

**Rainer Müller (2001): Wirbelsäulenerkrankungen, in: R. Müller: Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren und arbeitsbedingte Erkrankungen als Aufgaben des Arbeitsschutzes, Schriftenreihe *Gesundheit – Arbeit – Medizin*, Bd. 25, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, S. 157-175.**

Wirbelsäulenerkrankungen galten in der Bundesrepublik bis zur Aufnahme in die Liste der Berufskrankheiten (18.12.1992) als exemplarische Fälle für arbeitsbedingte Erkrankungen. Erkenntnisse der Epidemiologie, der Biomechanik und der Pathophysiologie hatten bereits 1950 in der DDR dazu geführt, die Wirbelsäulenerkrankungen in die Liste der Berufskrankheiten aufzunehmen.

Jedoch ist bis heute der Streit darum, ob diese Erkrankungen „nur“ arbeitsbedingt oder als berufsbedingt angesehen werden können und damit in die Liste der Berufskrankheiten gehören, nicht abgeschlossen. Gerichtsurteile haben Zweifel an der „Rechtmäßigkeit“ der Aufnahme von Wirbelsäulenerkrankungen in die Liste der Berufskrankheiten geäußert (Landessozialgericht Niedersachsen vom 5.2.1998, Az: L 6U 178/97, Sozialgericht Landshut vom 18.12.1997, S8U224). Beide Gerichte beziehen sich auf Gutachten, wonach wissenschaftlich nicht erwiesen sei, daß Personengruppen mit körperlicher Schwerarbeit in erheblich höherem Maß als die Normalbevölkerung dem Risiko einer bandscheibenbedingten Erkrankung ausgesetzt seien.

Selbst wenn immer wieder Beiträge auch in arbeitsmedizinischen Fachorganen auftauchen, die angesichts von Wirbelsäulenerkrankungen als "vom Schreckgespenst beruflicher Überlastungen" (Kristen 1993) sprechen, so kann doch von einem breiten wissenschaftlichen Konsens über die Arbeitsbedingtheit bzw. Berufsbedingtheit nichtentzündlicher muskulo-skeletaler Erkrankungen ausgegangen werden. Schätzungen des durch Einflüsse aus der Arbeit verursachten Anteils belaufen sich auf 50 % (Karmaus, Osterholz 1990). Epidemiologische Forschungen, vor allem der skandinavischen und anglo-amerikanischen Herkunft haben zahlreiche Erkenntnisse hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Arbeitsweltfaktoren und muskulo-skeletalen Erkrankungen bzw. Rückenschmerzen erbracht. Der Schwerpunkt der Fragen lag auf Untersuchungen von Effekten körperlich einseitig belastender Arbeitstätigkeiten. In den Studien konnten folgende biomechanische Belastungsfaktoren als relevante Risiken für Rückenschmerzen bzw. Rückenerkrankungen nachgewiesen werden: Manipulieren schwerer Lasten, Arbeit in ungünstiger Körperhaltung (vor allem gebückt, über Kopf und auf den Knien, häufiges Heben, Heben bei rotierendem Rumpf, andauerndes Sitzen und Vibration). (Siehe die Überblicksdarstellungen von Kelsey, Golden 1988, Pope, Andersson, Chaffin 1991, Steeger 1989).

In einer Übersichtsarbeit hat Osterholz (1991) die internationale Literatur zur Ätiologie, Genese und Prävention muskuloskeletaler Beschwerden und Erkrankungen evaluiert. Als weitere Übersichtsarbeiten, die eine Evidenz der berufsbedingten bzw. belastungsabhängigen Erkrankung der Lendenwirbelsäule aufzeigen, seien genannt: Landau u.a. (1996), Bongers u.a. (1996), Burdorf, Sorock (1997), Marras u.a. (1995), van der Weide (1998).

In Bilanzierung einschlägiger Literatur hat Schmidt eine Reihe von Belastungsfaktoren gefunden, denen ein Einfluß auf berufsbedingte Wirbelsäulenerkrankungen zugeschrieben wird (Schmidt 1985). Als Belastungsdimensionen hinsichtlich der Entstehung und Förderung von degenerativen rheumatischen Erkrankungen hat er Faktoren der körperlichen Arbeit, wie energetische Schwerarbeit, Muskelarbeit (statisch, einseitig,

dynamisch), mit Heben und Tragen von schweren Lasten, unphysiologische Körperhaltung und -stellung, wie Überkopfarbeit und Ganzkörperschwingungen benannt. Als sogenannte Confounding-Faktoren werden angesehen: Arbeitsbedingungen, wie Nässe, Kälte, Zugluft, Temperaturschwankungen, ungünstige Beleuchtung und ungünstige Bestuhlung sowie ergonomische Fehlkonstruktionen, weiterhin arbeitsorganisatorische Bedingungen und senso-psychomotorische Belastungen, wie geringe Handlungsmöglichkeit und Handlungsspielräume, einschl. psychosomatischer Zusammenhänge.

Freymoyer u.a. haben für lumbale Wirbelsäulenerkrankungen auf der Basis von Ergebnissen der Epidemiologie und Laborforschung folgende sechs Risikofaktoren herausgearbeitet:

- Schwerarbeit
- Haltungskonstanz (statische Haltearbeit)
- vermehrte Seitneigung und Torsion des Rumpfes
- Heben mit plötzlicher Kraftanstrengung
- monotone Arbeitsabläufe
- Vibration (Freymoyer u.a. 1980, 1983)

Hildenbrand hat in einer Auswertung von einschlägigen epidemiologischen Risiko-Studien zu lumbalen Wirbelsäulenerkrankungen 24 arbeitsbedingte Risiko-Faktoren gefunden, die er zu folgenden Faktoren zusammengefaßt hat:

- schwere körperliche Arbeit
- statische Haltearbeit wie u.a. langes Sitzen
- schweres und häufiges Heben und Tragen (Lastenmanipulation)
- Rumpfbeugung- und torsion
- Vibration (Hildenbrand 1987)

Für Riihimäki sind die vorliegenden epidemiologischen Forschungsergebnisse über den Zusammenhang von körperlicher Schwerarbeit und lumbalen Wirbelsäulenbeschwerden z.T. uneindeutig, weil der Belastungsfaktor nicht in jeder Studie detailliert quantifiziert wurde. Aufgrund eigener und fremder epidemiologischer Studien hält er schwere körperliche Arbeit, Heben und Tragen von schweren Lasten bei Rumpfbeugung und -torsion, längere statische Körperhaltung wie Sitzen und die Einwirkung von Vibration für Risikofaktoren (Riihimäki 1991).

