

DWS II: Expositionsbeispiele aus der Praxis

Dirk Ditchen, Nicole Lundershausen, Rolf Ellegast

Einleitung

Im Rahmen der Richtwerte-Studie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS II) [1] wurde der Versuch unternommen, auf Grundlage des Datenmaterials der Deutschen Wirbelsäulenstudie [2-6] eine Reanalyse zur Ableitung konkreter Richtwerte für die Berufskrankheiten-Praxis durchzuführen. Durch den Einsatz unterschiedlicher statistischer Verfahren konnten als Ergebnis verschiedene, für die Ermittlung der arbeitstechnischen Voraussetzungen bei der Berufskrankheit Nr. 2108 BKV relevante Schwellen- oder Richtwerte benannt werden. Mit diesen Analyse-Ergebnissen stehen aktuell drei Dosismodelle in der Diskussion, die zur Expositionsermittlung im BK-2108-Verfahren entwickelt bzw. festgelegt wurden: Das Mainz-Dortmunder Dosismodell („MDD“, [7, 8]), das gemäß dem Urteil des Bundessozialgerichts vom 30.10.2007 modifizierte MDD („BSG-Modell“ [9]) sowie das auf den Ergebnissen der DWS II beruhende Dosismodell („DWS II“). Die in den einzelnen Modellen hinterlegten Richtwerte für die Bandscheibendruckkraft bei manueller Lastenhandhabung, den Grad der berücksichtigten Rumpfneigungen, die Tagesdosis sowie die Lebensdosis sind in Tabelle 1 jeweils für Männer und Frauen dargestellt.

Tabelle 1: Richtwerte der Druckkraft auf die unterste Bandscheibe, der Rumpfneigung, der Tagesdosis sowie der Lebensdosis für drei Dosismodelle, jeweils für Männer und Frauen (MDD = Mainz-Dortmunder Dosismodell; BSG = Modifiziertes MDD gemäß Urteil des Bundessozialgerichts; DWS II = Dosismodell der Richtwertestudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie; kN = Kilo-Newton; °=Grad; kNh = Kilo-Newton-Stunden; MNh = Mega-Newton-Stunden)

Schwelle	MDD		BSG		DWS II	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Druckkraft [kN]	3,2	2,5	2,7	2,5	3,2	2,5
Rumpfneigung [°]	90	90	90	90	45	45
Tagesdosis [kNh]	5,5	3,5	0,0	0,0	2,0	0,5
Lebensdosis [MNh]	25,0	17,0	12,5	(8,5)	7,0*	3,0*

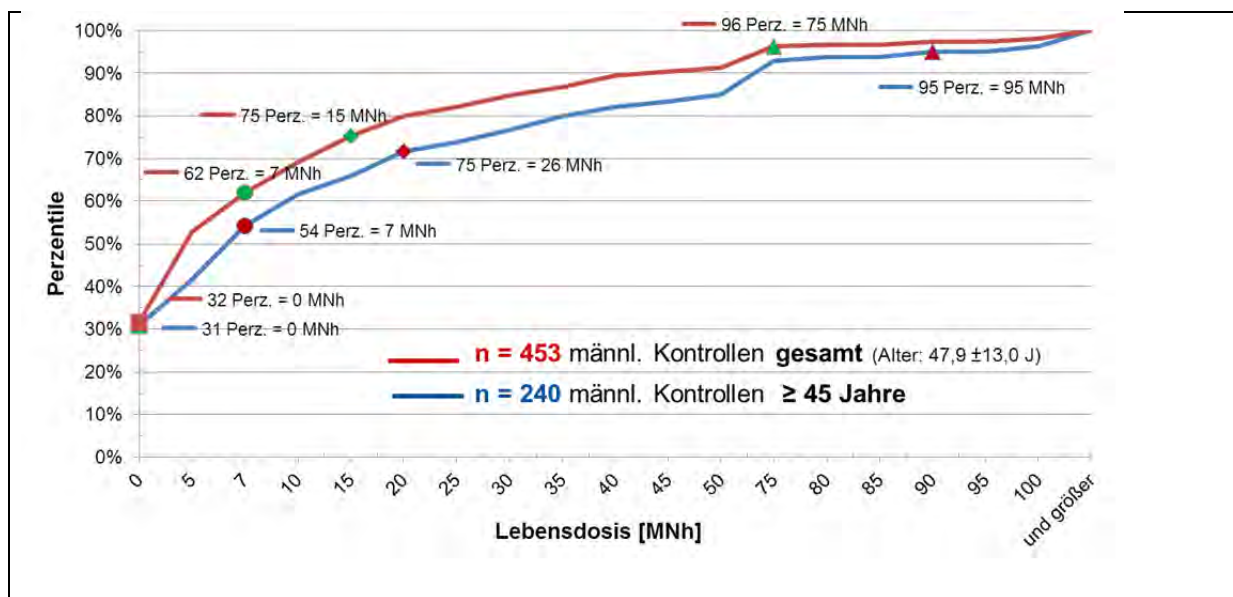
*) statistisch unsicher, da mit sehr weiten Konfidenzintervallen versehen [1]

