verschiedenen typischen Schichten aller Personen (Eingangsdaten: Maximalwerte der jeweiligen Zeitverläufe; höchste Kategorie: >8 kN)

Figure 6. Frequency distribution of disc-compression forces for the loading actions in the various typical working shifts of all persons (input data: maximum values of the respective time courses; ultimate category: >8 kN)

Illustration 6: Distribution de fréquence des forces de compression des disques intervertébraux pour les opérations stressantes dans les diverses journées de toutes les personnes (dates d'entrée: valeurs maximums d'écoulement du temps; catégorie maximum: >8 kN).

titativen Beschreibung der kumulativen Wirbelsäulenbelastung während einer Arbeitsschicht wurde die Anzahl der „belastungsrelevanten“ Schichten ausgezählt, d.h. die bei der Berechnung der Lebensdosis berücksichtigten typischen Schichten. Die entsprechende Darstellung in Abbildung 7 zeigt, dass die Anzahl relevanter Schichten bei den Dosismodellen 1 bis 3 aufgrund der Berücksichtigung von Tagesdosis-Schwellen lediglich etwa ein Viertel gegenüber den Dosismodellen 4 bis 10 beträgt. Die Unterschiede zwischen den Werten für die Dosismodelle 1 und 2 von nahezu 20% ist auf die unterschiedliche Berechnungsart bei der Druckkraft-Bestimmung zurückzuführen, d.h. beispielsweise auf die biomechanisch angemessenere Berücksichtigung von Asymmetrien der Körperhaltungen und Last-

verteilungen in den Simulationsrechnungen (Dosismodell 2) anstatt der Nutzung der MDD-Schätzgleichungen bei Dosismodell 1. Die vergleichsweise geringe Zunahme der Häufigkeit bei Modell 3 im Vergleich zu 2 ist auf die zusätzliche Einbeziehung von Lastenhandhabungen wie Ziehen oder Schieben zurückzuführen. Die insgesamt höchste Anzahl belastungsrelevanter Schichten wurde für Dosismodell 4 ermittelt – das Modell mit den geringsten Einschränkungen. Die Abnahme der Schichtanzahlen für die Modelle 4 bis 6 ist teilweise auf das Ausschließen von Körperhaltungen mit geringer Rumpfvorneigung zu erklären (ab 20°, 45°, 75°) und teilweise auf die zusätzliche Berücksichtigung einer Druckkraft-Erhebungsschwelle (2 kN). Die Häufigkeiten für die Dosismodelle 7 bis 10 sind

identisch, da zwar verschiedene Druckkraftwichtungen, aber ein identischer Schwellenwert für die Einbeziehung (ab 2 kN) und auch eine identische Rumpfvorneigungsschwelle (45°) angewendet wurde.

Zur Charakterisierung von vorkommenden Schichtbelastungen sind in Abbildung 8 Häufigkeitsverteilungen der Tagesdosiswerte, exemplarisch für das „Original-MDD“ mit Bandscheiben-Druckkräften aus biomechanischen Simulationsrechnungen (Dosismodell 2) sowie für das restriktionsärmste Dosismodell (Nr. 4), wiedergegeben. Im linken Teil der Abbildung sind die Verteilungen mit einer relativ großen Klassenbreite von 10 kN<sub>h</sub> dargestellt, während der rechte Teil die Häufigkeiten in einer größeren Auflösung enthält (Klassenbreite 1 kN<sub>h</sub>). Analog zur vorherigen

Abbildung sind die Häufigkeiten der relevanten Arbeitsschichten bei Anwendung von Dosismodell 2 deutlich geringer als bei Modell 4. Den beiden linken Diagrammen ist gemeinsam, dass nennenswerte Belegungen nur in den beiden unteren Dosisklassen vorkommen. Das Diagramm rechts oben veranschaulicht die deutliche Wirkung der zugrunde liegenden Tagesdosissschwellen bei Dosismodell 2: Ansatzgemäß sind für Frauen keine Werte in den unteren 3 Klassen, für Männer in den unteren 5 Klassen zu finden – entsprechend den Erhebungsschwellen bei 3,5 bzw. 5,5 kNh. Im Gegensatz dazu sind im Diagramm rechts unten, korrespondierend mit Dosismodell 4, auch die unteren Dosisklassen belegt. An beiden rechten Diagrammen wird deutlich, dass höhere Schichtdosiswerte häufiger für Männer vorliegen.

Eine Zusammenfassung der erhobenen Lebensdosiswerte für alle Probanden auf Basis der verschiedenen Schichtdosismodelle (Nr. 1 bis 10) ist in Abbildung 9 dargestellt. Entsprechend der Berücksichtigung der – nicht unerheblichen – Tagesdosissschwellen bei

den MDD-bezogenen Modellen (Nr. 1 bis 3) ergab sich für einen gewissen Anteil von Personen die gesamte Lebensdosis zu null aufgrund der jeweils unterschwelligen Tagesdosen, so dass die resultierenden Häufigkeiten von Personen „mit relevanter Belastung“ deutlich geringer als bei den übrigen Modellen (Nr. 4 bis 10; siehe auch Abbildung 7) sind. Zudem sind bei ersterer Gruppe (Nr. 1 bis 3) die Belegungen in der untersten Dosisklasse (bis 10 MNh) bei Männern höher als bei Frauen, während sich bei den übrigen Dosismodellen ein umkehrter Befund zeigt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei den Modellen 4 bis 10 auch niedrigere Belastungen, die häufiger bei Frauen vorliegen, einbezogen werden und nicht durch Erhebungsschwellen „ausgesondert“ werden.

Der Vergleich der Dosisverteilungen für die Modelle 4 bis 6 zeigt eine Zunahme der Belegungen der untersten Klasse (bis 10 MNh) sowie eine Abnahme in den höheren Dosisklassen; deutlich wird dieser Effekt insbesondere an der obersten Klasse für Männer (>70 MNh, blaue Säulen). Dieser Sachverhalt ist, wie

oben erläutert, auf die zunehmenden Restriktionen insbesondere bezüglich der Rumpfvorneigung (20°, 45°, 75°) zurückzuführen. Die Auswirkung verschiedener Druckkraftwichtungen veranschaulichen die Diagramme für die Dosismodelle 7 bis 10: Mit zunehmender Potenzierung (linear bei Nr. 7, quadratisch bei Nr. 10, kubisch bei Nr. 8, tetradisch bei Nr. 9; vgl. Abbildung 3) verlagern sich die Häufigkeiten der Lebensdosiswerte zu höheren Dosisklassen hin; dies wird insbesondere deutlich an der Abnahme der Belegung in der untersten Dosisklasse und der Zunahme der Belegung der obersten Dosisklasse. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die absoluten Dosiskategorien der Dosismodelle 7 bis 10 nicht direkt miteinander vergleichbar sind, da sich die physikalischen Einheiten unterscheiden. Die in Abbildung 9 dargestellten Lebensdosisberechnungen werden dahingehend zusammengefasst, dass die hohen Lebensdosisklassen bei Männern deutlich höhere Belegungen aufweisen als bei Frauen und dass somit die kumulierte Belastungsdosis bei Männern im Durchschnitt höher ist als bei Frauen.

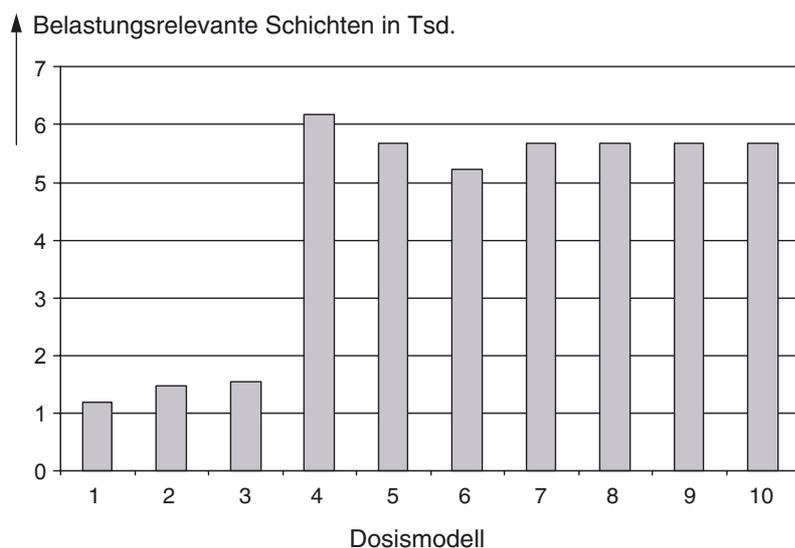


Abbildung 7: Anzahl der bei der Berechnung der Lebensdosis berücksichtigten Arbeitsschichten aller Personen auf Basis der verschiedenen Schichtdosismodelle (Nr. 1 bis 10)

Figure 7: Number of working shifts, considered for the calculation of every person's lifetime dose, based on the different shift-dose models (no. 1 to 10)

Illustration 7: Nombre de journées de travail de toutes les personnes prises en compte lors du calcul de la dose totale sur la base des différents modèles de dose de journée de travail (n° 1 à 10).

## 5. Diskussion

Die in der Deutschen Wirbelsäulenstudie durchgeführten Analysen zur Wirbelsäulenbelastung basieren auf vergleichsweise komplexen biomechanischen Simulationsrechnungen für jede Belastungssituation, die in den detaillierten Erhebungen der Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger dokumentiert waren. Diese sehr aufwendige Vorgehensweise ermöglichte zwar eine biomechanisch angemessene Quantifizierung der situativen Wirbelsäulenbelastung für Langzeit-Expositionen, erforderte allerdings wegen des großen Personenkollektivs umfangreiche Programmierungen zur Ablaufsteuerung der erforderlichen sequentiellen Berechnungen.

Die Genauigkeit der Belastungsprognosen durch die biomechanischen Modellrechnungen hängt wesentlich von den Modellannahmen sowie insbesondere auch von der Genauigkeit der erhobenen Eingangsdaten zur Beschreibung der externen Belastungsfaktoren, d.h.

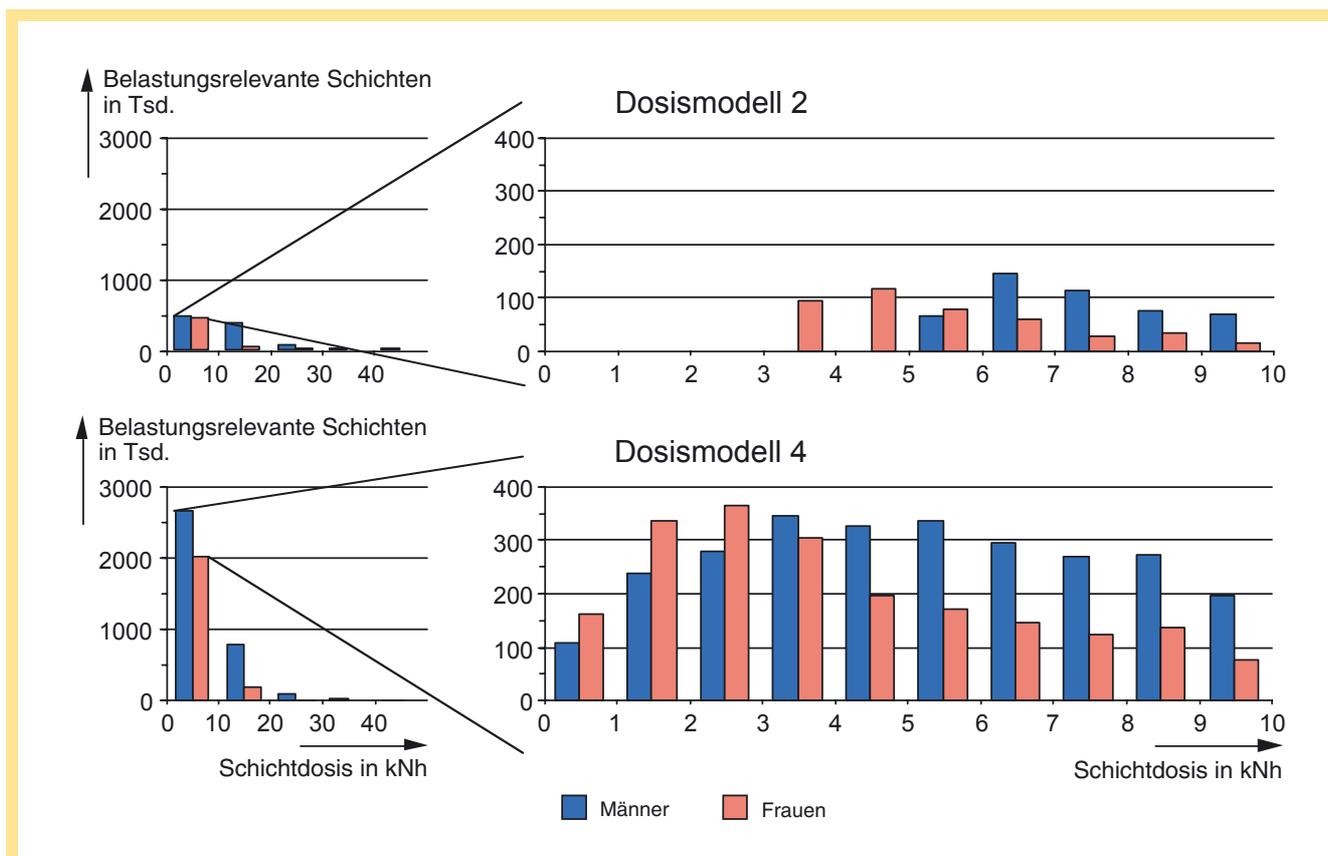


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der bei der Berechnung der Lebensdosis berücksichtigten Schichtdosiswerte aller Personen, exemplarisch für zwei Schichtdosismodelle (Nr. 2 und 4) und zwei Klassenbreiten (links: 10 kNh, rechts: 1 kNh)