Über den Stand der Erkenntnis über "Berufskrankheiten der Wirbelsäule durch Heben und Tragen schwerer Lasten" in der internationalen Literatur berichtet Bolm-Audorff (1993). Aussagen dieser Übersichtsartikel sind in "Die Merkblätter des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung für die ärztliche Untersuchung" zu BK-Nr. 2108, 2109 und 2110 eingeflossen.

Einen Überblick über den Forschungsstand gibt auch die Sonderschrift 3 der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (Heuchert u.a. 1993).

Die jüngste Übersicht über Stand der arbeitsmedizinischen bzw. epidemiologischen Erkenntnisse über Risikofaktoren für die Entwicklung von Wirbelsäulenerkrankungen geben Burdorf und Sorock (1997). Die wissenschaftliche Literatur von arbeitsbedingten Wirbelsäulenbeschwerden und -erkrankungen wurden daraufhin untersucht, ob es konsistente Risikofaktoren gibt, die zwischen solchen Faktoren und der Erkrankung

eine enge statistische Assoziation beweisen. Die Meta-Evaluation von relevanten epidemiologischen Studien hat gezeigt, daß Heben und Tragen schwerer Lasten, Ganzkörpervibration und häufiges Beugen und Rotieren des Oberkörpers mit Lasten als Risikofaktoren mit Wirbelsäulenerkrankungen assoziiert sind.

Auf einschlägige internationale Literatur beziehen sich ebenfalls Lenhardt u.a. bei ihrer gesundheitswissenschaftlichen Bestandsaufnahme zur Verursachung, Verbreitung und Verhütung des „Betriebsproblems Rückenschmerz“ (Lenhardt u.a. 1997).

Eine kritische Bilanz zur epidemiologischen Evidenz von arbeitsbedingten (work related) muskuloskeletalen Erkrankungen (MSD) der Halswirbelsäule (neck), der oberen Extremitäten und der Lendenwirbelsäule (low back) hat das National Institute of Safety and Health (NIOSH) der USA als 2. Auflage 1997 vorgelegt. Es wurden mehr als 2.000 Studien ausgewählt und über 600 einer genaueren Bewertung unterzogen. Im Vorwort heißt es: „This document is the most comprehensive compilation of data of the epidemiologic research on the relation between selected MSDs and exposure to physical factors at work. On the basis of our review of the literature, NIOSH concludes that a large body of credible epidemiologic research exists that shows a consistent relationship between MSDs and certain physical factors, especially at higher exposure levels (NIOSH 1997, S. 4). Die Bewertungskriterien für die Evaluation der „evidence for causality“ umfaßten: „strength of association, consistency, temporality, exposure-response relationship, and coherence of evidence“. Die „Evidence“ der Beziehung zwischen Arbeitsplatzfaktoren und der Entwicklung einer muskuloskeletalen Erkrankung (MSD) wurde folgendermaßen klassifiziert: „Strong evidence of work-relatedness (+++). A causal relationship is shown to be very likely between intense or long duration exposure to the specific risk factor(s) and MSD when the epidemiologic criteria of causality are used. A positive relationship has been observed between exposure to the specific risk factor and MSD in studies in which chance, bias, and confounding factors could be ruled out with reasonable confidence in at least several studies.

Evidence of work-relatedness (++) . Some convincing epidemiologic evidence shows a causal relationship when the epidemiologic criteria of causality for intense or long duration exposure to the specific risk factor(s) and MSD are used. A positive relationship has been observed between exposure to the specific risk factor and MSD in studies in which chance, bias, and confounding factors are not the likely explanation.

Insufficient evidence of work-relatedness (+/0). The available studies are of insufficient number, quality, consistency, or statistical power to permit a conclusion regarding the presence or absence of a causal association. Some studies suggest a relationship to specific risk factors but chance, bias, or confounding may explain the association.

Evidence of no effect of work factors (-). Adequate studies that consistently show that the specific workplace risk factor(s) is not related to development of MSD.

Die Übersicht faßt die Ergebnisse zusammen. Spezifische physikalische Einwirkungen zeigen dann eine starke Beziehung mit MS-Erkrankungen, wenn sie intensiver sind, länger andauern und besonders dann wenn die Beschäftigten mehreren Risikofaktoren zugleich (combination = Mehrfachbelastung) ausgesetzt sind.

<b>Body part</b>	<b>Strong evidence (+++)</b>	<b>Evidence (++)</b>	<b>Insufficient evidence (+/0)</b>	<b>Evidence of no effect</b>
<b>Risk factor</b>				
<b>Neck and Neck/shoulder</b>				
<i>Repetition</i>	...	++	...	...
<i>Force</i>	...	++	...	...
<i>Posture</i>	+++	...	...	...
<i>Vibration</i>	...	...	+/0	...
<b>Shoulder</b>				
<i>Posture</i>	...	++	...	...
<i>Force</i>	...	...	+/0	...
<i>Repetition</i>	...	++	...	...
<i>Vibration</i>	...	...	+/0	...
<b>Elbow</b>				
<i>Repetition</i>	...	...	+/0	...
<i>Force</i>	...	++	...	...
<i>Posture</i>	...	...	+/0	...
<i>Combination</i>	+++	...	...	...
<b>Hand/wrist</b>				
Carpal tunnel syndrome				
<i>Repetition</i>	...	++	...	...
<i>Force</i>	...	++	...	...
<i>Posture</i>	...	...	+/0	...
<i>Vibration</i>	...	++	...	...
<i>Combination</i>	+++	...	...	...
<b>Tendinitis</b>				
<i>Repetition</i>	...	++	...	...
<i>Force</i>	...	++	...	...
<i>Posture</i>	...	++	...	...
<i>Combination</i>	+++	...	...	...
<b>Hand-arm vibration syndrome</b>				
<i>Vibration</i>	+++	...	...	...
<b>Back</b>				
<i>Lifting/forceful movement</i>	+++	...	...	...
<i>Awkward posture</i>	...	++	...	...
<i>Heavy physical work</i>	...	++	...	...
<i>Whole body vibration</i>	+++	...	...	...
<i>Static work</i>	...	...	+/0	...

