

Charité Centrum 1  
Institut für Arbeitsmedizin  
Direktor: Prof. Dr. med. David Groneberg

## **Habilitationsschrift**

# **Funktionsuntersuchung des Bewegungsapparates in der Arbeitsmedizin**

zur Erlangung der Lehrbefähigung  
für das Fach Arbeitsmedizin und Umweltmedizin

vorgelegt dem Fakultätsrat der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Herrn Dr. med. Michael Florian Spallek  
geboren am 29. Juli 1957 in Steinbach b. Ottweiler (Saar)

eingereicht: April 2010

Dekanin: Frau Prof. Dr. Annette Grütters-Kieslich

Gutachter: 1. Prof. Dr. Thomas Kraus  
2. Prof. Dr. Rainer Schiele

*Für Martina, Fabian und Sarah*

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Relevanz der Erkrankungen des Muskel-Skelettsystems	1
1.1	MSE am Beispiel der Berufskrankheit Nr 2108	2
1.2	MSE und arbeitsmedizinische Vorsorge	3
1.3	Fragestellung und Ziel	5
<b>2</b>	<b>Eigene Arbeiten</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Risikofaktorprofile bei Einstellungsuntersuchungen</b>	<b>7</b>
2.1.1	Eigene Referenz: Spallek M, Bernardi M, Wrbitzky R, Stork J: Risikofaktorprofile bei Einstellungsuntersuchungen. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 44:306-310 (2004)	10
<b>2.2</b>	<b>Risikofaktoren für Rückenbeschwerden bei Auszubildenden</b>	<b>11</b>
2.2.1	Eigene Referenz: Hassler U, Spallek M, Farwer S: Risikofaktoren für Rückenbeschwerden bei ehemaligen Auszubildenden in der Metallindustrie. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 45: 312-315 (2005)	13
<b>2.3</b>	<b>Blutlaktatbestimmungen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen</b>	<b>14</b>
2.3.1	Eigene Referenz: Spallek M, Stork J, Schwantes P: Zur Frage der Wertigkeit von Blutlaktatbestimmungen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen. Zbl Arbeitsmed 45:268-273 (1995)	16
<b>2.4</b>	<b>Objektivierbarkeit von Leistungstests</b>	<b>17</b>
2.4.1	Eigene Referenz: Spallek M, Kuhn W, Farwer S, van Mark A, Quarcoo D.: Funktions- oder Gerätediagnostik bei Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat: eine vergleichende Studie unter präventiven und rehabilitativen Gesichtspunkten. Zbl Arbeitsmed 60:148-153 (2010)	19

<b>2.5</b>	<b>Handgelenksbandage bei Akutbeschwerden</b>	<b>20</b>
2.5.1	Eigene Referenz: Spallek M, Krause W: Erprobung einer Handgelenksbandage bei Akutbeschwerden. Arbeitsmed Sozialmed Präventivmed 27:292-295 (1992)	21
<b>2.6</b>	<b>MSD und Bildschirmarbeiten</b>	<b>22</b>
2.6.1	Eigene Referenz: Spallek M, Kuhn W, Uibel S, van Mark A, Quarcoo D: Work-related musculoskeletal disorders in the automotive industry due to repetitive work – implications for rehabilitation. Journal of Occupational Medicine and Toxicology 5:6 (2010) online: <a href="http://www.occup-med.com/content/5/1/6">www.occup-med.com/content/5/1/6</a>	24
<b>2.7</b>	<b>Die Untersuchungssystematik</b>	<b>25</b>
2.7.1	Eigene Referenz: Spallek M, Kuhn W, Schwarze S, Hartmann B: Occupational medical prophylaxis for the musculoskeletal system: A function-oriented system for the physical examination of the locomotor system in occupational medicine. Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2:12 (2007). online: <a href="http://www.occup-med.com/content/2/1/12">www.occup-med.com/content/2/1/12</a>	29
<b>2.8</b>	<b>Arbeitsplatzbezogene Rehabilitation: „job-reha“</b>	<b>29</b>
2.8.1	Eigene Referenz: Schwarze M, Ristel N, Rebe T, Gutenbrunner C, Wrbitzky R, Manecke IA, Spallek M: Schnittstellenmanagement in der „JobReha“ – Notwendigkeit einer verbesserten Zusammenarbeit zwischen Betriebs- und Rehabilitationsärzten. Zbl Arbeitsmed 58:216-218 (2008)	34
<b>3</b>	<b>Diskussion</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Danksagung</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>Erklärung</b>	<b>56</b>