Da diese Zahlenwerte aufgrund unterschiedlicher Berechnungsverfahren nicht direkt vergleichbar sind, soll im Folgenden der Versuch unternommen werden, mögliche Auswirkungen der Anwendung dieser Schwellenwerte bei der Expositionsermittlung zum Heben und Tragen schwerer Lasten und zum Arbeiten in (extremer) Rumpfneigung anhand verschiedener Praxisbeispiele zu zeigen. Diese Beispiele lassen sich gliedern in die Darstellung der Häufigkeit bestimmter Expositionen in der DWS II, einen Vergleich von nach den einzelnen Verfahren berechneten Dosiswerten für spezifische Tätigkeiten, eine Darstellung der Zeiträume bis zum Erreichen der jeweiligen Lebensdosis-Richtwerte sowie das Vorkommen der starken Rumpfneigung in der Praxis.

Summenhäufigkeiten von Lebensdosen in der DWS II

Bei der Deutschen Wirbelsäulenstudie handelt es sich um eine populationsbezogene Fall-Kontroll-Studie mit etwa 1800 Probanden, d.h. die Kontrollprobanden wurden über Einwohnermeldeämter aus der Allgemeinbevölkerung rekrutiert. Aus diesem Grund kann der Anteil der Kontroll-Probanden, die mindestens den in der DWS II abgeleiteten Richtwert der Lebensdosis erreicht haben, als Indiz für das Vorkommen dieser Exposition in der Allgemeinbevölkerung angesehen werden. In Abbildung 1 sind die Summenhäufigkeiten der Lebensdosen aller 453 männlichen Kontrollprobanden (Durchschnittsalter 47,9±13,0 Jahre) dargestellt. Die in der DWS II abgeleitete „Risiko-Verdopplungsdosis“ von 7,0 Mega-Newton-Stunden (MNh), die als Richt- oder Schwellenwert für die Lebensdosis angesehen werden kann, bildet hier das 62. Perzentil der Verteilung. Demnach erreichen oder überschreiten etwa 38 Prozent der männlichen Allgemeinbevölkerung diesen Expositionswert. Übernimmt man nur die 240 männlichen Probanden, die 45 Jahre und älter sind, in diese Auswertung, so erreichen und überschreiten sogar etwa 46% (=54. Perzentil der Verteilung) die Lebensdosis von 7,0 MNh. Diese Zahlen zeigen, dass es sich bei der entsprechenden Lebensdosis keineswegs um eine in der Allgemeinbevölkerung seltene Exposition handelt.