Figure 8. Frequency distribution of shift doses, considered for the calculation of every person's lifetime dose, exemplarily provided for two shift-dose models (no. 2 and 4) and two class widths (left: 10 kNh, right: 1 kNh)

Illustration 8: Distribution de fréquence des valeurs de dose par journée de toutes les personnes prises en compte lors du calcul de la dose totale, ici pour deux modèles de dose de journée de travail (n° 2 et 4) et deux amplitudes de classe (à gauche: 10 kNh, à droite: 1 kNh).

vor allem zur Körperhaltung und zum Lastgewicht ab. In diesem Zusammenhang kann das verwendete Simulationswerkzeug „Der Dortmund“ aufgrund der dreidimensionalen Skelettstruktur mit einer vielgliedrigen Wirbelsäulenachbildung, einer relativ aufwendigen Abbildung der Muskelstruktur, der Einbeziehung von Massenträgheitseffekten und der Wirkung des Bauchraum-Innen-drucks sowie mehrerer Validierungsaspekte als verlässliches Instrument zur realitätsnahen Belastungsermittlung angesehen werden. Auch die Eingabedaten zur Beschreibung der Einzelexpositionen sowie zu deren Häufigkeit wurden mit Hilfe des Zweitinterviews auf Basis eines sehr umfangreichen Erhebungsbogens vergleichsweise detailliert erfasst.

Zur Gewährleistung eines absehbaren Erhebungs- und Auswertezitraums in-

nerhalb der DWS war es erforderlich, bei der TAD-Erhebung Kategorisierungen beispielsweise für Lastpositionen (10), Oberkörperhaltungen (8) sowie die Arbeitshöhe (6) vorzusehen. Trotz dieser beschränkten Kategorienanzahl je Kenngröße ließen sich prinzipiell 480 verschiedene Körperhaltungen ableiten, aus denen für die Beschreibung von Lastenhandhabungen – mit 480 Anfangs- und 480 Endstellungen – etwa 23 Tsd. verschiedene Körper- und Lastbewegungen nachgebildet werden konnten; dabei sind unterschiedliche Lastgewichte oder Bewegungsdauern noch unberücksichtigt. Dessen ungeachtet wird darauf hingewiesen, dass diese Vielfalt für Erhebungen wie in der DWS angemessen ist, allerdings für die biomechanische Analyse komplizierter Bewegungen wie beim Patiententransfers oder

Schaufeln von Schüttgütern als unzureichend anzusehen ist (Jäger et al. 2006; Theilmeier et al. 2006; Glitsch et al. 2007). Demzufolge wurde in diesen Fällen auf frühere Expertenbewertungen und/oder exemplarische Messungen zurückgegriffen (Kuhn et al. 2001; Theilmeier et al. 2000).

Bei der Prüfung der arbeitstechnischen Voraussetzungen für die Anerkennung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule als Berufskrankheit BK Nr. 2108 BKV sowie auch bei arbeitswissenschaftlichen Fragestellungen zur Beurteilung von Tätigkeiten hinsichtlich der auftretenden Wirbelsäulenbelastung wird üblicherweise die in der Lendenwirbelsäule auftretende Druckkraft herangezogen; dieser Vorgehensweise ist die DWS gefolgt. Allerdings beschreibt die Druckkraft die

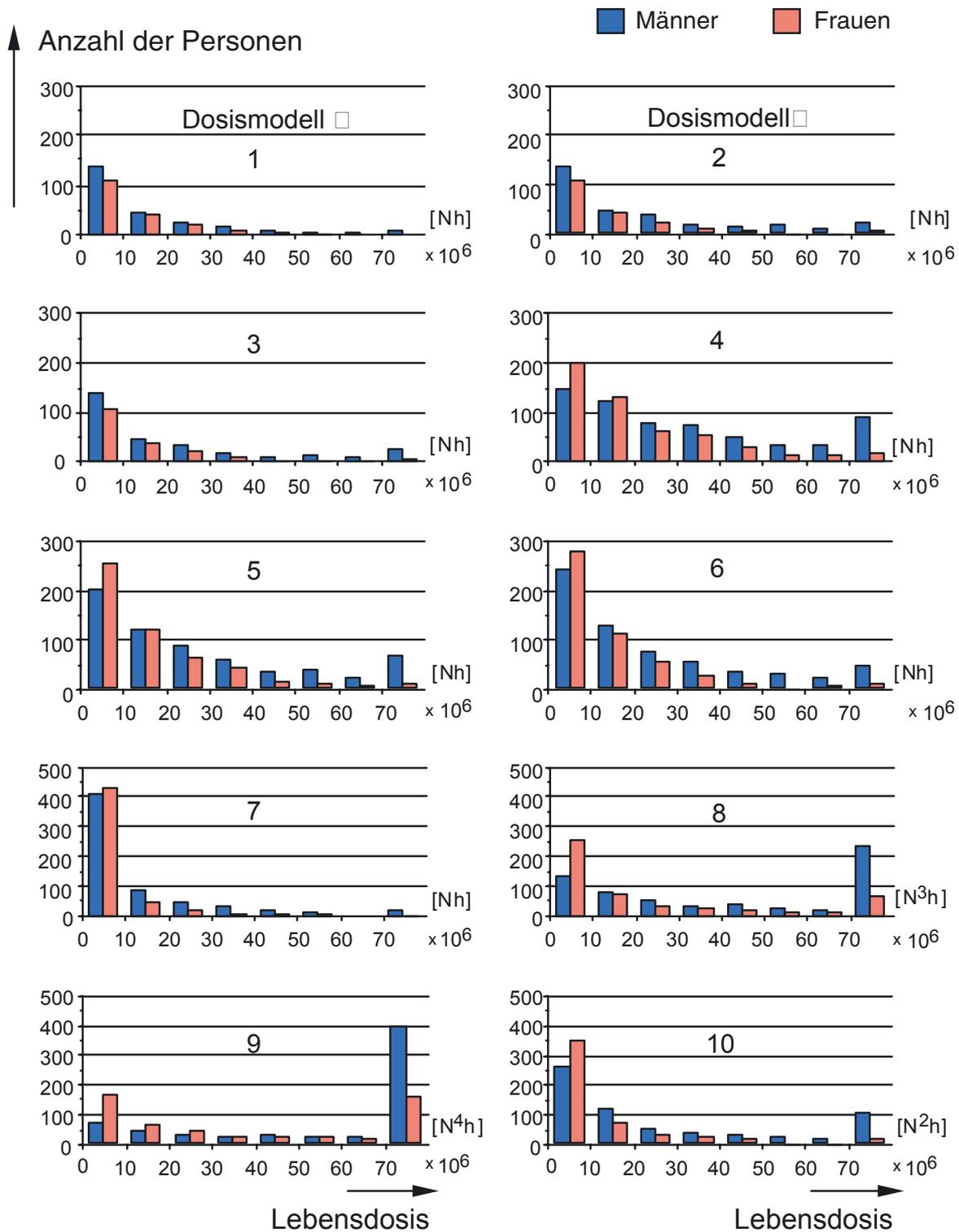


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der Lebensdosis aller Personen auf Basis der 10 verschiedenen Schichtdosismodelle (höchste Kategorie:  $>70 \times 10^6$ )

Figure 9. Frequency distribution of lifetime doses of all persons, based on the 10 different shift-dose models (ultimate category:  $>70 \times 10^6$ )

Illustration 9: Distribution de fréquence de la dose totale de toutes les personnes sur la base des 10 modèles différents de dose de journée de travail (catégorie maximum :  $>70 \times 10^6$ ).

Belastung nicht vollständig, da sie nur eine Komponente der Gesamtkraft darstellt. Neben den Druckkräften treten auch sagittale und laterale Scherkräfte sowie Torsions- und Beugemomente auf, für die eine schädigende Wirkung, insbesondere bei Überlagerung mit Kompressionen, nicht ausgeschlossen werden kann. Große Scherkräfte sowie Torsions- und Seitbeugemomente treten insbesondere bei zur Körpermittenebene unsymmetrischen Körperhaltungen wie Rumpf-Seitwendung oder -Torsion sowie bei seitlichen Armstellungen und Krafteinwirkungen auf. Auch die Erhebungen innerhalb der DWS haben verdeutlicht, dass die Belastung des Muskel-Skelett-Systems gemeinhin nicht symmetrisch zur Medianebene ist. Dies deutet auf ein biomechanisches Überlastungspotential und auf eine eventuelle Unterschätzung des Überlastungsrisikos hin, wenn die Bewertung der Wirbelsäulenbelastung allein anhand des Indikators „Druckkraft“ und daraus abgeleiteten Dosis-Kenngrößen erfolgt. Die Beschreibung und Interpretation der entsprechenden Ergebnisse zu Scherkräften sowie Torsions- und Seitbeugemomenten sowie korrespondierenden kumulativen Maßen, die „prospektiv“ in der DWS miterhoben wurden, bleibt zukünftigen Auswertungen des dahingehend erweiterten Datensatzes der Deutschen Wirbelsäulenstudie vorbehalten.