## **Abkürzungsverzeichnis (alphabetisch)**

ACG	Acromio-Clavicular-Gelenk
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
BK	Berufskrankheit
BWS	Brustwirbelsäule
CT	Computertomographie
DWS	Deutsche Wirbelsäulenstudie
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
fokus <sup>®</sup>	Funktionsorientierte körperliche Untersuchungs- systematik
MSE	Muskel-Skelett-Erkrankungen
HWS	Halswirbelsäule
LWS	Lendenwirbelsäule
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health
ISG	Iliosacralgelenk
KG	Körpergewicht
Kg	Kilogramm
LBP	Low Back Pain
MRT	Magnetresonanztomographie
PWC	Physical Work Capacity
RSI	Repetitive Strain Injury
SGB	Sozialgesetzbuch

## **1 Einleitung**

### **1.1 Relevanz der Erkrankungen des Muskel-Skelettsystems**

Erkrankungen des Muskel-Skelettsystems (MSE) verursachten im Jahr 2005 etwa 103 Millionen Arbeitsunfähigkeitstage und damit fast 25 % aller Ausfallzeiten. Die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeitsdauer liegt bei 16,7 Tagen pro Diagnose und hat branchenabhängig eine Spannweite von 7,2 Tagen pro 100 Versicherten in naturwissenschaftlichen Berufen bis zu 41,6 in metall erzeugenden Berufen und Gießereien [1]. Bei etwa 30.000 Beschäftigten, fast einem Fünftel aller Frühverrentungen, wurde in 2003 die vorzeitige Berufsaufgabe mit diesen Erkrankungen begründet. Der Umfang dadurch entstehender direkter und indirekter Erwerbsunfähigkeitskosten beträgt ca. 1,6 Mrd € [2,3]. In der Krankheitsartenübersicht einer großen deutschen BKK beinhaltet die Hauptdiagnosegruppe „Muskel- und Skeletterkrankungen“ für einen Großbetrieb der metallverarbeitenden Industrie in Norddeutschland nahezu ebenso viele Fälle wie die Gruppe der Atemwegserkrankungen. In beiden Gruppen werden in 2005 fast 50 % der Arbeitsunfähigkeitsfälle erfasst, wobei die Muskel-Skeletterkrankungen hinsichtlich der Arbeitsunfähigkeitsdauer eindeutig dominieren [4]. MSE stellen damit nicht nur für die sozialen Sicherungssysteme einen erheblichen Kostenfaktor dar, auch die betriebs- und volkswirtschaftlichen Kosten für die Unternehmen sind von hoher Relevanz. In Befragungen beklagt etwa jeder dritte vorhandene Rückenbeschwerden, etwa 80 % der Bevölkerung haben im Laufe ihres Lebens irgendwann einmal Rückenschmerzen und die Diagnose „unspezifische Rückenschmerzen“ (ICD M 54) zählt mit einer durchschnittlichen Jahresprävalenz über alle Altersgruppen von fast 60 % zu den häufigsten Diagnosen überhaupt [5,6,7]. In einer Langzeitstudie des BKK-Bundesverbandes war nicht nur eine Zunahme von Rückenschmerzen um insgesamt 25 % in den letzten 10 Jahren festzustellen, sondern auch ein starker Anstieg chronischer sowie arbeitsplatzbezogener Beschwerden, z.B. in Zusammenhang mit Computernutzung [8]. Trotz einer Vielzahl nachgewiesener und sehr

unterschiedlicher Einflussfaktoren, von sozioökonomischen Bedingungen über Individualverhalten, Arbeitsplatzverhältnisse und -ergonomie bis hin zu psychologischen oder auch iatrogenen Ursachen, sehen laut einer Befragung von mehr als 30.000 Beschäftigten etwa 76% einen Zusammenhang ihrer Beschwerden mit ihrem Beruf [9,10].