Abbildung 1: Beispiel: Summenhäufigkeiten der Lebensdosen der männlichen DWS-Kontrollprobanden (Perz.=Perzentil, MNh=Mega-Newton-Stunden)



Vergleich von Lebensdosiswerten

Anhand zweier Fallbeispiele aus der DWS soll gezeigt werden, welche unterschiedlichen Expositionswerte sich jeweils auf Grundlage der einzelnen Dosismodelle berechnen lassen und welche Unterschiede sich bei der Einschätzung der arbeitstechnischen Voraussetzungen einer BK 2108 daraus ableiten lassen.

Bei dem ersten Beispiel handelt es sich um einen 51 Jahre alten, männlichen Fallprobanden (Prolaps), der bis zur ersten relevanten Diagnose insgesamt etwa 26 Berufsjahre als Verputzer absolviert hatte (Tabelle 2).

Tabelle 2: Kasuistik 1: Männlicher Proband, 51 Jahre alt, ca. 26 Berufsjahre; Lebensdosiswerte nach verschiedenen Dosismodellen (Lebensdosis-Richtwerte: grün=unterschritten, rot=erreicht oder überschritten; BA=Beschäftigungsabschnitt, h=Stunden, d=tage; MNh=Mega-Newton-Stunden; MDD = Mainz-Dortmunder Dosismodell; BSG = Modifiziertes MDD gemäß Urteil des Bundessozialgerichts; DWS II = Dosismodell der Richtwertstudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie)

Berufsanamnese								
BA	Zeitraum	Beruf	Typ. Arbeitsschichten	h/ Tag	d/ Woche	d/ Jahr	Jahre	Beschreibung
1	1978- 2003	Verputzer	Außen- und Innenputz	9	5	180	25,58	Herstellung von Silo Fertigputz
			Trockenbauarbeiten	9	5	40		Montagearbeiten mit Gipskartonplatten
MDD-Dosis [MNh]			BSG-Dosis [MNh]			DWS II-Dosis [MNh]		
13,06			23,10			25,24		

Wie der Tabelle zu entnehmen, reichen die berechneten Werte der Lebensdosis von etwa 13 MNh (MDD) bis zu etwa 25 MNh (DWS II), d.h. hinsichtlich der reinen Zahlenwerte kann es bei ein und derselben Tätigkeit aufgrund der Anwendung unterschiedlicher Richtwerte der Bandscheiben-Druckkraft, der Rumpfneigung sowie der Tagesdosis zu sehr großen Unterschieden zwischen den Berechnungsergebnissen der einzelnen Dosismodelle kommen. Aufgrund der unterschiedlichen Richtwerte der Lebensdosis haben diese Expositionswerte auch unterschiedliche Konsequenzen: Im gezeigten Beispiel wären die arbeitstechnischen Voraussetzungen gemäß MDD nicht erfüllt (13,06 MNh < 25 MNh), während sowohl für das BSG- als auch das DWS II-Modell die Expositionswerte jeweils oberhalb der entsprechenden Richtwerte von 12,5 bzw. 7,0 MNh lägen.

Ein weiteres Fallbeispiel ist in Tabelle 3 dargestellt. Es handelt sich um eine 46 Jahre alte weibliche Probandin mit insgesamt etwa 29 Berufsjahren bis zur Erstmanifestation eines BK-relevanten Bandscheibenvorfalles. Nach dem MDD berechnet sich für diese Probandin aufgrund „unterschwelliger“ Belastungen hinsichtlich der Bandscheibendruckkraft und der Tagesdosis eine Lebensdosis von 0 MNh, nach dem BSG-Modell von etwa 7 MNh und nach dem DWS II-Modell von etwa 4 MNh. Aufgrund der unterschiedlichen Richtwerte der Lebensdosis wären in diesem Beispiel lediglich für das DWS-II-Modell die arbeitstechnischen Voraussetzungen erfüllt, obwohl sich nach dem BSG-Modell ein höherer Expositions(zahlen)wert berechnet.