posture				
---------	--	--	--	--

## **Bestimmung der beruflichen Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten oder extreme Rumpfbeugehaltung**

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin hatte das Projekt 09.008 „Schaffung eines einheitlichen, in der Praxis anwendbaren Methodeninventars zur Erfassung von Belastungs- und Beanspruchungsparametern einschließlich deren Bewertung für die Ätiopathogenese von Muskel-Skelett-Erkrankungen“ in Auftrag gegeben (BAFAM, unveröffentlichtes internes Arbeitspapier, Berlin 1994). Landau u.a. (1996) haben hierauf bezogen eine Übersicht über arbeitswissenschaftliche Anforderungs- und Belastungsanalysen vorgenommen. Es wird festgestellt, daß bei der Eignungsbeurteilung der Verfahren sowohl die „Richtlinien des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheiten des Gesundheitsschutzes bei der manuellen Handhabung von Lasten, die für die Arbeitnehmer insbesondere eine Gefährdung der Lendenwirbelsäule mit sich bringt“ (90/269/EWG) als auch die praktizierten Anerkennungsverfahren der BK 2108 zu berücksichtigen seien. Die Autoren stellen fest, daß die Beurteilung manueller Lastenhandhabung etwa durch die Ermittlung von Grenzlasten allgemein anhand unterschiedlichster Kriterien erfolgten, die sich grundsätzlich vier Modellansätzen zuordnen ließen. Als solche Modellansätze benennen sie:

1. Epidemiologische Modelle: Hier werden mögliche Zusammenhänge zwischen beruflichen Belastungen und ihren vermuteten längerfristigen Auswirkungen in Form von gesundheitlichen Beeinträchtigungen ermittelt.
2. Biomechanische Modelle: Diese Modelle ermitteln unter vereinfachten Annahmen örtliche mechanische Belastungen von bestimmten Muskeln oder Bandscheiben, z.B. am Übergang L5/S1.
3. Physiologische Modelle: In diesen Modellen werden auf der Basis des Belastungs-/Beanspruchungsmodells die Erträglichkeit auftretender Belastungen anhand peripherer und zentralphysiologischer Beanspruchungsmeßgrößen ermittelt.
4. Psychophysiologische Modelle bestimmen akzeptable Lastgewichte durch Ermittlung der individuellen Beanspruchungsempfindungen (Landau 1996, S. 27).

In einer Übersicht stellen sie die Methoden der arbeitswissenschaftlichen Anforderungs- und Belastungsanalysen bzw. Bewertungen vor (Landau 1996, S. 49).

Methodeninventar	Methoden	Literatur
1. Orientierende Analyse	Prüfliste	Steinberg und Windberg (1995)
2. Allgemeine Gefährdungsabschätzung	NIOSH (1993) ISO-CD 10288 ERGON LIFT zur Grenzlastberechnung	Waters u.a. (1993) 10288 (1994) Vedder und Laurig (1994)
3. Einzelfallgefährdungsabschätzung	Prüfliste und qualitatives Modell	Steinberg und Windberg (1995)
4. Expertensysteme zur Risikoabschätzung und Gestaltung	ERGON LIFT ERGON EXPERT	Vedder und Laurig (1994) Laurig u.a. (1994)
5. Fragebogen zur Ermittlung der Belastung	Kurzerhebungsbogen nach Hartung  Langerhebungsbogen nach Hartung	Hartung (1993)  Hartung (1993)
6. Ermittlung der speziellen Belastungsdosis	Verfahren nach Pangert und Hartmann	Pangert und Hartmann (1987) Pangert (1993)

Die Autoren haben den vorhandenen AET-Datenbestand, der sich auf 3.905 Tätigkeitsanalysen im deutschsprachigen Raum bezieht, ausgewertet, um die Belastungsdaten im Hinblick auf Risikoindikatoren bzw. Kombinationen von Risikoindikatoren für Wirbelsäulenerkrankungen zu ermitteln. Hinsichtlich der verschiedenen Methoden stellen sie fest, daß für die Beurteilung von manueller Handhabung von Lasten kein Verfahren existiere, das allen Fällen gerecht werde (Landau 1996, S. 85). Insbesondere ließen die stark analytischen Verfahren der allgemeinen Gefährdungsabschätzung in vielen Fällen wegen Einschränkungen auf idealisierte Hebetätigkeiten nur Abschätzungen zu. Fast alle Verfahren würden bei der Untersuchung nichtrepetitiver Tätigkeiten Probleme aufwerfen. Sie bestehen insbesondere in der starken Streuung der Belastungsfaktoren innerhalb der Tätigkeiten durch z.B. Lastgewichte, Körperhaltung, Lastangriffspunkte. Außerdem würde die Superposition der Belastungsfaktoren nicht oder kaum berücksichtigt. Ebenso seien Aussagen über den Einfluß des Belastungsablaufs, d.h. ungleichmäßige Verteilung von Belastungsmanipulationen über die Schichtzeit sehr schwierig (Landau 1996, S. 85).

Gegenwärtig gelten als praktizierte Methoden zur Ermittlung der Höhe von Belastungen an der Lendenwirbelsäule biomechanische Modellrechnungen, bei denen die Arbeitshaltungen und die zu hebenden Lasten berücksichtigt werden. Als solche Methoden werden die nach NIOSH (1981, 1993) und Analysen nach dem "Dortmunder Modell" nach Jäger, Luttmann und Laurig (1992) vorgenommen. Allerdings werden Zeitbewertungen in diese Modellrechnungen primär nicht einbezogen (Hartmann, Schardt, Pangert 1996). In dieser biomechanischen Sichtweise sind bei Belastungsbeurteilun-

gen zur Arbeitsplatzgestaltung wie auch zur Begutachtung von Berufskrankheitenfragen folgende Angaben unbedingt erforderlich:

- Lastgewicht
- Arbeitshaltung: mindestens Rumpfvorneigungswinkel Alpha, möglichst Oberarm- und Unterarmneigungswinkel Beta und Gamma bzw. vertikale und horizontale Lastabstände V und H
- Häufigkeit und Dauer der Einzelbelastung
- Zeitanteil der Wirbelsäulenbelastung in der Schicht.