## **1.2 MSE am Beispiel der Berufskrankheit Nr. 2108**

Bei den Verdachtsanzeigen auf eine Berufskrankheit (BK) stehen die bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (BK 2108) auch im Jahre 2008 an 3. Stelle nach Hauterkrankungen und Lärmschwerhörigkeit. Sie werden jedoch nach wie vor in weniger als 1 % der Verdachtsanzeigen als Berufskrankheit anerkannt [11]. Ein wesentliches Problem in der Begutachtungspraxis bei dieser Berufskrankheit sind die teilweise sehr voneinander differierenden diagnostischen Maßnahmen und Beurteilungsweisen der Gutachter unterschiedlicher medizinischer Fachrichtungen. Aufgrund dieser Uneinheitlichkeit bei Diagnose und Beurteilung wurde von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV versucht, in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe mit Vertretern aller an der Begutachtung dieser BK mitwirkenden medizinischen Fachrichtungen konsensfähige Fallkonstellationen belastungskonformer Schadensbilder zu bandscheibenbedingten Erkrankungen der LWS zu erarbeiten. Dies gelang trotz hoher Kompromissbereitschaft bei den Mitgliedern der Arbeitsgruppe jedoch nur in 15 von 21 Fallkonstellationen [12,13]. Auch die Ergebnisse der sehr umfangreichen Deutschen Wirbelsäulen Studie DWS tragen mit dem derzeitigen Kenntnisstand nicht dazu bei, eine Belastbarkeit der Wirbelsäule durch berufliche Anforderungen (z.B. bei Lastenhandhabung) zuverlässig einschätzen oder bewerten zu können. Auch kann anhand bildgebender Diagnostik keine Aussage getroffen werden, welche Belastungen zu welchen Schadensbildern führen [14,15,16]. Eine Konsensempfehlung für die unabdingbar notwendigen medizinischen Untersuchungen zur Beurteilung der Wirbelsäulenfunktion oder –belastbarkeit kann aus den Daten der DWS nicht

abgeleitet werden. Ergänzende Auswertungen werden daher für notwendig erachtet [17].

### **1.3 MSE und arbeitsmedizinische Vorsorge**

Es ist unbestritten, dass Erkrankungen des Muskel-Skelettsystems sowohl allgemeinmedizinisch wie auch im betrieblichen Alltag eine große Rolle spielen und die hohe volks- und betriebswirtschaftliche Bedeutung der sog. „Volkskrankheit Rückenbeschwerden“ spiegelt sich gerade auch im beruflichen Umfeld wieder [6,10]. Wie auch im Begutachtungsverfahren für die Berufskrankheiten der Wirbelsäule fehlen jedoch vereinheitlichte Untersuchungsstandards und/oder verbindliche Beurteilungskriterien. Für eine Reihe beruflicher Expositionen wie beispielsweise Lärm- oder Hautbelastungen existieren solche detaillierten gutachterlichen Richtlinien zumindest im Berufskrankheitenverfahren und haben damit unmittelbar auch Auswirkungen auf die arbeitsmedizinische Prävention [18,19]. Seitens der DGUV sind Richtlinien für derzeit insgesamt 46 Vorsorgeuntersuchungen bei unterschiedlichsten beruflichen Belastungen festgelegt, die sog. BG Grundsatzuntersuchungen [20]. Nur einige wenige davon sind zwingend durchzuführen, z.B. als Eignungsuntersuchungen aufgrund bestimmter Arbeitsanforderungen vor Aufnahme der Tätigkeit oder als Überwachungsuntersuchung während der Beschäftigung. Nur in diesen Fällen ist das Untersuchungsergebnis jedoch verbindlich pro oder contra vorgesehenen Arbeitseinsatz. Die meisten Grundsatzuntersuchungen haben weder für die anzuwendenden diagnostischen Verfahren noch für die Beurteilung eine Rechtsverbindlichkeit; ein Problem, was auch in der aktuellen Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge ArbMedVV nicht schlüssig gelöst wurde [21]. Insbesondere für die arbeitsmedizinische Vorsorge und Beurteilung muskulo-skelettaler Erkrankungen in der Arbeitswelt fehlen nach wie vor solche verbindlichen Empfehlungen z.B. im Sinne einer Pflichtuntersuchung bei körperlich belastenden Arbeiten. Es bleibt damit weitgehend im Ermessen des untersuchenden Arztes, wie er die körperliche