Tabelle 3: Kasuistik 2: Weibliche Probandin, 46 Jahre alt, ca. 29 Berufsjahre; Lebensdosiswerte nach verschiedenen Dosismodellen (Lebensdosis-Richtwerte: grün=unterschritten, rot=erreicht oder überschritten; BA=Beschäftigungsabschnitt, h=Stunden, d=tage; MNh=Mega-Newton-Stunden; MDD = Mainz-Dortmunder Dosismodell; BSG = Modifiziertes MDD gemäß Urteil des Bundessozialgerichts; DWS II = Dosismodell der Richtwertstudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie)

Berufsanamnese								
BA	Zeitraum	Beruf	Typ. Arbeitsschichten	h/ Tag	d/ Woche	d/ Jahr	Jahre	Beschreibung
1	1976-1979	Zimmermädchen	Reinigungsarbeiten	8	5	220	2,5	Betten machen, Hotelzimmer reinigen
2	1979-1980	Raumpflegerin	Reinigungsarbeiten	8	5	220	1,33	Putzfrau im Krankenhaus
3	1980-2002	Verpackerin	Kontrolle und Verpacken	8	5	220	22,2	Ware kontrollieren und verpacken
4	2002-2005	Verpackerin	Kontrolle und Verpacken	4	5	220	2,6	Ware kontrollieren und verpacken (Schonarbeitsplatz)
MDD-Dosis [MNh]			BSG-Dosis [MNh]			DWS II-Dosis [MNh]		
0			7,19			3,58		

Zeiträume bis zum Erreichen der „relevanten“ Lebensdosis

Aufgrund der unterschiedlichen Richtwerte und damit unterschiedlicher Expositionen, die in die Berechnung der Lebensdosis mit einbezogen werden, sind die Zeiträume, in denen eine definierte Tätigkeit bis zum Erreichen des Modell-abhängigen Lebensdosis-Richtwertes durchgeführt werden muss, je nach Dosismodell sehr unterschiedlich. Dies soll anhand dreier Modell-Beispiele verdeutlicht werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die zur Berechnung herangezogenen Katasterdaten lediglich Expositionsdaten zum Heben, Umsetzen und Tragen von schweren Lasten sowie zu Arbeiten in *extremer* Rumpfbeugehaltung enthalten, d.h. weitere Tätigkeiten wie Ziehen oder Schieben von Lasten bzw. Arbeiten in *starker* Rumpfbeuge (ab 45° Rumpfvorneigung) wurden für die Berechnungen nicht berücksichtigt. Sollten derartige Tätigkeiten noch hinzukommen, würden sich die entsprechenden Zeiträume bis zum Erreichen des jeweiligen Lebensdosis-Richtwertes verkürzen. Die Berechnung der Bandscheibendruckkräfte für diese Beispielfälle erfolgte gemäß den Berechnungsformeln des MDD [8].

Im ersten Beispiel handelt es sich um eine typische Tätigkeit eines Maurers, das Verarbeiten großformatiger Steine (Tabelle 4). Geht man davon aus, dass ein Maurer diese im Sinne der BK 2108 relativ hoch belastende Tätigkeit an allen Schichten des Jahres (Grundlage: 220 Arbeitsschichten) durchführt, so hätte er nach dem MDD den Lebensdosisrichtwert nach etwa 16 Jahren erreicht. Bei Anwendung der Dosismodelle BSG und DWS II verkürzt sich dieser Zeitraum auf etwa acht bzw. etwa fünf Jahre, was insbesondere durch den Wegfall (BSG-Modell) bzw. die Herabsetzung der Tagesdosischwelle (DWS II) bedingt ist.