## 6. Literatur

- BK-Report 2/03: Wirbelsäulenerkrankungen (BK-Nrn. 2108 bis 2110). Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), Sankt Augustin, 2004
- BMA, Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung (Hrsg. 1993) Merkblatt für die ärztliche Untersuchung zu Nr. 2108. Bundesarbeitsblatt H. 3: 50–53
- BMAS, Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (Hrsg. 2006) Merkblatt zu der Berufskrankheit Nr. 2108 der Anlage zur Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) Bundesarbeitsblatt H. 10: 30–35
- Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Geiß O, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Nübling M, Petereit-Haack G, Schumann B, Seidler A (2007a) Epidemiologische Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei der Berufskrankheit 2108 (Deutsche Wirbelsäulenstudie), Abschlussbericht. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), Sankt Augustin
- Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Seidler A (2007b) Zusammenhang zwischen manueller Lastenhandhabung und lumbaler Chondrose – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: (Nr.10/2007 in Druck)
- Callaghan JP, Salewytch AJ, Andrews DM (2001) An evaluation of predictive methods of estimating cumulative spinal loading. *Ergonomics* 44: 825–837
- Ellegast R, Ditchen D, Bergmann A, Bolm-Audorff U, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Seidler A (2007) Erhebungen zur beruflichen Wirbelsäulenexposition durch die Technischen Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger im Rahmen der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: 251–263
- Glitsch U, Ottersbach H-J, Ellegast R, Sawatzki K, Voß J, Luttmann A, Jäger M, Rehme G (2007) Belastung der Lendenwirbelsäule bei Schaufeltätigkeiten. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), Sankt Augustin
- Hartung E, Dupuis H (1994) Verfahren zur Bestimmung der beruflichen Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten oder extreme Rumpfbeugehaltungen und deren Beurteilung im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. *Die Berufsgenossenschaft H.* 7: 452–458
- Hartung E, Schäfer K, Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (1999) *Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD)* zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108: Vorschlag zur Beurteilung der arbeitstechnischen Voraussetzungen im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 34: 112–122
- Jäger M (2001) Belastung und Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule im Berufsalltag – ein interdisziplinärer Ansatz für eine ergonomische Arbeitsgestaltung. *Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 17, Nr. 208.* VDI-Verlag, Düsseldorf
- Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Schäfer K, Hartung E, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (1999a) *Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD)* zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit Nr. 2108: Retrospektive Belastungsermittlung für risikobehaftete Tätigkeitsfelder. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 34: 101–111
- Jäger M, Luttmann A, Jordan C (1999b) Begründung von Modellansätzen für Dosis-Wirkungs-Beziehungen der mechanischen Belastung der Lendenwirbelsäule. In: Hartmann B (Org. und Wiss. Ltg.): *Expertengespräch – Dosis-Wirkungs-Modelle der körperlichen Belastung an der Lendenwirbelsäule*, 127–145. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), Sankt Augustin
- Jäger M, Luttmann A, Göllner R, Laurig W (2000) *Der Dortmunder: Biomechanische Modellbildung zur Bestimmung und Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule bei Lastenhandhabungen.* In: Radandt S, Grieshaber R, Schneider W (Hrsg.) *Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen*, 105–124. Monade, Leipzig
- Jäger M, Luttmann A, Bolm-Audorff U, Schäfer K, Hartung E, Kuhn S, Paul R, Francks H-P (2002) Kritische Wertung aktueller Anmerkungen zum „Mainz-Dortmunder Dosismodell – MDD“ zur Beurteilung der Wirbelsäulenbelastung bei der BK 2108. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 37: 582–598
- Jäger M, Theilmeier A, Jordan C, Luttmann A (2006) Lumbale Belastungsanalysen zur biomechanischen Prävention bei Pflegeleistungen mit Patiententransfer. In: Wrbitzky R, Bader M (Hrsg.) „Gender Medicine“ in der Arbeitsmedizin, 305–310. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Lübeck
- Kuhn S, Baumann W, Lang R, Wortmann N (2001) MDD-Pflege – Vorläufige Dosisberechnung (Gesundheitsdienst). BG für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (Hrsg.), Hamburg
- Kumar S (1990) Cumulative load as a risk factor for back pain. *Spine* 15: 1311–1316
- Linhardt O, Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Seidler A, Grifka J (2007) Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: 243–250
- Norman R, Wells R, Neumann P, Frank J, Shannon H, Kerr M, Ontario Universities Back Pain Study Group (1998) A comparison of peak vs cumulative physical work exposure risk factors for the reporting of low back pain in the automotive industry. *Clin Biomech* 13: 561–573
- Pangert R, Hartmann H (1994) Kritische Dosis für die berufliche Belastung der Lendenwirbelsäule als gutachterliche Entscheidungshilfe. *Zbl Arbeitsmed* 44: 124–130
- Seidler A, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Petereit-Haack G, Bolm-Audorff U (2007) Zusammenhang zwischen der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabungen und lumbalen Prolapserkrankungen – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: (Nr.10/2007 in Druck)
- Theilmeier A, Jordan C, Jäger M, Luttmann A (2000) Belastung der Lendenwirbelsäule beim Lastentransport mit der Schubkarre und beim Schaufeln von Schüttgütern. In: Schäcke G, Lüth P (Hrsg.) *Arbeitsmedizin im Wandel – bewährte Strategien und Herausforderungen*, 211–213. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Lübeck
- Theilmeier A, Jordan C, Wortmann N, Kuhn S, Nienhaus A, Luttmann A, Jäger M (2006) Belastung der Lendenwirbelsäule von Pflegepersonen bei Patiententransfers – Kennwerte zur Nutzung in Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. *Zbl Arbeitsmed* 56: 228–251

Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin<sup>1</sup> ■ Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Bergische Universität Wuppertal<sup>2</sup> ■ Landesgewerbeamt Hessen, Wiesbaden<sup>3</sup> ■ Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik und Sektion Arbeitsmedizin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg<sup>4</sup> ■ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin<sup>5</sup> ■ Institut für Arbeitsmedizin, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main<sup>6</sup> ■ Orthopädische Universitätsklinik Regensburg, Bad Abbach<sup>7</sup> ■ Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund<sup>8</sup> ■ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin<sup>9</sup>

## Risikobranchen und -berufe für die Entwicklung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie\*

Martina Michaelis<sup>1</sup>, Friedrich Hofmann<sup>1,2</sup>, Ulrich Bolm-Audorff<sup>3</sup>, Annetrin Bergmann<sup>4</sup>, Dirk Ditchen<sup>5</sup>, Rolf Ellegast<sup>5</sup>, Gine Elsner<sup>6</sup>, Joachim Grifka<sup>7</sup>, Johannes Haerting<sup>4</sup>, Matthias Jäger<sup>8</sup>, Oliver Linhardt<sup>7</sup>, Alwin Luttmann<sup>8</sup>, Matthias Nübling<sup>1</sup>, Gabriela Petereit-Haack<sup>3</sup>, Andreas Seidler<sup>6,9</sup>

M. Michaelis, F. Hofmann, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Nübling, G. Petereit-Haack, A. Seidler: Risikobranchen und -berufe für die Entwicklung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 277–286

**Schlüsselwörter:** Deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS) – Fall-Kontroll-Studie – lumbale Erkrankungen – Berufe – Branchen

**Zusammenfassung:** Im Rahmen der multizentrischen Fall-Kontroll-Studie „Deutsche Wirbelsäulenstudie DWS“, in der die Dosis-Wirkung-Beziehung zwischen körperlichen beruflichen Belastungen und lumbalen Erkrankungen untersucht wird, wird hier der Frage nachgegangen, in welchen Berufen bzw. Branchen erkrankte Fälle gegenüber der Normalbevölkerung überrepräsentiert sind.

Die Berufsangaben von 915 Fällen mit einem klinisch diagnostizierten Bandscheibenprolaps oder einer -verschmälerung in der Lendenwirbelsäule und 901 Bevölkerungskontrollen (Alter  $51 \pm 12$  bzw.  $47 \pm 12$  Jahre; 884 Männer; 932 Frauen) wurden entsprechend der Systematik des Statistischen Bundesamtes nach Branchenzugehörigkeit der Betriebe, nach Berufsabschnitten und in interessierenden Kategorien auch nach einzelnen Berufen analysiert. Die Berufsanamnese (Berufsphasen mit mindestens sechs Monaten) erfolgte durch standardisierte computergestützte Interviews. Die berufsspezifischen Arbeitsjahre einer Person wurden aufaddiert und Odds ratios (OR) für die „jemals erfolgte Exposition“ und für die „Exposition von mindestens zehn Jahren“ kalkuliert (95% Konfidenzintervall CI). Die Ergebnisse wurden nach Alter, Geschlecht und Studienzentrum standardisiert.

In einigen der gegenüber Wirbelsäulenbelastungen als exponiert geltenden Branchen wurden erhöhte Risiken ( $OR \geq 1,5$ ) gefunden; in anderen liegt die OR knapp darunter. In den Branchen Verkehr/Nachrichtenübermittlung und im Baugewerbe (Männer, jeweils  $OR=1,5$ , CI 1,1–2,2 bzw. 1,1–2,1) sowie im Gastgewerbe (Frauen,  $OR=1,6$ , CI 1,1–2,4) sind die Ergebnisse signifikant. In der Kategorie „Berufsabschnitte“ wurden in den meisten, jedoch nicht in allen als exponiert geltenden Berufen erhöhte Risiken nachgewiesen; dies ist im Fall der männlichen Verkehrsberufe ( $OR=1,5$ , CI 1,1–2,2) und der weiblichen Warenkäufer (OR=1,5, CI 1,1–2,0) statistisch signifikant. Unplausibel erscheinende Ergebnisse wurden durch eine Analyse detaillierter Berufsgruppenangaben relativiert (z.B. Pflegeberufe,  $OR=1,3$ ). Eine zeitlich-expositionelle Dosis-Wirkung-Beziehung (Berufsausübung mindestens zehn Jahre) konnte in einigen, jedoch nicht in allen Kategorien mit ausreichender Fallzahl nachgewiesen werden. Einzig signifikant sind hier die OR bei Berufskraftfahrern ( $OR=1,9$ , CI 1,2–3,1).

Die vorliegenden Ergebnisse belegen bei einer Reihe, jedoch nicht bei allen der durch frühere epidemiologische Studien als wirbelsäulenbelastend geltenden Berufe ein erhöhtes Risiko für eine bandscheibenbedingte Erkrankung der lumbalen Wirbelsäule. Die wenig plausible Höhe der Odds ratios in mehreren heterogen besetzten Berufsabschnittskategorien lässt darauf schließen, dass eine Risikoabschätzung auf der Basis von Berufsangaben grundsätzlich möglichst spezifisch erfolgen sollte; sinnvoller erscheint eine Abschätzung auf der Basis von Tätigkeiten und Arbeitshaltungen.

Anschrift für die Autoren:

Dr. rer. sec. Martina Michaelis  
Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin (FFAS) ■ Bertoldstraße 27 ■ 79098 Freiburg ■ Telefon: ++49+761–82526  
■ Facsimile: ++49+761– 83432 ■ E-Mail: michaelis@ffas.de

\*Mit finanzieller Unterstützung des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. ausgeführte Forschungsarbeit

## Economic sectors and occupations at risk for the development of lumbar spine diseases – Results of the German Spine Study

M. Michaelis, F. Hofmann, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Nübling, Gabriela Petereit-Haack, Andreas Seidler: Economic sectors and occupations at risk for the development of lumbar spine diseases – Results of the German spine study. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 277-286

**Key words:** German Spine Study EPILIFT – case-control study – lumbar diseases – occupations – economic sectors

**Summary:** In the frame of the multi-center case-control study „German Spine Study EPILIFT”, in which the dose-response relationship between occupational exposure to physical occupational loadings and lumbar diseases was investigated, the question will be discussed, in which occupations or economic sectors, respectively, patients are over-represented compared to the general population.

With respect to the systematics of the (German) Federal Statistical Office, the occupation data of 915 cases with clinically diagnosed disc herniation or osteochondrosis in the lumbar spine and of 901 population controls (51±12 and 47±12 years of age, respectively, 884 men, 932 women) were analysed with regard to economic sectors, occupational sections and – in interesting categories – also to detailed occupational groups. The occupational history (occupation phases of at least six months) took place using standardised computer-assisted interviews. Individual's job-specific years of exposure were cumulated and odds ratios (OR) for „ever worked“ and „worked at least ten years“ were analyzed (95% confidence interval CI). Results were standardized by age, gender and study centre.

Among some of the economic sectors attributed to extended spinal load increased risks (OR ≥1.5) were found; among other sectors the risk is just below. In the sectors transport/communication and construction industry (men, both OR = 1.5, CI 1.1–2.2 or 1.1–2.1, resp.) as well as in the hotel/restaurant sector (women, OR = 1.6, CI 1.1–2.4), the results are statistically significant. In the category „occupational sections“, increased risks were found among most, but not all of the groups considered as exposed; the results were statistically significant in the case of male traffic occupations (OR = 1.5, CI 1.1–2.2) and of female sale occupations (OR = 1.5, CI 1.1–2.0). Results appearing implausible were relativised by more detailed analysis (e.g. nurses, OR = 1.3). A time-related dose-response relationship (occupation for at least ten years) could also be verified in some, but not in all categories with a sufficient number of cases. Significant results were found only in male bus and truck drivers (OR = 1.9, CI 1.2–3.1).