Belastbarkeit und die Funktionsfähigkeit des Bewegungsapparates diagnostiziert und welche Beurteilungskriterien von ihm bei Störungen oder Erkrankungen angewendet werden. Auch die Ausführungen im BG Grundsatz 46 „Belastungen des Muskel-Skelettsystems“ bleiben dazu unverbindlich und der untersuchende Arbeitsmediziner muss sich mehr oder weniger auf sein Erfahrungswissen verlassen [20,22,23].

In der ArbMedVV werden die Untersuchungen des Stütz- und Bewegungsapparates (und damit auch der G 46) entweder zu den vom Arbeitgeber zu organisierenden Angebotsuntersuchungen oder zu den vom Arbeitnehmer einzufordernden Wunschuntersuchungen eingeordnet [24]. Beide Untersuchungsarten haben für die Beurteilung der Ausführbarkeit, Erträglichkeit und Zumutbarkeit bestimmter Arbeitseinsätze aber nur einen empfehlenden und keinen verbindlichen Charakter. Als erforderlicher körperlich-klinischer Untersuchungsumfang werden hierbei nur „...insbesondere Inspektion und Palpation“ empfohlen. Funktionell orientierte, weitergehende körperliche oder auch bildgebende Untersuchungen werden nicht weiter diskutiert und liegen allein im Ermessensspielraum bzw. im Können des untersuchenden Arztes [24]. Der in der klinischen Praxis meist als „unspezifisch“ bezeichnete Charakter von Rückenschmerzen lässt sich durch die Tatsache erklären, dass in der Praxis eine ärztliche körperliche Untersuchung zur Differenzialdiagnostik der Beschwerden aus Zeitgründen meist nicht durchgeführt wird, obwohl bekannt ist, dass am häufigsten myofasziale Ursachen für die Beschwerden vorliegen und bis zu 90 % der Beschwerden allein mit Fehlfunktionen oder Verspannungen der Muskulatur erklärt werden können [25]. Die für den untersuchenden Arzt viel einfacher einzuleitende bildgebende Diagnostik zur Abklärung (z.B. Röntgen, CT oder Kernspintomographie) zeigt oft jedoch strukturelle Auffälligkeiten, die wiederum dem Patienten als Ursachenerklärung für die Beschwerden dienen. Obwohl schon seit vielen Jahren aus MRT-Untersuchungen bekannt ist, dass kein gesicherter Zusammenhang zwischen Bildbefund und Beschwerden existiert, kann ein solcher positiver Bildbefund zu einer falsch interpretierten, nicht selten auch arbeitsplatzassoziierten Kausalität

wie auch zu einer Verfestigung der Beschwerden führen [26,24]. In der primären arbeitsmedizinischen Vorsorge spielen diese bildgebenden Verfahren jedoch - im Gegensatz zu Einsatzbeurteilungen nach Erkrankungen oder nach Rehabilitationsverfahren – mangels Verfügbarkeit keine wesentliche Rolle.