Eine Gesamtbewertung der Lendenwirbelsäulenbelastung ist erst dann vollständig, wenn weitere belastungserhöhende Faktoren berücksichtigt werden, insbesondere Torsionen und Seitverkipfung. Es müssen weiterhin ungünstige Lastschwerpunkte, Rutschgefahren oder unzweckmäßige Faßbarkeiten einfließen (Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990).

Hartmann, Schardt und Pangert (1996) machen darauf aufmerksam, daß für die Beurteilung der potentiell schädigenden Belastung es unbedingt notwendig ist zu beachten, daß bereits bei einer Rumpfvorbeugung mit einem Vorneigungswinkel Alpha von mehr als  $60^\circ$  ein hoher Bandscheibendruck durch das Eigengewicht des Körpers entsteht. In ihrer Untersuchung über die Tätigkeit von Handformern, Kernformern, Schweißern, Monteuren und Krankenschwestern fanden sie, daß Rumpfvorbeugung, also Alpha mehr als  $60^\circ$ , ohne wesentlichen Lastentransport den größten Zeitanteil in der Arbeitsschicht einnimmt. In Anlehnung an das Modell von NIOSH (NIOSH 1981) ergibt sich folgender Sachverhalt:

- Durch Last und/oder Rumpfvorbeugungen entstehen erhöhte Wirbelsäulenbelastungen.
- Durch große Lastgewichte und geringe Rumpfvorneigung können gleiche Belastungen an der Lendenwirbelsäule entstehen wie durch geringe Last und starkes Rumpfvorbeugen.
- Die senkrecht auf die Bandscheibe L5/L5 wirkende Längskraft soll nicht größer als 3,5 kN sein.
- Das Produkt aus Rumpfbeugewinkel Alpha und der zu hebenden Last L überschreitet den kritischen Belastungswert bei 400. Als kritisch bzw. potentiell schädigend wird eingestuft, wenn das Produkt aus Last und Winkel einen Wert von mindestens 400 erreicht. Dies ist der Grenzwert nach NIOSH (NIOSH 1981). Das bedeutet z.B., daß bei einer Rumpfvorbeugung von  $10^\circ$  bei einer Lastaufnahme von 40 kg die gleiche Belastung an der Bandscheibe L4/L5 wirkt wie eine Rumpfvorbeugung von  $40^\circ$  mit 10 kg Last. Selbst wenn nur eine Rumpfvorbeugung von  $60^\circ$  angenommen wird, wird durch die Wirkung durch das Eigengewicht des Körpers ein gleicher Bandscheibendruck an L4/L5 erzeugt. Schädigende Wirkungen erhöhen sich, wie gesagt, durch Torsionen und Seitverkipfungen.

Im ärztlichen Merkblatt des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung werden in Bezug auf die technischen Voraussetzungen für ein erhöhtes Gesundheitsrisiko folgende Aussagen gemacht:

- Überschreitung der Lastgewichte für regelmäßiges Heben oder Tragen in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht, wenn diese eng am Körper getragen werden. Für weit vom Körper entfernt getragene Lasten können auch geringere Lastgewichte mit einem Risiko verbunden sein.

Tabelle 1

Alter	Last in kg Frauen	Last in kg Männer
15-17 Jahre	10	15
18-39 Jahre	15	25
ab 40 Jahre	10	20

- Die Lastgewichte müssen mit einer gewissen Regelmäßigkeit und Häufigkeit in der überwiegenden Anzahl der Arbeitsschichten gehoben oder getragen worden sein. Als Beispiele werden das Heben von Gewichten von mehr als 20 kg (das entspricht etwa 200 N/Newton) mit einer Häufigkeit von 20 x pro Arbeitstag bei Stahlbetonbauern oder Hebe- und Tragetätigkeiten von Schwesternhelferinnen über 12 % der Arbeitsschicht genannt.
- Unter Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung werden Arbeiten in Arbeitsräumen verstanden, die niedriger als 100 cm sind und somit eine gebeugte Körperhaltung erzwingen. Weiterhin sind unter extremer Rumpfbeugehaltung Arbeiten gemeint, bei denen der Oberkörper aus der aufrechten Haltung um mehr als 90° gebeugt wird.
- Als langjährige Belastungen werden 10 Berufs- bzw. Belastungsjahre als untere Grenze angesehen. Bei sehr intensiver Belastung können in begründeten Einzelfällen auch kürzere Belastungsdauern möglich sein.
- Die Addition von Expositionszeiten durch Belastung mit Heben und Tragen schwerer Lasten und Belastungszeiten in extremer Rumpfbeugehaltung ist zulässig, wobei unterbrochene Tätigkeiten mit zu berücksichtigen sind.

Hartung und Dupuis (1994) formulieren folgende Kriterien für ein Kurz-Ermittlungsverfahren in Anlehnung an das ärztliche Merkblatt zu BK Nr. 2108. Werden diese Kriterien erfüllt, dann soll eine weitergehende Ermittlung folgen.

1. Keine Tätigkeiten in sitzender Körperhaltung
2. Keine wesentliche Unterschreitung der in Tabelle 1 angegebenen Lastgewichte
- 3a. Tägliche Belastungsdauer durch Heben und Tragen mit gewisser Regelmäßigkeit und Häufigkeit: mehr als 40 Hebevorgänge bzw. eine halbe Stunde Belastungsdauer und/oder
- 3b. tägliche Belastungsdauer durch extreme Rumpfbeugehaltung - mit gewisser Regelmäßigkeit und Häufigkeit von mehr als 1 Stunde pro Arbeitstag.
4. Jährliche Belastungsdauer - an der überwiegenden Zahl der Arbeitsschichten: mehr als 110 Arbeitsschichten pro Jahr
5. Langjährige berufliche Expositionsdauer: mehr als 10 Expositionsjahre.