The results confirm increased risks in a couple of the occupations, which are well-known for being exposed to disc-related lumbar spine diseases from former epidemiological studies. The missing plausibility especially in several heterogeneous categories of occupational sections are leading to the

## Branches et métiers à risque pour l'apparition de maladies de la colonne vertébrale lombaire liées aux disques intervertébraux – Résultats de l'étude allemande de la colonne vertébrale

M. Michaelis, F. Hofmann, U. Bolm-Audorff, A. Bergmann, D. Ditchen, R. Ellegast, G. Elsner, J. Grifka, J. Haerting, M. Jäger, O. Linhardt, A. Luttmann, M. Nübling, Gabriela Petereit-Haack, Andreas Seidler: Branches et métiers à risque pour l'apparition de maladies de la colonne vertébrale lombaire liées aux disques intervertébraux – Résultats de l'étude allemande de la colonne vertébrale. *Zbl Arbeitsmed* 57 (2007) 277-286

**Mots clé:** Etude allemande de la colonne vertébrale – étude cas-témoin – affections lombaires – métiers – branches.

**Résumé:** Dans le cadre de l'«étude allemande de la colonne vertébrale», étude cas-témoins multicentrique, dans laquelle la relation de dose-effet entre les stress physiques professionnels et les affections lombaires est examinée, on s'intéresse ici à la question de savoir dans quels métiers voire dans quelles branches les cas de maladie sont surreprésentés par rapport à la population normale.

Les indications professionnelles de 915 cas souffrant d'un prolapsus ou d'un rétrécissement du disque intervertébral cliniquement diagnostiqué dans la colonne vertébrale lombaire et de 901 témoins (âge 51±12 voire 47±12 ans, 884 hommes, 932 femmes) ont été analysées conformément à la systématique de l'équivalent de l'I.N.S.E.E. en fonction de l'appartenance à une branche des entreprises, des carrières et, dans certaines catégories intéressantes, en fonction du métier exercé. L'anamnèse professionnelle (phases professionnelles d'au moins six mois) a été réalisée grâce à des interviews standard assistées par ordinateur. Les années de travail professionnelles d'une personne ont été ajoutées et les Odds ratios (OR) calculés pour l'«exposition autrefois survenue» et pour l'«exposition d'au moins dix ans» (95% d'intervalle de confiance CI). Les résultats ont été standardisés par âge, sexe et centre d'étude.

Dans certaines branches considérées comme exposées par rapport aux stress de la colonne vertébrale, on a décelé des risques accrus (OR ≥1,5) ; dans d'autres, ces OR se situent juste en-dessous. Dans les branches du transport et des télécommunications ainsi que dans le bâtiment (hommes, OR=1,5, CI 1,1–2,2 voire 1,1–2,1) et dans la gastronomie (femmes, OR=1,6, CI 1,1–2,4), les résultats sont significatifs. Dans la catégorie «Carrières», des risques accrus n'ont pas été prouvés dans tous les métiers considérés comme des activités à risque ; cela est statistiquement significatif dans le cas des métiers du transport exercés par des hommes (OR=1,5, CI 1,1–2,2) et de ceux de la vente et du commerce exercés par un personnel féminin (OR=1,5, CI 1,1–2,0). Les résultats apparaissant comme non plausibles ont été relativisés grâce à une analyse des indications détaillées concernant les groupes professionnels (par exemple métiers des soins, OR=1,3). Une relation de dose-effet liée à une exposition dans le temps (pratique d'un métier pendant au moins dix ans) a pu être prouvée

*conclusion that risk assessment based on occupational data should be as specifically as possible; those based on working activities and postures seem to be more reasonable.*

*dans quelques catégories mais pas dans toutes avec un nombre suffisant de cas. Le seul résultat significatif est celui des OR calculés pour les chauffeurs routiers professionnels (OR = 1,9, CI 1,2–3,1).*

*Les présents résultats prouvent dans une série mais pas dans tous les métiers considérés par d'anciennes études épidémiologiques comme stressants pour la colonne vertébrale, un risque accru pour une maladie, due aux disques intervertébraux, de la colonne vertébrale lombaire. L'importance moins plausible des Odds ratios dans plusieurs catégories de carrières hétérogènes autorise la conclusion qu'une évaluation du risque sur la base d'indications professionnelles devrait être si possible spécifique; il semble plus judicieux de procéder à une évaluation en se basant sur les activités et les postures pendant le travail.*

## 1. Einleitung

Die Deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS) hat das Ziel, Dosis-Wirkung-Beziehungen zwischen definierten kumulativen Belastungen und diagnostizierten bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule zu untersuchen (zum Studiendesign: Linhardt et al. 2007). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Frage, welche Branchen bzw. Berufsgruppen bei Patienten mit radiologisch nachgewiesenem Bandscheibenprolaps bzw. mit fortgeschrittener Bandscheibenverschmälerung (Chondrose) der Lendenwirbelsäule (LWS), jeweils mit motorischem oder sensiblem Wurzelsyndrom, gegenüber der Normalbevölkerung gegebenenfalls überrepräsentiert sind. Die Analyse ergänzt die Ergebnisse früherer in Deutschland durchgeführter Fall-Kontroll-Studien und stellt die Erkenntnisse auf eine breitere Datenbasis.

So fanden die Autoren einer nativrontgen-gestützten Untersuchung bei 233 Fällen und 233 Kontrollen eine erhöhte Odds ratio (OR) für degenerative LWS-

Diskopathien (Osteochondrosen, Spondylosen) bei folgenden jemals genannten Berufen (Nienhaus et al. 1992):

- Männer: Metall- (OR=2,6) oder Bauberufe (OR=1,9) sowie Kraftfahrer (OR=1,7);
- Frauen: Krankenpflegerinnen (OR=1,7), Fabrikarbeiterinnen (OR=1,5) sowie Beschäftigte in Garten- und Dienstleistungsberufen (jeweils OR=1,3).

Die Ergebnisse sind – außer bei Metallberufsangehörigen – statistisch nicht signifikant.

In einem MRT-/CT-basierten Teilprojekt der Freiburger Wirbelsäulenstudie zu Bandscheibenvorfällen und -protrusionen mit 247 Fällen und gleich vielen Kontrollen waren Mitte der neunziger Jahre zum Zeitpunkt der Erhebung die Fälle in Pflege- (OR=4,2), Bau- (OR=3,3) und metallverarbeitenden Berufen (OR=2,3) als Patienten mit lumbalem Bandscheibenprolaps signifikant häufiger vertreten als in der Normalbevölkerung (Hofmann et al. 1998). Als weitere exponierte Berufe

gelten auf Grund epidemiologischer Ergebnisse Berg- und Transportarbeiter sowie Beschäftigte in der Land- und Forstwirtschaft (Hofmann et al. 2002).

Das hier vorgestellte Projekt bietet durch sein strenges epidemiologisches und diagnostisches Design (große Fallzahl, Erfassung beider belastungsrelevanten Schädigungsmuster LWS-Bandscheibenprolaps und -chondrose) die Chance, das Ausmaß arbeitsbedingter Lendenwirbelsäulenerkrankungen auf repräsentativer Basis abzubilden.

## 2. Methodik

Es wurden die Berufsangaben von insgesamt 1816 Probanden analysiert (915 Fälle und 901 Kontrollen, Alter 51±12 bzw. 47±12 Jahre, 884 Männer und 932 Frauen). Die Berufsangaben wurden entsprechend der Systematik des Statistischen Bundesamtes (Klassifikation der Berufe 1992 bzw. der Wirtschaftszweige 2003) in den vier Studienzentren (Frankfurt am Main, Freiburg, Halle, Regensburg) kodiert und anschließend noch einmal validiert. Die Analyse er-

Berufsabschnitt (Code)	Beruf jemals ausgeübt										Beruf		
	Männer					Frauen					Männer		
	n		OR	95%CI		n		OR	95%CI		n		OR
	K	F		von	bis	K	F		von	bis	K	F	
<b>I Land-, Tier-, Forstwirtschaft; Gartenbau</b>													
Berufe in der Land-, Tier-, Forstwirtschaft, im Gartenbau (1-6)	30	35	<b>1,2</b>	0,7	1,9	23	21	0,8	0,4	1,5	12	15	<b>1,3</b>
<b>II Bergleute, Mineralgewinner, -aufbereiter</b>													
Bergleute, Mineralgewinner, -aufbereiter (7-8)	4	8	<b>1,7</b>	0,5	5,7	1	0	-	-	-	1	4	-
<b>III Fertigungsberufe</b>													
Berufe in der Steinbearbeitung und Baustoffherstellung (10)	1	1	-	-	-	1	0	-	-	-	0	0	-
Keramik-, Glasberufe (12-13)	2	1	-	-	-	3	2	-	-	-	0	0	-
Chemie-, Kunststoffberufe (14-15)	10	12	<b>1,3</b>	0,5	3	9	9	0,8	0,3	2,1	2	4	<b>1,9</b>
Papierherstellung, -verarbeitung, Druck (16-17)	5	15	<b>2,9</b>	1	8,3	6	10	<b>1,4</b>	0,5	3,9	3	9	<b>2,5</b>
Holzbearbeitung, Holz- und Flechtwarenherstellung (18)	2	2	-	-	-	0	1	-	-	-	0	0	-
Metallerzeugung und -bearbeitung (19-24)	24	24	1	0,5	1,8	3	5	<b>1,3</b>	0,3	5,4	9	11	<b>1,2</b>
Metall-, Maschinenbau und Metall(hilfs)arbeiter (25-30)	104	124	<b>1,3</b>	1	1,8	12	12	1	0,4	2,2	37	51	<b>1,4</b>
Elektroberufe (31)	40	44	<b>1,2</b>	0,8	1,9	5	8	<b>1,4</b>	0,4	4,3	15	20	<b>1,3</b>
Montierer und Metallberufe außer Metall(hilfs)arbeiter (32)	6	5	0,9	0,3	3,2	2	5	<b>2,2</b>	0,4	12,1	1	0	-
Textil- und Bekleidungsberufe (33-36)	3	4	1,1	0,2	5	23	32	<b>1,2</b>	0,7	2,1	0	2	-
Lederherstellung, -verarbeitung, Fellverarbeitung (37)	3	8	<b>2,2</b>	0,6	8,5	4	8	<b>1,5</b>	0,4	5	2	2	-
Ernährungsberufe (39-43)	22	30	<b>1,6</b>	0,9	2,8	14	36	<b>2,3</b>	1,2	4,4	10	8	0,8
Hoch-, Tiefbauberufe (44-47)	37	43	1,1	0,7	1,8	1	2	-	-	-	10	13	<b>1,1</b>
Ausbauberufe, Polsterer (48-49)	19	28	<b>1,7</b>	0,9	3	1	1	-	-	-	8	6	0,8
Holz- und Kunststoffverarbeitung (50)	27	13	0,5	0,2	1	1	3	-	-	-	9	5	0,6
Maler, Lackierer (51)	10	17	<b>1,7</b>	0,8	3,9	0	2	-	-	-	4	8	<b>2</b>
Warenprüfer, Versandfertigmacher (52)	7	4	0,6	0,2	2,3	5	15	<b>2,6</b>	0,9	7,2	2	1	-
Hilfsarbeiter (53)	13	15	1,3	0,6	2,9	17	31	1,7	0,9	3,2	0	8	-
Maschinisten (54-55)	11	21	2	0,9	4,2	3	6	1,7	0,4	6,9	4	13	<b>3,5</b>

mindestens zehn Jahre ausgeübt						
Frauen						
95%CI		n		OR	95%CI	
von	bis	K	F		von	bis
0,6	2,9	8	12	1,3	0,5	3,2
-	-	0	0	-	-	-
-	-	0	0	-	-	-
-	-	0	0	-	-	-
0,3	10,6	4	2	0,4	0,1	2,3
0,7	9,4	3	2	-	-	-
-	-	0	0	-	-	-
0,5	3	0	2	-	-	-
0,9	2,3	1	4	-	-	-
0,7	2,7	1	4	-	-	-
-	-	1	1	-	-	-
-	-	3	7	1,4	0,4	5,6
-	-	0	1	-	-	-
0,3	2,1	5	10	1,7	0,6	5,1
0,5	2,7	0	0	-	-	-
0,3	2,4	0	0	-	-	-
0,2	1,8	0	0	-	-	-
0,6	6,9	0	0	-	-	-
-	-	0	5	-	-	-
-	-	2	12	4,2	0,9	19,4
1,1	10,9	0	4	-	-	-

Tabelle 1: Berufsabschnitte bei Patienten mit LWS-Bandscheibenvorfall oder LWS-Chondrose; adjustierte Odds ratios; Beruf jemals ausgeübt sowie mindestens zehn Jahre ausgeübt, nach Geschlecht (Männer N=884, Frauen N=932);

n= Fallzahl, K= Kontroll-, F= Fallgruppe, OR= Odds ratio, CI= Konfidenzintervall

Table 1: Career stages of patients with lumbar disc herniation or lumbar chondrosis; adjusted odds ratios; professions ever practiced and practiced for at least 10 years, by gender (men N=884, women N=932);

n= case numbers, K= control group, F= case group, OR= odds ratio, CI= confidence interval

Tableau 1: Carrières pour les patients souffrant d'une hernie du disque intervertébral ou d'une chondrose de la colonne vertébrale lombaire; Odds ratios ajustés; métier déjà exercé et métier exercé pendant au moins dix ans, par sexe (hommes N=884, femmes N=932);

n=Nombre de cas, K=Groupe de témoins, F=Groupe de cas, OR=Odds ratio, CI= Intervalle de confiance.