Tabelle 4: Modell-Beispiel I: Beruf: Maurer; Tätigkeitsmodul: Verarbeiten von großformatigen Steinen, ca. 4 m³/Mann und Tag; Grundlage: 220 Schichten/Jahr; Quelle: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, BG BAU (kNh=Kilo-Newton-Stunden, MNh= Mega-Newton-Stunden; MDD = Mainz-Dortmunder Dosismodell; BSG = Modifiziertes MDD gemäß Urteil des Bundessozialgerichts; DWS II = Dosismodell der Richtwertestudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie; rot=Tagesdosis-Richtwert erreicht oder überschritten)

Modell	Richtwert Tagesdosis [kNh]	Tagesdosis [kNh]	Richt-/Grenzwert Lebensdosis [MNh]	erreicht nach [Jahre]
Männer				
MDD	5,5	7,0	25	16,2
BSG	-	7,2	12,5	7,9
DWS II	2,0	7,0	7	4,6

Modell-Beispiel II zeigt eine typische Tätigkeit eines Malers (Innenarbeiten - Entschichten von Wänden und Decken, Tabelle 5). Wie der Tabelle zu entnehmen ist, wird gemäß MDD aufgrund einer „unterschwelliger“ Tagesdosis von 3,6 kNh in diesem Fall keine Lebensdosis berechnet, d.h. die arbeitstechnischen Voraussetzungen wären in diesem Fall niemals zu erreichen. Dagegen berechnen sich gemäß den beiden anderen Dosismodellen jeweils „überschwellige“ Tagesdosiswerte, so dass sich hier Lebensdosiswerte berechnen lassen. Die entsprechenden Richtwerte werden dann nach etwa 13 Jahren (BSG-Modell) bzw. neun Jahren (DWS-II-Modell) erreicht.

Das dritte Modell-Beispiel zeigt eine typische Arbeitsschicht einer Krankenschwester (Tabelle 6). Die dargestellten Tätigkeiten stellen eine relativ hohe Belastung im Sinne der BK 2108 dar, was sich in einem Tagesdosis-Wert von 7,0 kNh in allen Dosismodellen niederschlägt. Nach dem MDD wäre durch die permanente Ausführung dieser Tätigkeiten der Lebensdosisrichtwert von 17 MNh für Frauen in etwa 11 Jahren erreicht. Nach dem BSG-Modell wäre der „hälftige Orientierungswert“ von 8,5 MNh in etwa 5,5 Jahren und nach dem DWS-II-Modell die „Verdopplungsdosis“ von 3 MNh bereits nach zwei Jahren erreicht. Dabei ist wieder zu berücksichtigen, dass die im Best-Modell der DWS II ebenfalls berücksichtigte *starke* Rumpfbeuge (ab ca. 45°) hier noch nicht in die Berechnung eingegangen ist. Da diese Körperhaltung gerade in der Alten- und Krankenpflege relativ häufig vorkommt [10], wäre bei Berücksichtigung dieser Tätigkeiten der Zeitraum von zwei Jahren noch weiter zu reduzieren.

Tabelle 5: Modell-Beispiel II: Beruf: Maler; Tätigkeitsmodul: Innenarbeiten - Entschichten von Wänden und Decken, Beladen, Baustelle einrichten, Abwaschen von Leimfarben, Farbanstrich mit Bürste, Putzausbesserung); ca. 75 m² pro Mann und Tag; Grundlage: 220 Schichten/Jahr; Quelle: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, BG BAU (kNh=Kilo-Newton-Stunden, MNh= Mega-Newton-Stunden; MDD = Mainz-Dortmunder Dosismodell; BSG = Modifiziertes MDD gemäß Urteil des Bundessozialgerichts; DWS II = Dosismodell der Richtwertestudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie; rot=Tagesdosis-Richtwert erreicht oder überschritten)

Modell	Richtwert Tagesdosis [kNh]	Tagesdosis [kNh]	Richt-/Grenzwert Lebensdosis [MNh]	erreicht nach [Jahre]
Männer				
MDD	5,5	3,6	25	entfällt
BSG	-	4,4	12,5	12,9
DWS II	2,0	3,6	7	8,8