#### **1.4 Fragestellung und Ziel der Arbeit**

Die vorliegende Zusammenstellung eigener Veröffentlichungen zur Beurteilung des Bewegungsapparates in betrieblichen Settings zeigt verschiedene Möglichkeiten auf, wie Patienten mit MSE und auch beschwerdefreie Mitarbeiter in einer arbeits- oder allgemeinmedizinischen Praxis ohne Zuhilfenahme bildgebender Verfahren klinisch sowohl unter diagnostischen wie auch unter präventiven Gesichtspunkten zielführend untersucht werden können. Die Fragestellungen der durchgeführten Untersuchungen beruhen dabei auf Erkenntnissen aus langjähriger arbeitsmedizinischer Praxis und Erfahrungen aus eigener Weiterbildung in manueller Medizin und Chirotherapie. Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf im arbeitsmedizinischen Alltag einfach anwendbare funktionelle Prüfungen des Bewegungsapparates gelegt. Obwohl es eine Vielzahl von Literatur zu Untersuchungstechniken des Bewegungsapparates auch unter funktionellen Kriterien gibt, finden sich dort nur sehr vereinzelt Hinweise, welche Funktionsteste in der Praxis leicht erlernbar und gut einsetzbar sind [27,28,29,30]. Da sich ein unter mehr orthopädisch-theoretischen Überlegungen entwickeltes Konzept nicht problemlos in den Arbeitsalltag übertragen lässt [31,32,33], wurde die Weiterentwicklung und Evaluation einer eigenständigen und an den konkreten Praxisbelangen ausgerichteten funktionsorientierten Untersuchungssystematik weitergeführt.

In der vorliegenden kumulativen Zusammenstellung eigener Arbeiten werden die wesentlichsten Erkenntnisse aus den verschiedenen betrieblichen Untersuchungen übergreifend dargestellt und diskutiert. Die Erkenntnisse sind mittlerweile zu einer leicht anwendbaren, funktionell orientierten körperlichen

Untersuchungssystematik weiterentwickelt worden, die seit mehr als 15 Jahren in der arbeitsmedizinischen Fortbildung und seit etwa 5 Jahren auch in der studentischen Lehre Anwendung findet [34,35].

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

1. Wie können funktionelle Störungen am Bewegungsapparat mit Relevanz für den Arbeitseinsatz mit ausreichend hoher Präzision und Objektivität klinisch diagnostiziert werden ?
2. Welchen Beitrag liefern funktionelle Untersuchungstechniken für die Beurteilung arbeitsbezogener Beschwerden am Bewegungsapparat bzw. bei Berufskrankheitenfragestellungen?
3. Welchen Stellenwert haben funktionelle Untersuchungstechniken für Fragen der arbeitsplatzbezogenen Rehabilitation und der Wiedereingliederung am Arbeitsplatz ?

## **2 Eigene Arbeiten**

### **2.1 Risikofaktorprofile bei Einstellungsuntersuchungen**

Obwohl mittlerweile eine Vielzahl von Informationen zur arbeitsmedizinischen Relevanz von MSE aus Auswertungen von Vorsorgeuntersuchungen, Gesundheitsberichten oder aus betriebsepidemiologischen Daten verfügbar sind, ist der Kenntnisstand über das Auftreten individueller Risikofaktoren und den Anteil chronischer Erkrankungen bzw. MSE bei Neueinstellungen noch unzureichend [36,37,38]. Es fehlen nicht nur belastbare Daten für die möglicherweise zu erwartenden individuellen gesundheitlichen Risiken bei Einstellung, sondern auch für die Ableitung ergonomischer Gestaltungen und Notwendigkeiten aufgrund der demographisch zu erwartenden gesundheitlichen Veränderungen einer älter werdenden Belegschaft. Auch die Zuordnung möglicher arbeitsbezogener Belastungsfaktoren zu den im Laufe eines Berufslebens entstehenden Gesundheitsstörungen ist ohne solche Kenntnisse nicht möglich.

Nach Ende einer sehr umfangreichen Einstellungsaktion für Mitarbeiter in den Montagebereich eines Nutzfahrzeugherstellers wurden retrospektiv die Ergebnisse der vor Aufnahme des Arbeitsverhältnisses durchgeführten arbeitsmedizinischen Eignungsuntersuchungen zusammengestellt und ausgewertet. Daten von 2086 BewerberInnen konnten ausgewertet und mit Daten bereits langjährig in der Automobilindustrie Beschäftigter verglichen werden. Zusätzlich wurden die Erfahrungen aus innerbetrieblichen Begutachtungen zur Festlegung der Einsatzmöglichkeiten zum Vergleich herangezogen.