Hartung und Dupuis wie auch andere Autoren (Pangert, Hartmann 1994) gehen von der These aus, daß auch bei berufsbedingten Schäden der Lendenwirbelsäule Dosis-Wirkungs-Beziehungen zu unterstellen sind. Es wird nach den wissenschaftlichen Kenntnissen unterstellt, daß die gesundheitliche Gefährdung von der gesamten beruflichen Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten oder durch extreme Rumpfbeugehaltung abhängig ist. Nicht die Höhe der Belastung allein ist zu bestimmen, sondern die tägliche und gesamte Expositionsdauer ist zu berücksichtigen. Hartung und Dupuis (1994) empfehlen die retrospektive Ermittlung einer Gesamtbelastungsdosis ( $D_{HT}$ ), wie sie auch für Belastungen durch Ganzkörper-Schwingungen vorgeschlagen werden. Nach Hartung berechnet sich die Gesamtbelastungsdosis  $D_{HT}$  aus der Druckkraft an L5/S1, den Korrekturfaktoren  $f_k$  und der Gesamtdauer der Exposition in Stunden D. Die Belastungsdosis lautet dann:

$$D_{HT} = F_{L5} \times f_k \times T \text{ (Nh)}$$

( 1 kg = 9,81 Newton)

Die Korrekturfaktoren  $f_k$  bedeuten:

$f_k = 1,10$  bei Seitneigung des Rumpfes größer  $15^\circ$  oder Verdrehung des Rumpfes größer  $15^\circ$

$f_k = 1,25$  bei gleichzeitiger Seitneigung und Verdrehung des Rumpfes größer  $15^\circ$

$f_k = 1,25$  bei ruckartigen (hastigen) Bewegungsabläufen

$f_k = 1,5$  bei gleichzeitiger Seitneigung, Verdrehung und ruckartigen (hastigen) Bewegungsabläufen

Welche Druckkräfte am Übergang L5/S1 herrschen, wurde in biodynamischen Modellen berechnet? Beim schnellen Heben und Seitneigung sind die Kräfte höher, deshalb gibt es Korrekturfaktoren (nach Jäger u.a. 1989).

Bei der Ermittlung der Belastungsdosis sollen nur Belastungsabschnitte einbezogen werden, bei denen eine Mindestbelastung vorgelegen hat. Als Mindestbelastung sollte

1. eine Druckkraft unter Einbeziehung der Korrekturfaktoren am LWS-Übergang L5/S1 von größer 3.400 N für Männer und größer 2.600 N für Frauen,
2. eine Belastungsdauer von größer 1/2 Stunde für Heben und Tragen bzw. 2 Stunden für extreme Rumpfbeugehaltung pro Arbeitsschicht und
3. die Belastung an mindestens 110 Arbeitsschichten (= 50 %) pro Jahr vorgelegen haben.

Zeitabschnitte mit unterschiedlich hohen Belastungen sind zu einer Gesamtbelastung zu addieren. Hartung schlägt einen Richtwert zur Beurteilung der beruflichen Gesamtbelastungsdosis vor, bei dessen Überschreitung ein gesundheitliches Risiko angenommen werden kann. Bei Richtwerten von

- täglichen Expositionsdauern von 100 Minuten, einer

- Druckbelastung der Wirbelsäule von L5/S1 von 3.400 N für Männer und 2.600 N für Frauen,
- 220 Arbeitsschichten pro Jahr und einer
- 10jährigen Gesamtbelastungsdauer

ausgegangen.

Daraus ergibt sich ein Dosisrichtwert für Männer von  $D_{\text{RIM}} = 12,5 \times 10^6$  Nh für Männer und für Frauen von  $9,5 \times 10^6$  Nh.

Diese Werte sollen nur als Orientierungswerte angesehen werden.

### **Kein einheitliches Ermittlungsverfahren der schädigenden Einwirkung zur Berufskrankheit Nr. 2108**

Daß selbst bei Berufskrankheiten kein einheitliches Verfahren zur Analyse der Gefährdung bzw. Belastung in der Erwerbsbiographie vorhanden ist, soll nachfolgend am Beispiel der Wirbelsäulenerkrankung vorgestellt werden. Wenn sogar in diesem rechtlich und sozialmedizinisch bzw. arbeitstechnisch seit 1925 ausgebildeten Verfahren der Ermittlung der haftungsbegründenden und haftungsausfüllenden Kausalität die Klärung der Verursachung noch problematisch ist, wie soll dann erst bei der Frage der „Arbeitsbedingtheit“ von Erkrankungen bzw. bei der Beurteilung der Gefährdung (Arbeitsschutzgesetz § 5) oder der „arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren“ (§ 20 SGB V, § 14 SGB VII) die Zusammenhangsfrage von Belastung und Gesundheitsstörung auf möglichst breitem Konsens erfolgen? Als Vorbild für einen Prozeß der Stiftung von Konsens über „arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren“ oder „arbeitsbedingte Erkrankungen“ kann die Vorgehensweise der International Agency for Research on Cancer der WHO dienen (WHO, IARC 1991, S. 27-28).

Gewerbeärzte beobachten bei der Begutachtung im BK-Verfahren 2108 Ermittlungsstrategien auf unterschiedlichem Niveau, die z.T. weit voneinander abweichen (Baars u.a. 1997, S. 481). Es wird festgehalten, daß die Expositionsermittlungen der Berufsgenossenschaften für Fahrzeughaltung (BGF) und Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) den Vorgaben des Merkblattes zur Berufskrankheiten, Ziffer BK 2108, am nächsten kommen würde. Ähnlich ginge auch die Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften vor. Ein grundsätzlich anderes Verfahren würde von der Arbeitsgemeinschaft der Metall-Berufsgenossenschaften praktiziert. Die Arbeitsgemeinschaft hat sich für das Modell von Hartung und Dupuis (1994) entschieden. Dieser Methode hätten sich auch andere Berufsgenossenschaften angeschlossen, wie z.B. Tiefbau-Berufsgenossenschaft. Die Berufsgenossenschaft für Elektrotechnik und Feinmechanik, die Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke sowie Teile der Landwirtschafts-Berufsgenossenschaft und die Gemeinde-Unfallversicherungsträger. Die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten würde die Berechnung anwenden, wenn die Empfehlungen des Merkblattes erfüllt seien. Es wird auf die Kritik seitens verschiedener Autoren eingegangen und auf ein Urteil des Landessozialgerichts Schleswig Holstein vom 18.09.1996 Bezug genommen. Auch das Verfahren der Unfallkasse von Post und Telecom wird gesprochen, ebenso das Verfahren der Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft. Die Autoren kommen zu der Schlußfolgerung, daß eine Erarbeitung eines praxisgerechten Leitfadens als branchenübergreifende Grundlage für die Ermittlung für alle Berufsgenossenschaften dringend erforderlich

sei, um diesen krassen Unterschieden in der Beurteilungsgrundlage entgegenwirken zu können (Baars u.a., S. 482).