Tabelle 6: Modell-Beispiel III: Beruf: Krankenschwester; Tätigkeitsmodul: Frühdienst (mit Aufsetzen/Zurücklegen im Bett (30x), Aufrichten aus Liegen zum Sitzen bzw. zurück (10x), von Bettkante in Stuhl bzw. zurück (2x), vom Sitzen in Stand bzw. zurück (10x), in Badewanne hinein- bzw. herausheben (1x), im Bett höher lagern (25x), Umlagern von Bett zu Bett (2x), Bettpfanne unterschieben/entfernen (14x); Grundlage: 220 Schichten/Jahr; Quelle: Berufsgenossenschaft der Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Häufigkeiten aus realem BK-Fall (kNh=Kilo-Newton-Stunden, MNh= Mega-Newton-Stunden; MDD = Mainz-Dortmunder Dosismodell; BSG = Modifiziertes MDD gemäß Urteil des Bundessozialgerichts; DWS II = Dosismodell der Richtwertestudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie; rot=Tagesdosis-Richtwert erreicht oder überschritten)

Modell	Richtwert Tagesdosis [kNh]	Tagesdosis [kNh]	Richt-/Grenzwert Lebensdosis [MNh]	erreicht nach [Jahre]
Frauen				
MDD	3,5	7,0	17	11,0
BSG	-	7,0	8,5	5,5
DWS II	0,5	7,0	3	2,0

Die starke Rumpfbeuge in der Praxis

Das in der DWS II abgeleitete „Best-Modell“ zur Darstellung eines Dosis-Wirkungs-zusammenhangs zwischen physischen Belastungen und der Ausbildung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule berücksichtigt neben manueller Lastenhandhabung (Heben, Halten, Tragen) und Arbeiten in *extremer* Rumpfbeugehaltung auch Arbeiten in *starker* Rumpfbeugehaltung. Letztere Tätigkeiten sind aktuell nicht Gegenstand der BK 2108, allerdings zeigte sich im Rahmen der DWS II, dass Modelle, die diese Belastung in die Berechnung der Belastungsdosis mit aufnehmen, eine bessere Anpassung an die Datenbasis zeigten.

In der Praxis ist diese Haltung weiter verbreitet als die im BK-Text angegebene extreme Rumpfbeugehaltung. Diese Häufigkeit kann in Verbindung mit den in der DWS II abgeleiteten relativ niedrigen Schätzwerten für die Risikoverdopplungsdosis zu sehr kurzen Zeiträumen bis zum Erreichen des Lebensdosis-Richtwerts nur aufgrund von Arbeiten in starker Rumpfbeuge führen. In Tabelle 7 sind tägliche Zeitdauern in starker Rumpfbeuge und die damit verbundenen Zeiträume bis zum Erreichen des Schätzwertes der Verdopplungsdosis für Frauen von 3 MNh beispielhaft aufgelistet. Dabei zeigt sich, dass etwa ein tägliches Arbeiten von fünf Minuten in starker Rumpfbeuge bereits in weniger als zehn Jahren zum Erreichen der Lebensdosis von 3 MNh führen würde. Hierdurch würden beispielsweise Berufsgruppen, die bisher keinen Belastungen im Sinne der BK 2108 ausgesetzt sind, in den Fokus rücken, obwohl sie weder schwere Lasten heben, noch in extremer Rumpfbeuge arbeiten müssen.

Tabelle 7: Zeiträume bis zum Erreichen einer Lebensdosis von 3 MNh durch tägliche Arbeiten in starker Rumpfbeuge (ab 45°); Annahmen: * Druckkraft bei starker Rumpfbeuge=1,7 kN; **220 Schichten/Jahr (RB=Rumpfbeuge; kNh=Kilo-Newton-Stunden, MNh= Mega-Newton-Stunden)

Dauer RB ≥ 45 ° pro Tag [min]	Tages- dosis* in [kNh]	Dosis pro Jahr** [MNh]	Richtwert Lebens- dosis [MNh]	erreicht nach [Jahre]
5	1,39	0,31	3	9,7
10	1,96	0,43	3	7,0
12	2,15	0,47	3	6,4
24	3,04	0,67	3	4,5
36	3,72	0,82	3	3,7
48	4,30	0,95	3	3,2
60	4,81	1,06	3	2,8