Fortsetzung Tabelle 1 auf nächster Seite

folgte nach verschiedenen Kategorien:

1. Branchenzugehörigkeit der Betriebe, in denen die Probanden beschäftigt waren (Wirtschaftszweig),
2. Berufsabschnitt (zweistellig) und
3. einzelne Berufe bei Berufsabschnitten mit heterogener Wirbelsäulenexposition.

Unter Berücksichtigung des gesamten Berufslebens wurden die berufsspezifischen Expositionsjahre einer Person aufaddiert und Risiken in Form von Odds ratios für die „jemals erfolgte Exposition“ in einem bestimmten Beruf analysiert (95%-Konfidenzintervall, CI). Die Ergebnisse wurden nach Alter, Geschlecht und Studienzentrum standardisiert. Diskutiert werden Berufskategorien mit mehr als insgesamt fünf Nennungen in Fall- oder Kontrollgruppe. Standen genügend Fälle pro Kategorie zur Verfügung, wurde zusätzlich auch die Odds ratio für eine berufliche Exposition von mindestens zehn Jahren berechnet. Dieser Zeitraum ist eines der empfohlenen Mindestkriterien für die Annahme eines Verdachts auf die Berufsbedingtheit von Lendenwirbelsäulenerkrankungen im Rahmen der Berufskrankheit Nr. 2108 BKV.

Nur statistisch signifikante Resultate (CI>1,0) werden im Text erläutert; alle anderen ORs sind statistisch nicht signifikant. Eine Differenzierung der Sub-Fallgruppen Prolaps und Chondrose wird hier nicht vorgenommen, um die jeweiligen

Fallzahlen und damit die statistische Mächtigkeit nicht zu sehr zu reduzieren.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Berufliche Exposition in der gesamten Lebenszeit („Beruf jemals für mindestens sechs Monate ausgeübt“)

##### 3.1.1 Branchen (Wirtschaftszweige)

**Männer:** In der Kategorie der Wirtschaftszweige der Betriebe weisen Männer in drei Branchen, für die auf Grund früherer Untersuchungen eine überdurchschnittliche arbeitsbedingte Belastung der Wirbelsäule angenommen wird, auch hier eine erhöhte Odds ratio (mindestens 1,5) für das jemals erfolgte Auftreten dieser Kategorie in der Fallgruppe auf<sup>1</sup>:

- Land-/Forstwirtschaft (OR=1,6),
- Verkehr/Nachrichtenübermittlung sowie Baugewerbe (jeweils OR=1,5 und jeweils signifikant, CI 1,1–2,2 bzw. 1,1–2,1; ohne Tabelle).

Die Branchen Energie-/ Wasserversorgung (OR=1,4) und Bergbau/ Stein-/ Erdölgewinnung sowie Gastgewerbe (jeweils OR=1,3) liegen knapp unter dem als erhöht definierten Risiko. Keine erhöhten Werte wurden für das verarbeitende Gewerbe (OR=1,1) und für das Gesundheits-/Veterinär-/Sozialwesen (OR=0,8) gefunden.

<sup>1</sup> Wegen zu geringer Fallzahlen erfolgte keine Auswertung in der Kategorie Fischerei

Fortsetzung von Tabelle 1

Berufsabschnitt (Code)	Beruf jemals ausgeübt										Beruf		
	Männer					Frauen					Männer		OR
	n		OR	95%CI		n		OR	95%CI		n		OR
	K	F		von	bis	K	F		von	bis	K	F	OR
<b>IV Technische Berufe</b>													
Technische Berufe (60-65)	100	80	0,7	0,5	1	35	37	1	0,6	1,7	62	46	0,6
<b>V Dienstleistungsberufe</b>													
Warenkaufleute (66-68)	58	50	0,9	0,6	1,4	96	144	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	12	24	<b>2</b>
Bank- und andere Dienstleistungskaufleute (69-70)	41	37	1	0,6	1,6	40	33	0,8	0,5	1,2	16	19	1,1
Verkehrsberufe* (71-74)	74	102	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>	<b>2,2</b>	30	32	1	0,6	1,6	28	54	<b>1,9</b>
Verwaltungsberufe (75-78)	116	89	0,7	0,5	1	189	196	0,9	0,7	1,1	61	46	0,6
Ordnungs- und Sicherheitsberufe (79-81)	63	54	0,8	0,6	1,3	17	14	0,7	0,3	1,5	25	25	0,9
Künstlerische Berufe (82-83)	21	16	0,8	0,4	1,6	26	12	0,4	0,2	0,8	7	8	1,1
Gesundheitsdienstberufe (84-85)	24	14	0,7	0,4	1,4	80	79	0,9	0,6	1,3	9	8	1
Sozial- und Erziehungsberufe (86-89)	49	35	0,7	0,4	1,1	94	88	0,8	0,6	1,2	22	13	0,5
Sonstige Dienstleistungsberufe (90-93) **	23	22	1	0,5	1,8	82	116	<b>1,3</b>	0,9	1,8	3	4	1,1
<b>VI Sonstige Arbeitskräfte</b>													
Sonstige Arbeitskräfte ohne nähere Bezeichnung (97-99)	8	5	0,6	0,2	1,8	8	9	1	0,4	2,5	1	0	-

\* einschl. Lagerverwalter, Lager-, Transportarbeiter \*\* (außer Lagerarbeiter), d.h. Hauswirtschaft, Gastronomie/Hotelgewerbe, Reinigung/Entsorgungsberufe, Körperpflege)

**Frauen:** Frauen weisen erhöhte Risiken in den Wirtschaftszweigen Energie-/Wasserversorgung (OR=1,7) und Gastgewerbe (OR=1,6, CI 1,1–2,4) auf. Die Branchen Land-/Forstwirtschaft (OR=1,4) und verarbeitendes Gewerbe (OR=1,3) liegen knapp unter dem als erhöht definierten Risiko.

Die Kategorien sonstige Dienstleistungen (hierunter Abwasser- und Abfallbeseitigungsberufe, OR=1,2), Verkehr/Nachrichtenübermittlung, Handel sowie Gesundheits-/Veterinär-/Sozialwesen (jeweils OR=1,1) sind hingegen nicht überrepräsentiert.

### 3.1.2 Berufsabschnitte

**Männer:** Die mindestens 1,5fache Erhöhung eines in der Fallgruppe jemals ausgeübten Berufs betrifft bei Männern (siehe Tabelle 1)<sup>2</sup>:

- papierverarbeitende Berufe (OR = 2,9),
- lederherstellende/-verarbeitende Berufe (OR=2,2),
- Maschinisten (OR=2,0),
- Bergleute, Maler/ Lackierer sowie Ausbauberufe (z.B. Fliesenleger) und Polsterer (jeweils 1,7),
- Ernährungsberufe (OR=1,6) und
- Verkehrsberufe (OR=1,5, CI 1,1–2,2).

Bei folgenden Berufsabschnitten konnten hingegen keine oder nur geringfügig erhöhte Risiken festgestellt werden: Chemie-/Kunststoffberufe, Metall-/Maschinenbauberufe/ Metall(hilfs)arbeiter sowie Hilfsarbeiter (jeweils OR=1,3), Elektroberufe sowie Berufe in der Land-/Tier-/Forstwirtschaft (jeweils OR=1,2), Hoch-/Tiefbauberufe (OR=1,1), metallherzeugende/-bearbeitende Berufe (OR=1,0), Montierer/ Me-

tallberufe (OR=0,9), Gesundheitsdienstberufe (OR=0,7), Warenprüfer/Versandfertigmacher (OR=0,6) sowie Holz-/Kunststoffverarbeitungsberufe (OR=0,5).

**Frauen:** Bei Frauen sind, bei Fällen, folgende als jemals ausgeübt genannte Berufsabschnitte mindestens 1,5fach überrepräsentiert:

- Warenprüferinnen/Versandfertigmacherinnen (OR=2,6),
- Ernährungsberufe (OR=2,3),
- metallverarbeitende Berufe (OR=2,2),
- Hilfsarbeiterinnen sowie Maschinentinnen (jeweils OR=1,7),
- lederverarbeitende Berufe (OR=1,5) und
- Warenkauffrauen (OR=1,5, CI 1,1–2,0).

Papierverarbeitende sowie Elektroberufe (jeweils OR=1,4) und metallherzu-

<sup>2</sup> Wegen zu geringer Fallzahlen erfolgte keine Auswertung in den Kategorien Steinbearbeitung, Keramik-/Glasbearbeitung, Holzbearbeitung, Holz- u. Flechtwarenherstellung.

mindestens zehn Jahre ausgeübt						
Frauen						
95%CI		n		OR	95%CI	
von	bis	K	F		von	bis
0,4	0,9	20	17	0,7	0,3	1,3
1	4,1	32	54	<b>1,4</b>	0,9	2,3
0,6	2,3	12	7	0,5	0,2	1,2
<b>1,2</b>	<b>3,1</b>	6	5	0,7	0,2	2,4
0,4	0,9	92	117	1	0,8	1,4
0,5	1,7	5	6	1	0,3	3,4
0,4	3,2	8	3	0,3	0,1	1
0,4	2,7	35	42	1	0,6	1,6
0,2	1	43	46	0,9	0,5	1,3
0,2	5	18	39	<b>1,8</b>	1	3,3
-	-	2	2	-	-	-

*Tabelle 1: Berufsabschnitte bei Patienten mit LWS-Bandscheibenvorfall oder LWS-Chondrose; adjustierte Odds ratios; Beruf jemals ausgeübt sowie mindestens zehn Jahre ausgeübt, nach Geschlecht (Männer N=884, Frauen N=932);*

*n= Fallzahl, K= Kontroll-, F= Fallgruppe, OR= Odds ratio, CI= Konfidenzintervall*

*Table 1: Career stages of patients with lumbar disc herniation or lumbar chondrosis; adjusted odds ratios; professions ever practiced and practiced for at least 10 years, by gender (men N=884, women N=932);*

*n= case numbers, K= control group, F= case group, OR= odds ratio, CI= confidence interval*

*Tableau 1: Carrières pour les patients souffrant d'une hernie du disque intervertébral ou d'une chondrose de la colonne vertébrale lombaire; Odds ratios ajustés; métier déjà exercé et métier exercé pendant au moins dix ans, par sexe (hommes N=884, femmes N=932);*

*n=Nombre de cas, K=Groupe de témoins, F=Groupe de cas, OR=Odds ratio, CI= Intervalle de confiance.*

gende/ -verarbeitende sowie sonstige Dienstleistungsberufe (jeweils OR=1,3) liegen knapp unter dem als erhöht definierten Risiko.

Keine erhöhten Risiken wurden hingegen in den Kategorien Metall-, Maschinenbauberufe/ Metall(hilfs)arbeiterinnen (OR=1,0), Gesundheitsdienst (OR=0,9), Chemie-/ Kunststoff- sowie in land-/ tier-/ forstwirtschaftlichen Berufen (jeweils OR=0,8) gefunden.

### 3.1.3 Berufsabschnitte und ausgewählte Berufe

Die bisherige Darstellung von Branchen und Berufsabschnitten gilt als vergleichsweise grobe Klassifizierung. Detailliertere Betrachtungen erlaubt die Kategorie „Berufsgruppe“ (siehe Tabelle 2). Sie wird im Folgenden bei Berufsabschnittskategorien mit heterogener Zusammensetzung, bei unplausibel er-

scheinenden Risiken, aber auch zur genaueren Einschätzung besonders häufig vorkommender Berufe zu Analysen herangezogen.