Ein Urteil des Landessozialgerichts Niedersachsen vom 05.02.1998 (Az.: - L 6 U 178/97) hat sich mit den Fragen der Erhebung der schädigenden Einwirkungen ebenfalls auseinandergesetzt. Es wird u.a. festgehalten, daß es verständlich sei, daß der Verordnungsgeberin eine Konkretisierung der arbeitstechnischen Voraussetzungen der BK Nr. 2108 im Gegensatz zu der BK Nr. 4104 nicht gelungen sei (Urteil, S. 23). Es wird ebenso auf die unterschiedlichsten Verfahrensweisen der Berufsgenossenschaften eingegangen.

Eine gesundheitswissenschaftliche Bestandsaufnahme des „Betriebsproblems Rückenschmerz“ zur Verursachung, Verbreitung und Verhütung dieser Erkrankungen haben Lehnhardt, Elkeles und Rosenbrock in einer Studie vorgenommen. Nach den epidemiologischen Überblicken über Häufigkeit und Verteilung von Rückenschmerzen gehen sie auf die vorliegende internationale Debatte zur Ätiologie von Rückenschmerzen ein und behandeln hier insbesondere die Verursachung durch Belastungen in der Arbeitswelt. Allerdings sind ihre zusammenfassenden Beschreibungen nicht beschränkt auf die biomechanischen Vorstellungen, sondern sie gehen ebenso auf die vorliegende Literatur zu den psychosozialen Belastungen mit ihren Auswirkungen auf die Wirbelsäulenerkrankungen ein. Ausführlich wird der Stand des Wissens und der Praxis zur „Prävention des Rückenschmerzes in der Arbeitswelt“ behandelt. Es werden die Eingriffsfelder betrieblicher Rückenschmerzprävention systematisch dargestellt und die Ergebnisse empirischer Studien zur Intervention bzw. zur Rehabilitation resümierend behandelt. Die Defizite und Potentiale im institutionalisierten Arbeitsschutz wie auch in den neuen Anstrengungen von den Gesetzlichen Krankenversicherung, den § 20 in Kooperation mit den Berufsgenossenschaften zum Leben zu bringen, werden präsentiert. Fallbeispiele aus Krankenhäusern, Großbetrieben und mittelgroßen Betrieben im öffentlichen Personennahverkehr werden vorgestellt. Die fördernden und hemmenden Bedingungen für gesundheitsförderungsbezogene Innovationen zur Problematik Rückenschmerz werden diskutiert (Lehnhardt, Elkeles, Rosenbrock 1997).

Mit der Qualität der beruflichen Rehabilitation von Wirbelsäulenproblemen befaßt sich die Doktorarbeit von van der Weide (1998). In dieser Doktorarbeit wird die internationale Literatur zur Intervention gegenüber Rückenerkrankungen referiert und ein Konzept zur Erprobung der Qualität von Rehabilitationsmaßnahmen in Betrieben gegenüber Rückenschmerzen entwickelt und evaluiert. Die Prognosefaktoren für eine chronische Behinderung bei akuten Rückenschmerzen für die Betreuung in der Betriebsmedizin werden auf der Basis von epidemiologischen Studien ermittelt. Als Ergebnis wird festgehalten, daß es für die Betriebsärzte wichtig ist, die arbeitsbedingten Belastungsfaktoren, wie sie vorne angesprochen sind, zu beachten und auch die psychosoziale Situation zu berücksichtigen.

### **Wirbelsäulenerkrankungen bei Pflegepersonal**

Im Merkblatt für die ärztliche Untersuchung zu Nr. 2108, herausgegeben vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, wird darauf hingewiesen, daß bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch fortgesetztes Heben, Tragen und Absetzen schwerer Lasten oder häufiges Arbeiten in extremer Beugehal-