Zusammenfassung

Die Richtwertestudie zur Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS II) zeigt als Ergebnis ein Dosismodell, das Richt- oder Schwellenwerte für die Parameter Bandscheibendruckkraft, Grad der Rumpfbeugehaltung und Tagesdosis beinhaltet. Neben den im Sinne der BK 2108 relevanten Belastungen durch Heben und Tragen schwerer Lasten sowie Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung (ab ca. 90°) gehen in dieses Dosismodell auch Belastungen durch Arbeiten in starker Rumpfbeugung (ab ca. 45°) ein. Des Weiteren wurde in der DWS II der Versuch unternommen, eine Risikoverdopplungsdosis für Männer und Frauen zu identifizieren. Die entsprechenden Schätzwerte von 7 MNh bzw. 3 MNh erscheinen im Vergleich zu den bestehenden Lebensdosis-Richtwerten der BK 2108 relativ niedrig. Wie die Autoren der DWS II angeben, sind die Schätzwerte aufgrund sehr weiter Konfidenzintervalle mit dem Vorbehalt der Unsicherheit dieser Punktschätzer zu betrachten [1].

In der Praxis zeigt sich, dass knapp 40% der männlichen Allgemeinbevölkerung die genannten Lebensdosiswerte erreicht oder überschreitet. In vielen Berufen werden diese Expositions- werte bereits in sehr kurzer Zeit erreicht, wie dies an den Beispielen Maurer (unter fünf Jahren) und Krankenschwester (unter zwei Jahren) deutlich wird.

Hinsichtlich der *starken* Rumpfbeuge ist zu berücksichtigen, dass diese Körperhaltung in der Praxis weitaus häufiger vorkommt als die im BK-Text genannte *extreme* Rumpfbeuge. Insbesondere in Verbindung mit den genannten niedrigen Schätzwerten der Risikoverdopplungsdosis können bereits relativ kurze tägliche Zeitdauern in dieser Körperhaltung zu einem Erreichen der relevanten Lebensdosis innerhalb weniger Jahre führen.

Neben der Frage, ob es sich bei derartigen Belastungen noch um „besondere Einwirkungen“ gemäß SGB VII handelt, würden derartige Konstellationen auch die Suche nach geeigneten Präventionsmaßnahmen sehr schwierig gestalten.

Literatur

- [1] Seidler A, Bergmann A, Bolm-Audorff U, Ditchen D, Ellegast R, Euler U, Haerting J, Haufe E, Jähnichen S, Jordan C, Kersten N, Kuss O, Lundershausen N, Luttmann A, Morfeld P, Petereit-Haack G, Schäfer K, Voß J, Jäger M (2012). Erweiterte Auswertung der Deutschen Wirbelsäulenstudie mit dem Ziel der Ableitung geeigneter Richtwerte – „DWS-Richtwerteableitung“. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben FF-FB0155A. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.), Berlin.
- [2] 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 (2007): Zusammenhang zwischen manueller Lastenhandhabung und lumbaler Chondrose - Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie. Zbl Arbeitsmed 57: 304-316.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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 lumbalen Prolapserkrankungen und der kumulativen Wirbelsäulenbelastung durch Lastenhandhabungen und Tätigkeiten in Rumpfbeugehaltung – Ergebnisse der Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS). Zbl Arbeitsmed 57: 290-303.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] BSG, Bundessozialgericht (2007) AZ.: B 2 U 4/06 R, Urteil vom 30.10.2007.
- [10] Freitag S, Fincke-Junod I, Seddouki R, Dulon M, Hermanns I, Kersten JF, Larsson TJ, Nienhaus A. Frequent bending - an underestimated burden in nursing professions. Ann Occup Hyg. 2012. doi:10.1093/annhyg/mes002.