Beispielsweise zeigt sich, dass – obwohl im Gesundheitsdienstbereich insgesamt kein erhöhtes Risiko festgestellt werden konnte – weibliche Angehörige von Pflegeberufen in der Detailbetrachtung eine OR von 1,3 für eine der hier betrachteten Lendenwirbelsäulenerkrankungen aufweisen. Dasselbe Prinzip gilt in der Kategorie metallergezeugende/ -bearbeitende Berufe für Schweißer mit einem 4,5fach erhöhten Risiko (OR des gesamten Berufsabschnitts 1,0) und für Landwirtinnen mit einem 1,6fach erhöhten Risiko (OR Berufsabschnitt 0,8). Für Maurer und Betonbauer in der Kategorie Hoch-/Tiefbauberufe verändert sich die OR hingegen fast nicht (1,2 statt 1,1).

Spezifiziert man bestimmte als beson-

ders exponiert geltende Berufe innerhalb der dazugehörigen Berufsabschnitte, findet man bei Männern in der Regel<sup>3</sup> eine gegenüber der Gesamtgruppe etwas höhere Odds ratio:

- Fleisch-/Fischverarbeiter (OR=2,1 statt 1,6),
- Küchenpersonal (OR=1,8 statt 1,6),
- Chemiarbeiter (OR=1,8 statt 1,3),
- Bus-/LKW-Fahrer (OR=1,7 statt 1,5),
- Landwirte (OR=1,5 statt 1,2) und
- Installateure (OR=1,5 statt 1,3).

Bei Frauen zeigen die im Detail analysierten Berufsgruppen dagegen keine anderen Risiken als in den „gröberen“ Berufsabschnitten:

- Küchenpersonal (OR=2,3, CI 1,3–4,0 statt 2,3, CI 1,2–4,4),
- Verkaufspersonal, Friseurinnen, Gästebetreuerinnen in Restaurants/

<sup>3</sup> Ausnahmen: Maschinenbau-/Wartungsberufe (OR 1,4 statt 1,3 in gesamten Berufsabschnitt), Lagerarbeiter (OR 1,4 statt 1,5)

			Beruf jemals ausgeübt			
			n		OR	95
Zugehörig zu Berufsabschnitt (OR gesamt)	Code	Beruf (Männer, n=884)	K	F		vor
Land-, Tier-, Forstwirtschaft, Gartenbau (1.2)	1	Landwirte	14	22	<b>1,5</b>	0,7
Chemie-, Kunststoffberufe (1.3)	14	Chemiearbeiter	7	11	<b>1,8</b>	0,7
Papierherstellung, -verarbeitung, Druck (2.9)	17	Drucker	4	13	<b>3,1</b>	1
Metallerzeugung u. -bearbeitung (1.0)  Metall-, Maschinenbauer, -(hilfs)arbeiter (1.3)	22	Metallverformer (spanend)	15	10	0,6	0,3
	24	Metallverbinder (Schweißer)	2	7	<b>4,5</b>	1
	25	Metall-, Anlagenbauberufe (v.a. Schlosser, Stahlbauschlosser)	28	34	1,1	0,6
	26	Installateure (v.a. Heizungsbauer, Gas-/ Wasserinstallateure, Monteure, Rohrschlosser)	27	34	<b>1,5</b>	0,9
	27	Maschinenbau- und Wartungsberufe (v.a. Maschinen-/Werkzeugmaschinenbauer, Betriebsschlosser)	26	36	<b>1,4</b>	0,8
	28	Fahr-, Flugzeugbau- und -wartungsberufe (v.a. Kfz-Mechaniker, Werkzeugmacher, Karosseriebauer)	26	28	1,1	0,6
	30	Metallfeinbauer und zugeordnete Berufe (v.a. Feinmechaniker, Zahntechniker, Gold-/ Silberschmiede)	8	10	<b>1,6</b>	0,6
Ernährungsberufe (1.6)	40	Fleisch-, Fischverarbeiter (v.a. Metzger, Fleischer)	7	12	<b>2,1</b>	0,8
	41	Speisenbereiter (v.a. Köche, Küchengehilfen)	9	13	<b>1,8</b>	0,7
Hoch-, Tiefbauberufe (1.1)	44	Maurer, Betonbauer	23	29	<b>1,2</b>	0,7
Verkehrsberufe (1.5, sign.)	714	Kraftfahrzeugführer (v.a. Bus-, LKW-Fahrer)	38	59	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>
	744	Lager-, Transport-, Hafenarbeiter	14	19	<b>1,4</b>	0,7
<b>Zugehörig zu Berufsabschnitt</b>		<b>Beruf (Frauen, n=932)</b>				
Land-, Tier-, Forstwirtschaft, Gartenbau (0.8)	1	Landwirtinnen	6	16	<b>1,6</b>	0,9
Textil- und Bekleidungsberufe (1.2)	35	Textilverarbeiterinnen (v.a. Schneiderinnen, Näherinnen)	20	29	<b>1,3</b>	0,8
Ernährungsberufe (2.3, sign.)	41	Speisenbereiterinnen (v.a. Köchinnen, Küchengehilfinnen)	9	27	<b>2,3</b>	<b>1,3</b>
Warenkaufleute (1.5, sign.)	66	Verkaufspersonal (v.a. Textil-, Nahrungsvverkäuferinnen)	60	104	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>
Gesundheitsdienstberufe (0.9)	853, 854, 864	Kranken- und Altenpflegerinnen, Pflegehelferinnen	38	53	<b>1,3</b>	0,8
Sonstige Dienstleistungsberufe (1.3)	90	Körperpflegerinnen (v.a. Friseurinnen)	10	13	<b>1,2</b>	0,5
	91	Gästabtreterinnen (v.a. Restaurant- und Hotelfachkräfte)	34	46	<b>1,3</b>	0,8
	93	Reinigungspersonal (v.a. Raumpflegerinnen)	28	47	<b>1,3</b>	0,9

Beruf über mindestens Jahre ausgeübt					
%CI	n		OR	95%CI	
bis	K	F		von	bis
3	8	11	1,4	0,5	3,5
4,6	2	4	1,9	0,3	10,6
9,8	3	9	2,5	0,7	9,4
1,4	6	4	0,7	0,2	2,4
21,3	1	4	-	-	-
1,8	7	11	1,4	0,5	3,8
2,5	8	14	1,8	0,7	4,5
2,5	8	14	1,8	0,7	4,3
2	9	9	1	0,4	2,6
4,1	1	2	-	-	-
5,5	3	4	1,7	0,4	7,9
4,2	2	2	-	-	-
2,1	6	11	1,6	0,6	4,5
2,6	15	26	1,6	0,8	3,1
2,8	3	7	2	0,5	8
2,8	3	10	2,4	0,6	8,9
2,4	3	7	1,4	0,4	5,6
4	5	7	1,2	0,4	3,9
2,1	21	36	1,5	0,8	2,6
2,1	20	32	1,3	0,8	2,4
2,8	4	5	1,1	0,3	4,3
2,1	7	16	2	0,8	5
2	3	15	3,9	1,1	13,8

Hotels und Reinigungspersonal (OR=1,2 bzw. 1,3 statt 1,3) und  
 – Näherinnen/Schneiderinnen (OR=1,3 statt 1,2).

### 3.2 Berufliche Exposition von mindestens zehn Jahren (Berufsabschnitte)

Eine Betrachtung der zeitlichen Dimension einer beruflichen Expositionsabschätzung zeigt wenig konsistente Ergebnisse<sup>4</sup>. Zum Einen kann eine Dosis-Wirkung-Beziehung von LWS-Bandscheibenpatienten, die mindestens zehn Jahre in einem bestimmten Berufsabschnitt gearbeitet haben, nicht in allen Kategorien abgeleitet werden, wie ein Blick auf die Tabellen 1 und 2 zeigt. Zum Anderen können bei einer Reihe von als wirbelsäulenbelastend eingestuften Berufsabschnitten wegen der geringen Fallzahl von Personen mit einer hohen zeitlichen Exposition keine Analysen durchgeführt werden. Eine prägnante zeitliche Dosis-Wirkung-Beziehung lässt sich formulieren für

- männliche Maler und Lackierer (OR=2,0 bei mindestens zehnjähriger Berufsausübung im Vergleich zu „Beruf jemals ausgeübt“ mit OR=1,7),
- männliche Chemiarbeiter (OR=1,9 statt 1,3),
- männliche Beschäftigte in Verkehrsbetrieben (hier: Lagerarbeiter, OR=1,9 statt 1,5),

Tabelle 2: Berufsgruppen (Auswahl) bei Patienten mit LWS-Bandscheibenvorfall oder LWS-Chondrose; adjustierte Odds ratios; Beruf jemals ausgeübt sowie mindestens zehn Jahre ausgeübt nach Geschlecht

n= Fallzahl, K= Kontroll-, F= Fallgruppe, OR= Odds ratio, CI= Konfidenzintervall

Table 2: Professional groups (selection) of patients with lumbar disc herniation or lumbar chondrosis; adjusted odds ratios; professions ever practiced and practiced for at least 10 years, by gender

n= case numbers, K= control group, F= case group, OR= odds ratio, CI= confidence interval

Tableau 2: Groupes professionnels (sélection) pour les patients souffrant d'une hernie du disque intervertébral ou une chondrose de la colonne vertébrale lombaire; Odds ratios ajustés; métier déjà exercé et métier exercé pendant au moins dix ans, par sexe;

n=Nombre de cas, K=Groupe de témoins, F=Groupe de cas, OR=Odds ratio, CI= Intervalle de confiance.

<sup>4</sup> Vergleich Berufsabschnitt „jemals ausgeübt“ vs „mindestens zehn Jahre ausgeübt“, nur für Kategorien mit OR-Unterschied >0,2 OR >1,1 (jemals)

- weibliche Hilfsarbeiter (OR=4,2 statt 1,3; gleiches gilt für Männer, auf Grund der Zellenbesetzung ohne statistische Analyse),
- Frauen in „sonstigen“ Dienstleistungsberufen (hier: Kellnerinnen und Reinigungskräfte, OR=1,8 statt 1,3).

Statistisch signifikant sind die Ergebnisse in der Kategorie Berufsabschnitte mit einer Exposition von mindestens zehn Jahren bei männlichen Angehörigen von Verkehrsberufen und Maschinisten, in der Kategorie der analysierten Berufsgruppen bei weiblichen Reinigungskräften.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Die vorliegenden Ergebnisse belegen bei einigen der durch frühere epidemiologische Studien als wirbelsäulenbelastend geltenden Branchen und Berufsabschnitte ein erhöhtes Risiko (OR  $\geq 1,5$ ) für eine bandscheibenbedingte Erkrankung der lumbalen Wirbelsäulenabschnitte. In weiteren Kategorien liegt das Risiko knapp unter diesem Kriterium. Die statistische Signifikanzschwelle wird allerdings trotz der vergleichsweise hohen Gesamtfallzahl der Studie – bedingt durch teilweise geringe Zellenbesetzungen – nur in wenigen Kategorien erreicht.

Unplausible Ergebnisse bei im Sinne der Wirbelsäulenbelastung heterogen zusammengesetzten Berufsabschnitten (z.B. Gesundheitsdienst-, Metall- oder land-/ forstwirtschaftliche Berufskategorien) werden in der Regel durch die Analyse genauerer Kategorien relativiert. Daraus folgt, dass die Kategorie Berufsabschnitt als Indikator für berufliche Belastungen nur bedingt tauglich ist und ohne Verifizierung einzelner Berufsgruppen nicht ohne weiteres beurteilt werden sollten.

Darüber hinaus sollte bedacht werden, dass die für diese Analysen übliche Kategorisierung von „Beruf jemals oder nie ausgeübt“ die individuelle Berufsbiographie mit möglichen Wechseln nicht berücksichtigt. Dies ist auch eine mögliche Erklärung für die in verschiedenen exponierten Berufen nicht nach-

weisbare zeitlich-expositionelle Dosis-Wirkung-Beziehung. Zudem können häufige Berufswechsel der Probanden in den statistischen Analysen dazu führen, dass bestimmte Berufe als belastend gezählt werden, obwohl die Bandscheibenerkrankung der Patienten durch eine andere Berufstätigkeit verursacht wurde, da die einzelnen Kategorien von einer Person mehrfach besetzt werden.