tung des Rumpfes wichtige Gefahrenquellen für die Entstehung sind. Derartige berufliche Belastungen können bei Beschäftigten in der Kranken-, Alten- und Behindertenpflege auftreten. Ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule konnte für Beschäftigte in der Krankenpflege, insbesondere bei Pflegehelferinnen gesichert werden (verwiesen wird auf die Studien von Videmann u.a. 1984, Venning u.a. 1987, Kaplan und Deyo 1988, Estryn-Behar u.a. 1990). In der Übersichtsarbeit von Bolm-Audorff (1993) werden ebenfalls wissenschaftliche Studien zu dem Themenfeld zitiert. Stössel, Hofmann und Mlangeni haben 1990 für die Berufsgenossenschaft, für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege eine Literaturrecherche zum Thema "Zur Belastung und Beanspruchung der Wirbelsäule bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst" vorgelegt (1990). Im Rahmen dieser Recherche wurden rund 100 Arbeiten aus den letzten 15 bis 20 Jahren zusammengetragen. Bei den Studien handelte es sich um Prävalenzstudien, Inszidenzstudien, experimentelle Untersuchungen, Interventionsstudien und biomechanische Modellrechnungen. 58 Publikationen werden genauer betrachtet und in einer Kurzfassung in dem Bericht vorgestellt. Die Autoren kommen in der Diskussion der Ergebnisse der Literaturstudie zu folgendem Ergebnis: "Angesichts der in einzelnen Teilbereichen des Krankenhauses völlig voneinander differierenden Tätigkeitsprofile ist es nicht möglich, von homogenen physischen Belastungen des Krankenhauspersonals zu sprechen, solange es um die Feststellung der Belastungsintensität geht. Selbst innerhalb einzelner Berufsgruppen - wobei im Mittelpunkt unserer Betrachtungen das Krankenpflegepersonal gestanden hat - läßt sich eine solche Homogenität in den Belastungsstrukturen nicht durchgängig vorfinden." (Stössel, Hofmann, Mlangeni 1990, S. 114) Zur chronischen Überbeanspruchung der Wirbelsäule bei Pflegepersonal stellen die Autoren fest: "Was die auslösenden Faktoren der Wirbelsäulenbeschwerden wie auch der Rückenverletzungen angeht, so kommen alle Autoren ziemlich übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß die Hebetätigkeit am Patientenbett die mit Abstand häufigste beschwerde- und unfallauslösende physische Aktivität ist. Wegen der z.T. unscharfen Unterscheidung zwischen Hebe- und Tragetätigkeiten (z.B. die Zurechnung des Umlagerens von Patienten zu Hebe- oder Tragetätigkeiten) lassen sich hier die Studien untereinander aber relativ schlecht vergleichen. Insofern ist es auch nicht möglich, Inzidenz- und Prävalenzraten verschiedener Studien miteinander zu vergleichen" (ebenda, S. 115). Zur Frage, welche Rückenabschnitte besonders von Abnutzungserscheinungen und Verletzungen betroffen sind, kommen die Autoren übereinstimmend zu der Schlußfolgerung, daß nahezu alle Studien anhand von Unfallberichten und Fragebogenerhebungen übereinstimmend zu dem Schluß kommen, daß in erster Linie der Lendenwirbelsäulenbereich von Verschleißerscheinungen und Verletzungen während der Tätigkeit betroffen ist. Diese Ergebnisse stünden in Übereinstimmung mit biomechanischen Überlegungen, die darauf hinauslaufen, daß beim Heben, sich Drehen und Tragen eben dieser Bereich im unteren Teil der Lendenwirbelsäule und im Übergang zum Sakralbereich die stärksten mechanischen Belastungen wirken. In den genannten Studien werden in etwa 30 bis 40 % der Befragten entsprechende Angaben gemacht (ebenda, S. 117). Die Autoren kommen zu dem Schluß, daß es bislang an einem komplexen Bewertungsmodell mangelt, um die Berufs- bzw. Arbeitsbedingtheit von Wirbelsäulenbeschwerden beim Pflegepersonal genauer abschätzen zu können. Es sei kritisch angemerkt, daß die Vorschläge der Autoren in theoretischer, konzeptioneller und methodischer Hinsicht überkomplex sind, die forschungspraktisch im Grunde nicht einzuhalten sind.

Die Freiburger Studie über Wirbelsäulenerkrankungen (Siegel 1994) im Pflegeberuf kommt zu dem Ergebnis, daß Krankenpflege- und Altenpflegekräfte einer überdurch-

schnittlichen Exposition von lendenwirbelbelastenden Tätigkeiten ausgesetzt sind und das Risiko von bandscheibenbedingten Erkrankungen überzufällig ist.

### **Wirbelsäulenerkrankungen bei Büroangestellten**

Einen Überblick über epidemiologische Studien zur Häufigkeit und zu Risikofaktoren von Rücken- und Nackenschmerzen bei Beschäftigten in Büroberufen geben Michaelis u.a. (1997). Bedingt durch die Haltungskonstanz sind Schmerzen in dieser Berufsgruppe eher im oberen Wirbelsäulenbereich zu finden. Bei Berufsgruppen mit Hebetätigkeiten sind häufiger Lendenwirbelsäule von Schmerzen bzw. Erkrankungen betroffen. In Prävalenzstudien wurden Risikofaktoren bei der Arbeitsplatzergonomie, in monotonen Arbeitsinhalten, in Aspekten der psychosozialen Situation sowie in außerberuflichen Belastungsfaktoren gefunden. In einer eigenen Querschnittsstudie wurden 43 Einrichtungen in Stadtverwaltungen, Sparkassen, Verwaltungsabteilungen, Produktionsbetrieben, Forschungseinrichtungen und sonstigen Verwaltungen untersucht. Mittels eines Fragebogens wurden 1720 Büroangestellte mit den Angaben von Pflegeberufen verglichen. Die multivariate Analyse belegt, daß die Tätigkeit an einem Bildschirmarbeitsplatz als wichtigster Risikofaktor für Rückenschmerzen anzusehen ist.

### **Literatur**

Baars, S. u.a.: Gewerbeärztliche Thesen zur Berufskrankheit 2108 unter Berücksichtigung von Exploration, Krankheitsbild, Prävention, Rehabilitation und Kompensation, in: Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin, 32, 1997, S. 480-489

Bolm-Audorff, U.: Berufskrankheiten der Wirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten, in: Konietzko, J.; Dupuis, H. (Hg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, 10. Ergänzungslieferung 7/93, Landsberg 1993, S. 1-24

Bongers, P.M.; Westhoff, M.H.; Miedema, H.S.; Bloemhoff, A.; Davidse, W.; Van der Grinten, M.P. et al: Preventie van klachten en aandoeningen van het bewegingsapparaat. Een verkenning van epidemiologie, mogelijkheden voor preventie en toepassing van preventieve activiteiten. (Prevention of musculoskeletal disorders), Leiden: TNO 1996

Burdorf, A.; Sorock, G.: Positive and negative evidence of risk factors for back disorders, in: Scandinavian Journal of Work, Environment and Health 1997, 23, S. 243-256

Estryn-Behar, M., Kaminski, M., Peigne, E., Maillard, M.F., Pelletier, A., Berthier, C., Delaports, M.F., Paoli, M.C., Leroux, J.M., Strenuous working conditions and musculoskeletal disorders among female hospital workers, Int. Arch. Occup. Environ. Health 62, 1990, S. 47-67

Freymoyer, J.W. u.a.: Risk factors in low-back pain, in: The Journal of Bone and Joint Surgery, 64 A, 1983, S. 213-218

Freymoyer, J.W. u.a.: Epidemiologic studies of low-back-pain, in: Spine, 5, 1980, S. 419-423

Hartmann, H.; Schardt, A.; Pangert, R.: Wirbelsäulenbelastungen in ihrer Häufigkeit und Dauer in unterschiedlichen Berufen, in: Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 31, 5, 1996, S. 213-216

Hartung, E.; Dupuis, H.: Verfahren zur Bestimmung der beruflichen Belastung durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder extreme Rumpfbeugehaltung und deren Beurteilung im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren, in: Die BG, Juli 1994, S. 452-458

Heuchert, G. u.a. (Hg.): Erkrankungen der Wirbelsäule bei körperlicher Schwerarbeit und Ganzkörperschwingungen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, Sonderschrift 3, Berlin 1993