Somit kann es sich bei den in dieser Analyseform gefundenen Odds ratios nur um einen groben Indikator handeln. Hier ist die Kumulierung von Belastungsdosen auf der Basis aller in der Berufsbiographie aufgetretenen Arbeitstätigkeiten und –haltungen, wie sie Seidler et al. (2007) referieren, ein besserer Prädiktor als die alleinige Analyse von Berufsbezeichnungen. Berufliche Tätigkeiten unterliegen in der modernen Zeit zudem einem Belastungswandel durch die Veränderung körperlicher Anforderungen und die Zunahme von Haltungskonstanz und Bewegungsmangel, aber auch von psychischen Anforderungen, die eine Rolle bei der Entstehung eines Bandscheibenprolaps spielen können (Seidler et al. 2003).

Berufe im Dienstleistungssektor haben in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Die detaillierte Analyse dieses Bereichs macht es möglich, Bandscheibenerkrankungsrisiken für bestimmte Berufe nachzuweisen. In dieser Studie zeigt sich insbesondere ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für einen Prolaps oder eine Chondrose in der Lendenwirbelsäule bei Berufskraftfahrern und bei Verkäuferinnen. Ebenfalls auffällig, jedoch nicht signifikant sind die gefundenen Risiken bei Friseurinnen und Reinigungspersonal. Dies deutet nicht zuletzt in diesen Gruppen auf einen besonderen Präventionsbedarf und – da die Beschäftigten häufig Klein- und Mittelbetrieben angehören – auf die Notwendigkeit besonderer Präventionsstrategien hin.

Weitere Analysen der vorliegenden Daten bedarf die Differenzierung zwischen den Einzeldiagnosen Bandscheibenprolaps und Bandscheibenchondrose bei bestimmten Berufsgruppen.

#### 5. Literatur

- Hofmann F, Michaelis M, Nübling M, Stöbel U (1998) Bandscheibenerkrankungen und Wirbelsäulenbeschwerden im Pflegeberuf. Die internationale Freiburger Wirbelsäulenstudie. In: Wolter D, Seide K (Hrsg.): Berufsbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule. S. 235–251 Springer, Berlin
- Hofmann F, Bolm-Audorff U, Dupuis H, Rehder U (2002) Berufsbedingte Wirbelsäulenerkrankungen – Biomechanik, Epidemiologie, Exposition, Klinik und Begutachtung. *Zbl Arbeitsmed* 52:78–103
- Linhardt O, Bolm-Audorff U, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Luttmann A, Michaelis M, Peterit-Haack G, Seidler A, Grifka J (2007) Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: 243-250
- Nienhaus A, Elsner G, Beck W (1992) Zur Frage berufsbedingter degenerativer Diskopathien im Lendenwirbelsäulenbereich. *Arbeitsmed Sozialmed Präventivmed* 27: 415–422
- Seidler A, Bolm-Audorff U, Siol T, Henkel N, Fuchs C, Schug H, Leheta F, Marquardt G, Schmitt E, Ulrich PT, Beck W, Missalla A, Elsner G (2003) Occupational risk factors for symptomatic lumbar disc herniation; a case-control study. *Occup Environ Med.* 60: 821–830
- Seidler A, Bergmann A, Ditchen D, Ellegast R, Elsner G, Grifka J, Haerting J, Hofmann F, Jäger M, Linhardt O, Luttmann A, Michaelis M, Peterit-Haack G, Bolm-Audorff U (2007) Zusammenhang zwischen der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabungen und lumbalen Prolapserkrankungen – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. *Zbl Arbeitsmed* 57: (Nr.10/2007 im Druck)
- Statistisches Bundesamt (1992) Klassifikation der Berufe 1992. Systematisches und alphabetisches Verzeichnis der Berufsbenennungen. Stuttgart, Metzler-Poeschel
- Statistisches Bundesamt (2003) Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003. Stuttgart, Metzler-Poeschel

# Lexikon Arbeitsgestaltung

## Best Practice im Arbeitsprozess



**Arbeitsgestaltung** ist das Schaffen eines aufgaben-gerechten optimalen Zusammenwirkens von arbeitenden Menschen, Betriebsmitteln und Arbeitsgegenständen durch zweckmäßige Organisation von Arbeitssystemen unter Beachtung der menschlichen Leistungsfähigkeit und Bedürfnisse.

So wird es in der Fachwelt definiert – **doch wie macht man es in der Praxis?**

Die Notwendigkeit ergonomischer Arbeitsgestaltung wird in manchen Unternehmen erkannt, trotzdem erfolgt die Umsetzung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in den Betrieben in vielen Bereichen nur zögerlich – auch weil der Nutzen der ergonomischen Arbeitsgestaltung nach den Maßstäben des unternehmerischen Controllings nur schwierig zu bemessen ist.

Wir können häufig davon ausgehen, dass etwa ein Drittel der Erste-Hilfe-Fälle auf ergonomische Fehlgestaltung zurückzuführen sind. 40 % der Fehlzeiten rechnet man z.B. bei General Motors den ergonomischen Gestaltungsfehlern zu. Gerade in der Automobilindustrie gibt es noch ganze Abschnitte in Montagelinien, wo mehr als 60 % der Arbeitszeit über Kopf gearbeitet wird. Die Folgen bezüglich arbeitsbedingter Erkrankungen und Leistungseinbußen nach mehrjähriger Überkopparbeit lassen sich leicht ausrechnen:

Auf jedem produzierten PKW liegen zwischen 50 € und 100 € Kosten allein für Muskel-Skelett-Erkrankungen der Mitarbeiter.

**Dies war auch der Grund, warum sich Verlag und Herausgeber zu diesem neuartigen Lexikon entschlossen haben. Methoden und Ergebnisse der Arbeitsgestaltung sollen in komprimierter Form und schnell nachlesbar zur Verfügung gestellt werden!**

**Kurt Landau (Herausgeber)**

**Lexikon Arbeitsgestaltung**

**Best Practice im Arbeitsprozess**

**Mit einer methodischen Einführung, Stichwortliste, Lexikon von A bis Z und einem ausführlichen Sachregister**

**Stuttgart 2007 • 1379 Seiten • € 128,00**

**• ISBN 978-3-87247-655-5**

**Bestellung per Fax an: 06221 - 6446 40  
 Ja, ich bestelle folgende Titel:**

Firma \_\_\_\_\_

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Straße, Hausnr. \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Menge	ISBN-Nummer	Preis in EUR

Alle Preise inkl. MwSt., Lieferung gegen offene Rechnung, zzgl. anteiliger Versandkosten für stabile, umweltfreundliche Verpackung und Porto. Preisänderung und Irrtum vorbehalten. Es gelten die am Tag der Bestellung aktuellen Preise. Bei Bestellung aus Österreich bitte ATU angeben.



## Tagungsankündigungen

Meeting announcements  
Annonces des congrès

### THE FIFTH ROMANIAN-GERMAN-SYMPOSIUM ON OCCUPATIONAL HEALTH – AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC PANEL –

17.–20. Oktober 2007, IASI, Rumänien

#### Topics

1. Occupational related acoustic health effects, protective measures and risk assessment
2. Health care workers, stress and strain
3. Evaluation of cumulative work load
4. Adverse health effects of working compounds
5. Normal values in occupational health, reality or illusion
6. Physical load and ergonomic aspects
7. Electromagnetic field influence on health in working areas

#### Round Table

Occupational health services in EU member states  
– national and international aspects –

#### Workshop

Industrial unit visitation

Occupational health risk evaluation of the visited workplaces

ICOH – CIST: Short conference

OFFICIAL LANGUAGE: English

THE ABSTRACT will contain maximum 300 words and will be mailed to doina.popa@samun.ro or bscutaru@yahoo.com or gustav.schaecke.berlin.arbmed@t-online.de

The deadline for abstract submission is 31.07.2007. Papers received after this date will not be included in the conference programme.

REGISTRATION FEE: For Romanian participants – 100 RON. The payment will be made by transfer to the bank account: IBAN LEI VATA DUMITRU RO35BPOS24002829833ROL01, opened at BANC POST S.A. Sucursala Iasi.

For participants from all countries outside Romania the registration fee is 100 EURO. The registration fee is to be paid to the bank account: Konto No. 2600243120 (Gustav Schäcke) ■ Bank Code 10020890 (HypoVereinsbank Berlin) ■ IBAN: DE62100208902600243120, Swift (BIC): HYVEDEMM488

For identification the individual payment please use the following identification: Name of participant+ROM/GER SYMP2007 IASI+Reason of payment

The deadline for registration is 31.07.2007. Please send by fax a copy of the bank transfer and your personal data to the Conference Secretariat. The organizers will refund 85% of the registration fee for cancellation submitted in writing and received before 30.09.2007. No refunds will be issued after this date. Registration fee includes symposium bag, cocktail and coffee break participation.

#### ROMANIAN SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. Doina Popa  
Dr. Ing. Brigitte Scutaru  
Institutul de Sanatate Publica Iasi  
Sectia de Medicina Muncii ■ Str. V. Babes nr. 14, 700465 Iasi, Romania  
Tel: +40+232-211799 ■ Facsimil: +40+232-210399  
E-Mail: doina.popa@samun.ro ■ E-Mail: bscutaru@yahoo.com  
Internet: http://www.pub-health-iasi.ro/events

#### GERMAN SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr.med. Gustav Schäcke  
Prof. Dr.med. David Groneberg  
Dipl.Ing. Cristian Scutaru

Institut für Arbeitsmedizin Berlin  
Charité Universitätsmedizin Berlin  
Freie Universität Berlin & Humboldt-Universität zu Berlin  
Ostpreussendamm 111 ■ 12207 Berlin ■ Germany

Telefon: +49+30-817.55.48 ■ Facsimile: +49+30-712.60.41  
E-Mail: gustav.schaecke.berlin.arbmed@t-online.de  
Internet: http://www.charite.de/arbeitsmedizin

#### Contact persons:

Dr. Mirela Ghitescu, Ing. Irina Alexandrescu  
Tel: +40+232-410512 ■ Facsimile: +40+232-210399  
■ E-Mail: mghitescu@yahoo.com ■ E-Mail: irinaalexandrescu@yahoo.com

### Internationales Symposium

#### DIE RAHMENRICHTLINIE ÜBER SICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ AM ARBEITSPLATZ UND IHRE UMSETZUNG IN KMU

21.–23. November 2007 in Praha, Tschechische Republik

#### Programm

Die Rahmenrichtlinie 89/391/EWG: Inhalte, Ziele ■ Risikobeurteilung, Festlegung von Maßnahmen und Dokumentation ■ Unterstützung der Arbeitgeber bei der Umsetzung der Rahmenrichtlinie (zum Beispiel: Präventionsdienste, Präventionsprogramme) ■ Sensibilisierung der Arbeitgeber für Sicherheit und Gesundheitsschutz ■ Werkzeuge zur Umsetzung der Rahmenrichtlinie in KMU

#### Arbeitssitzungen

Ausbildung von Präventionsfachleuten ■ Beispiele für erfolgreiche Präventionsmaßnahmen in KMU ■ Unterschiedliche Strategien der Umsetzung der Rahmenrichtlinie in Kleinbetrieben und in großen Unternehmen ■ Werkzeuge zur Umsetzung der Rahmenrichtlinie in KMU (Internet, Broschüren, Programme...) ■ Risikobeurteilung, Festlegung von Maßnahmen und Dokumentation in KMU ■ Motivation der Arbeitgeber in KMU (Zertifizierung, Qualitätsawards) ■ Unterstützung der Arbeitgeber bei der Umsetzung der Rahmenrichtlinie ■ Risiken und Maßnahmen bei der Zusammenarbeit von Unternehmen

#### Weitere Informationen erteilt das Kongressbüro

Secretariat of the ISSA Metal Section, AUVA  
Office for International Relations  
1200 Wien, Österreich

E-Mail: issa-metal@auva.at

■ Telefon: +43-1-33111-527/558 ■ Facsimile: +43-1-33111-469  
■ Internet: http://metal.prevention.issa.int

### FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WORK ENVIRONMENT AND CARDIOVASCULAR DISEASES

29.–31. Mai 2008 Krakau, Polen

#### Weitere Informationen erteilt das Kongressbüro:

Nofer Institut für Arbeitsmedizin  
Teresy Str. 8 ■ 91-348 Lodz, Polen  
Telefon: +48-42-6314903 ■ Facsimile: +48-42-6568331  
E-Mail: alab@sunlib.p.lodz.pl

# IMPRESSUM

**Verlag:** Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH,  
Dischingerstraße 8, D-69123 Heidelberg,  
Telefon: +49+6221-6446-0, Telefax: +49+6221-6446-40.  
E-Mail: zentralblatt@haefner-verlag.de  
Internet: www.zentralblatt-online.de  
Registriert in: EMBASE/Excerpta medica, SOMED

**Herausgeberin:** Katja Kohlhammer

**Geschäftsführung:** Katja Kohlhammer, Peter Dilger

**Redaktionelle Leitung:** David Wiechmann

**Ressortleitung:** Michael Wochner

**Layout:** Bernd Wilfing

## Schriftleitung:

Schriftleiter für den medizinischen Teil:  
Prof. Dr. med. GUSTAV SCHÄCKE, Institut für Arbeitsmedizin der Freien Universität  
Berlin/Humboldt-Universität zu Berlin, Ostpreußendamm 111, D-12207 Berlin,  
Telefon: +49+30-817.55.48; Facsimile: +49+30-847.094.06  
E-Mail: gustav.schaecke.berlin.arbmed@t-online.de

Schriftleiter für den technischen Teil:  
Prof. Dr. rer. nat. ALWIN LUTTMANN, Institut für Arbeitsphysiologie an der Univer-  
sität Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund, Telefon: +49+231/1084376;  
Facsimile: +49+231/1084308  
E-Mail: luttmann@ifado.de

**Originalia:** Peer reviewed

## Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats:

Prof. Dr. med. Xaver Baur, Ordinariat für Arbeitsmedizin, Zentralinstitut für Arbeits-  
medizin der Freien und Hansestadt Hamburg, Seewartenstraße 10, D-20459  
Hamburg;

Dr. med. Elke Brinkmann, Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Seligmann-  
allee 4, 30173 Hannover, elke.brinkmann1@gmx.de;

Ministerialrat Dr. med. Thomas Giesen, Bundesministerium für Arbeit und Soziales,  
Villemomblerstraße 76, D-53123 Bonn;

Priv.-Doz. Dr. med. David Groneberg, Institut für Arbeitsmedizin der Charité-Univer-  
sitätsmedizin Berlin, Freie Universität Berlin & Humboldt-Universität zu Berlin,  
Ostpreußendamm 111, 12207 Berlin, david.groneberg@charite.de;

Dr. rer. nat. Karlheinz Guldner, Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-In-  
dustrie, Riemenschneiderstraße 2, D-97072 Würzburg, E-Mail: Guldner@bggglas-  
keramik.de, Tel.: +49+931-7943-318;

Priv.-Doz. Dr.-Ing. Matthias Jäger, Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität  
Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund;

Prof. Dr. med. dent. Richard Kessel, Institut für Arbeitsmedizin, Univer-  
sitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Ratzeburger Allee 160,  
D-23538 Lübeck;

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Dr. biol. hom. Udo Knecht, Institut und Poliklinik für Arbeits-  
und Sozialmedizin der Justus-Liebig-Universität, Aulweg 129/III, 35385 Gießen;

Dr. med. Dr. rer. nat. H. Krueger, Büchnerstr. 28, CH-8044 Zürich, Schweiz, Telefon  
+41+44-363.87.11, hkrueger@ethz.ch;

Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. Stephan Letzel, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umwelt-  
medizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Obere Zahlbacher Straße  
67, D-55131 Mainz;

Prof. Dr. med. Claus Piekarski, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin  
der Universität Köln, Josef-Stelzmann-Straße 9, D-50931 Köln;

Prof. Dr. med. Klaus Scheuch, Institut und Poliklinik für Arbeits- und  
Sozialmedizin der Technischen Universität Dresden, Fetscherstraße 74,  
D-01307 Dresden

Dr.-Ing. Klaus Scheuermann, Occupational Health and Safety Research and Service  
Centre, Wolframstr. 23, D-68199 Mannheim

Prof. Dr. med. Gert Schreinicke, Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der  
Universität Leipzig, Riemannstraße 32, D-04107 Leipzig

Prof. Dr.-Ing. habil. Helmut Strasser, Fachgebiet Arbeitswissenschaft/  
Ergonomie, Institut für Fertigungstechnik, Universität-GH-Siegen, Paul-Bonatz-  
Straße 9-11, D-57076 Siegen.

Anzeigenverkauf: Sandra Rink, Tel.: +49 6221 6446-11, Fax: -40  
E-Mail: sandra.rink@haefner-verlag.de

Anzeigenpreisliste Nr. 24 ab 15.10.2006

Leserservice: Franzisca Trnka, Tel. +49 6221 6446-31, Fax: -40

E-Mail: franzisca.trnka@haefner-verlag.de

Erscheint monatlich, Abonnementpreis € 149,06 jährlich, Einzelheft € 12,90 zzgl.  
Versandspesen. Abonnementkündigungen können jeweils nur zum Jahresende  
berücksichtigt werden, unter Einhaltung einer Kündigungsfrist von 3 Monaten  
Nachdruck nur mit Erlaubnis des Verlages. Alle Rechte vorbehalten.

Bei Nichtbelieferung ohne Verschulden des Verlages oder im Falle höherer Gewalt  
besteht kein Entschädigungsanspruch.

Die Veröffentlichung von Leserzuschriften, ggf. in gekürzter Form, behält sich der  
Herausgeber vor.

Druck: abdruck GmbH, Heidelberg

## Mitarbeiterbedingungen

Aufgenommen werden Originalarbeiten im Höchstumfang von ca. 25 Seiten,  
1 1/2-zeilig, pro Seite 30 Zeilen.

**Manuskripte von Originalarbeiten** sind der Schriftleitung einzureichen.  
Für die Manuskripte gelten die Hinweise für Autoren.

**Tagungsberichte, Mitteilungen** von Organisationen und Körperschaften, Personel-  
les sowie Referate, Buchbesprechungen und weitere Beiträge sind an den jeweili-  
gen Schriftleiter (s. o.) zu senden.

**Tagungsberichte** sollen nicht mehr als ca. 6 Seiten, 1 1/2-zeilig, 30 Zeilen pro Seite  
umfassen.

Der Verlag erwirbt mit der Annahme des Manuskriptes durch die Schriftleitung das  
ausschließliche Recht der Vervielfältigung, Verbreitung, Übersetzung und Verwen-  
dung für fremdsprachige Ausgaben.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt.  
Übersetzung, Nachdruck — auch von Abbildungen —, Vervielfältigung auf foto-  
mechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk-  
und Fernsehsendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen — auch  
auszugsweise — sind nur mit Genehmigung des Verlages möglich.  
Die in den Heften mit Namen bezeichneten Artikel stellen stets die Ansichten der  
Verfasser dar und müssen nicht mit denen der Schriftleitung identisch sein.

## Hinweise für Autoren

Zielgruppen dieser Zeitschrift sind Arbeitsmediziner, Sicherheitsingenieure, Arbeits-  
wissenschaftler und andere der Arbeitsmedizin und Arbeitssicherheit sowie der Um-  
weltmedizin nahe stehenden Personenkreise und Institutionen.

- 1.0 Der Text der Arbeiten muss verständlich, 1 1/2-zeilig geschrieben sein.
- 2.0 Die Titelseite (Seite 1 des Manuskriptes) muss umfassen
  - 2.1 Titel der Arbeit in deutscher und englischer Sprache
  - 2.2 Namen, Vornamen mit Titel(n) des Autors (der Autoren) und Anschrift.
  - 2.3 Name(n) der Institution(en), aus der (denen) die Arbeit stammt
- 3.0 Eine Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache muss dem Man-  
uskript beigefügt sein. Die Zusammenfassung soll die wichtigsten Ergebnisse  
und Schlussfolgerungen enthalten und maximal 300 Worte umfassen.
- 4.0 Maximal 5 Schlüsselwörter sind in deutscher und englischer Sprache anzuge-  
ben. Sie sollen repräsentativ für den Inhalt der Arbeit sein. Außerdem ist eine  
Kurzüberschrift in deutscher und englischer Sprache zu formulieren.
- 5.0 **Literaturverzeichnis:** Alle Autoren und Quellen — und nur diese — müssen in  
alphabetischer Reihenfolge nach dem erstgenannten Autor im Literaturver-  
zeichnis aufgeführt sein. Sämtliche Autoren / Herausgeber sind zu nennen. Bei  
mehrfachen Nennungen von Autoren oder Autorengruppen ist die chronologi-  
sche Reihenfolge einzuhalten. Werden mehrere Arbeiten eines Autors oder ei-  
ner Autorengruppe aus dem gleichen Jahr zitiert, werden der Jahreszahl die  
Buchstaben a, b, c ... hinzugefügt.

Beispiele:  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg. 1985). Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte 1985. Verlag Chemie, Weinheim  
Lüdersdorf R, Schäcke G, Fuchs A (1984) Leitkomponenten in organischen Lösemittelgemischen in Lacken der Holzverarbeitenden Industrie. In: Konietzko H, Schuckmann F (Hrsg.) Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 271-274. Gentner Verlag, Stuttgart  
Schilling RSF (1973) Occupational Health Practice. 1st edn Butterworths, London  
Trenkwalder P, Bencze K, Lydntin H (1984) Chronische Thalliumintoxikation. Beobachtung einer kriminellen Vergiftung. Dtsch med Wschr 109: 1561-1566

- 5.1 **Zitierweise** im Text:
  - Bei einem Autor: (Wenzel 1978) oder (Wenzel 1978; Zeller 1979)
  - Bei zwei Autoren: (Graf & Bornemann 1940)
  - Bei drei oder mehr Autoren: (Otto et al. 1983).
- 6.0 **Illustrationen** sollen sich auf das notwendigste Maß beschränken. Jede Abbildung muss im Text erwähnt sein. Bildschriften müssen gut lesbar sein. Identische Daten sollen nicht gleichzeitig in Abbildungen und Tabellen erscheinen. Die Abbildungen sind der Arbeit gesondert beizufügen.
- 6.1 **Legenden** zu den Illustrationen und Tabellen sollen kurz sein und sich auf deren Inhalt beschränken (in deutscher und englischer Sprache).
- 7.0 Das **Original des Manuskriptes** ist an den Schriftleiter des jeweiligen Sachgebietes zu senden.
- 8.0 Mit der Einsendung des Manuskriptes hat/haben der/die Autoren sicher-  
gestellt, dass bei positiver Entscheidung über die Annahme einem Druck  
keinerlei Gründe entgegenstehen.
- 9.0 Alle eingereichten Originalarbeiten unterliegen einem Beurteilungsverfahren.

Die Autoren sind gebeten, zur dv-technischen Bearbeitung ihrer Beiträge,  
folgende Hinweise zu beachten. Texte als Word Dokument. Bilder als Tiff (Auflösung  
300 dpi), Dia oder Foto. Grafiken abgespeichert einzeln als eps oder JPEG-Format  
oder als Ausdruck (Breite 17 cm oder 11,4 cm), je nach Größe.

Die Autoren sind gebeten, zur dv-technischen Bearbeitung ihrer Beiträge,  
folgende Hinweise zu beachten. Texte als Word Dokument. Bilder als Tiff (Auflösung  
300 dpi), Dia oder Foto. Grafiken abgespeichert einzeln als eps oder JPEG-Format  
oder als Ausdruck (Breite 17 cm oder 11,4 cm), je nach Größe.

Die Autoren sind gebeten, zur dv-technischen Bearbeitung ihrer Beiträge,  
folgende Hinweise zu beachten. Texte als Word Dokument. Bilder als Tiff (Auflösung  
300 dpi), Dia oder Foto. Grafiken abgespeichert einzeln als eps oder JPEG-Format  
oder als Ausdruck (Breite 17 cm oder 11,4 cm), je nach Größe.