Hildenbrand, V.: A review of epidemiological research on risk factors of low back pain, in: Buckle, P. (ed.): Musculoskeletal disorders at work, London 1987, S. 9-16

Jäger, M.; Luttmann, A.; Laurig W.: Die Belastung der Wirbelsäule beim Handhaben von Lasten. Orthopäde 19, 1989, S. 132-139

Jäger, M.; Luttmann, A.; Laurig, W.: Ein computergestütztes Werkzeug zur biomechanischen Analyse der Belastung der Wirbelsäule bei Lastenmanipulationen: "Der Dortmunder", in: Med.-Orthop.Tech. 112, 1992, S. 305-309

Kaplan, R.M.; Deyo, R.A: Back pain in health care workers, Occupational medicine. State of the Art Reviews 3, 1988, S. 61-73

Karmaus, W.; Osterholz, U.: Herausforderungen und Perspektiven der Bekämpfung rheumatischer Erkrankungen, in: Chronische Krankheit: Ohne Rezepte, Argument Sonderband, AS 182, Hamburg 1990, S. 22-39

Kelsey, J. L.; Golden, A.L.: Occupational and workplace factors associated with low back pain, in: Deyo, R.A. (ed.): Back pain in workers. Occupational Medicine , state of the art reviews, Vol. 3, 1988, S. 7-16

Kristen, H.: Orthopädische Erkrankungen der Wirbelsäule als Folge beruflicher Belastungen?, in: Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Präventivmedizin 1993, S. 83-85

Landau, K. u.a.: Risikoindikatoren für Wirbelsäulenerkrankungen. Auswertung der AET-Datenbank und Validierung eines neuen Arbeitsanalyseverfahrens, Berlin 1996

Landau, K.; Rohmert, W.; Imhoff-Gildein, B.; Mücke, S.: AET-Belastungsanalyse und arbeitsbedingte Erkrankungen, Dortmund 1996

Laurig, W. u.a.: Entwicklung eines Expertensystems zur ergonomischen Analyse und Gestaltung von Tätigkeiten des manuellen Lastentransports: ErgonEXPERT, Köln 1994

Lenhardt, U.; Elkeles, Th.; Rosenbrock, R.: Betriebsproblem Rückenschmerz. Eine gesundheitswissenschaftliche Bestandsaufnahme zur Verursachung, Verbreitung und Verhütung, Weinheim, München 1997

Marras, W.S.; Lavender, S.A.; Leurgans, S.E.; Fathallah, F.A.; Ferguson, S.A.; Allread, W.G. et al: Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders, in: Ergonomics 1995, 38, S. 377-410

Michaelis, M. u.a.: Zur arbeitsmedizinischen Bedeutung des Lumbal- und Zervikal-syndroms bei Büroangestellten, in: Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin 32, 1997, S. 368-374

NIOSH: Work practices guide for manual lifting, Washington US, 1981/1993

NIOSH: Musculoskeletal Disorders (MDSs) and Workplace Factors. A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back, Second Printing, Cincinnati, OH, July 1997, Edited by: Bruce P. Bernard, <http://www.cdc.gov/niosh/ergosci1.html>

Osterholz, U.: Gegenstand, Formen und Wirkungen arbeitsweltbezogener Interventionen zur Prävention muskuloskeletarer Beschwerden und Erkrankungen, Wissenschaftszentrum Berlin 1991, Heft P91-202

Pangert, R.; Hartmann, H.: Kritische Dosis für die berufliche Belastung der Lendenwirbelsäule als gutachtliche Entscheidungshilfe, in: Zbl. Arbeitsmed., 44/1994, S. 124-130

Pope, M.H.; Andersson, G. B. J.; Chaffin, D.B.: The workplace, in: Pope, M.H. et al: Occupational low back pain: Assessment, treatment and prevention, St. Louis 1991, S. 117-131

Riihimäki, H.: Low-back pain, its origin and risk indicators, in: Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 17, 1991, S. 81-90

Schmidt, M.: Arbeitsunfähigkeit bei Erkrankungen des Bewegungsapparates und Beruf, Bremerhaven 1985

Siegel, A.: Lendenwirbelsäulenerkrankungen im Pflegeberuf - Arbeitsmedizinische und epidemiologische Aspekte, in: Hofmann u.a.: Wirbelsäulenerkrankungen im Pflegeberuf. Medizinische Grundlagen und Prävention, Landsberg 1994, S. 13-23

Steger, D.: Arbeitsbedingte Erkrankungen der Wirbelsäule, in: Konietzko, J.; Dupuis, H. (Hg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, Landsberg 1989

Steinberg, U.; Windberg, H.-J.: Leitfaden Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten, Bremerhaven 1995, Neubearbeitung 1997

Stössel, U., Hofmann, F., Mlangeni, D.: Zur Belastung und Beanspruchung der Wirbelsäule bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst. Ergebnisse einer Literaturrecherche, Resultate einer Pilotstudie und Konzepte für weitere Forschungsvorhaben, Freiburg 1990, herausgegeben von der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Freiburg 1990

Vedder, J.; Laurig, W.: ErgonLIFT: Rechner-Programm zur Gefährdungsanalyse beim manuellen Handhaben von Lasten – Umsetzung der EWG-Richtlinie 90/269/EWG, Zentralblatt Arbeitswissenschaft 48, 1994, S. 67-74

Venning, P.J.; Walter, S.D.; Stitt, L.W.: Personal und jobrelated factors as determinants of incidence of back injuries among nursing personnel, J. Occup. Med. 29, 1987, S. 820-825

Videmann, T.; Nurminen, T.; Tola, S.; Kuorinka, I.; Vanharanta, H.; Troup, J.D.G.: Low-back pain in nurses and some loading factors of work, Spine 9, 1984, S. 400-404

Waters, Th.R. u.a.: Revised NIOSH equation for design and evaluation of manual lifting tasks, in: Ergonomics 36, 1993, S. 749-776

van der Weide, W.E.: Quality of occupational rehabilitation for low-back pain. Measurement of process and outcome, Academische Proefschrift, Universiteit Amsterdam 1998

WHO, IARC (Hg.): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Occupational Exposures in Insecticide Application and some Pesticides, Volume 53, Lyon 1991