Insgesamt 1868 Männer und 218 Frauen wurden im Rahmen der Einstellungsuntersuchung umfangreich anamnestisch befragt und klinisch untersucht. Die Stichprobe stellte eine Auswahl der Bewerber dar, die sowohl hinsichtlich ihrer Qualifikation, eines Interviews und eines individuellen

Eignungstestes durch die Personalabteilung für den Einsatz in einer Nutzfahrzeugfertigung in Frage kamen, sofern auch eine gesundheitliche Eignung vorlag. Bei der ärztlichen Anamnese wurden insbesondere auf allgemein bekannte und langfristig relevante gesundheitliche Risikofaktoren wie Inhalationsrauchen (> 5/Tag), Übergewicht (BMI > 25), Hypertonus (Ruheblutdruck, Einmalmessung > 140/95 mm Hg), Vorerkrankungen bzw. Dauermedikation Wert gelegt. Ein weiterer Schwerpunkt war die gezielte Suche nach Erkrankungen oder funktionellen Störungen des Bewegungsapparates, im Einzelfall auch unter Hinzuziehung bereits vorhandener ärztlicher oder anderer diagnostischer (Vor-)Befunde.

Das Durchschnittsalter der Bewerber lag mit 29 +/- 6,5 Jahren etwa 10 Jahre unter dem Durchschnittsalter der aktuellen Belegschaft mit 39,1 Jahren. 85,9 % der männlichen und 79,3 % der weiblichen Bewerber stufen sich selbst als „Gesund“ ein, auch im Hinblick auf evtl. vorhandene Vorerkrankungen. Anamnestisch wurden überwiegend Allergien (14,4%, v.a. Heuschnupfen), Hautprobleme (9,7 %) und Beschwerden im Bereich der oberen Extremitäten (6,3 %) angegeben. Erst an 4. Stelle folgten Wirbelsäulenbeschwerden (4,3 %). Die weiteren anamnestischen Angaben zu Herz-Kreislauf-Problemen, Atemwegserkrankungen, neurologisch-psychiatrischen Störungen oder Stoffwechselerkrankungen lagen jeweils deutlich unter 3 %.

Bei den individuellen Risikofaktoren lag das Inhalationsrauchen mit 53,2 % bei Männern und 50,9 % bei Frauen an der Spitze. Da nur Angaben mit mehr als 5 Zigaretten pro Tag ausgewertet wurden, dürfte der tatsächliche Anteil inkl. der Gelegenheitsraucher eher noch höher gelegen haben. Männer (29,6 %) mehr als Frauen (22,0 %) lagen mit einem BMI > 25 bereits im übergewichtigen Bereich. Die Ergebnisse für Blutdruckveränderungen hingegen waren eher unerwartet. Insgesamt 414 Männer (22,2 %) und 12 Frauen (5,5 %) waren mit einem erhöhten Blutdruckwert auffällig. Mehr als 83 % dieser Männer und 58 % dieser Frauen fühlen sich trotzdem „klinisch gesund“ und lediglich 19 Männer bzw. 1 Frau befanden sich bereits in antihypertensiver Behandlung. Obwohl

eine einmalige Blutdruckmessung keine eindeutige Aussage oder eine sichere Diagnose Hypertonie zulässt, kann sie doch Hinweise auf ein Blutdruckregulationsproblem geben und ist damit v.a. präventivmedizinisch ernst zu nehmen. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der besonderen Situation einer Einstellungsuntersuchung.

Frauen waren häufiger ohne Risikofaktoren als Männer oder hatten in der überwiegenden Zahl nur einen Risikofaktor, wobei Inhalationsrauchen überwog. Männer hingegen hatten als alleinigen Risikofaktor vorwiegend einen erhöhten Blutdruckwert. Bei der Analyse mehrerer Risikofaktoren fand sich bei Frauen an erster Stelle mit 11,9 % die Kombination von Rauchen und Übergewicht im Gegensatz zu Männern, die erhöhte Blutdruckwerte in Kombination mit Übergewicht (25,6 %) oder mit Rauchen (24,4 %) hatten. 5 % der Männer und 1 % der Frauen hatten alle drei Risikofaktoren.

Die Ergebnisse der labortechnischen Einstellungsuntersuchungen zeigten in der Mehrzahl arbeitsmedizinisch relevante Störungen des Seh- oder Hörvermögens mit entsprechenden Tätigkeitseinschränkungen. An zweiter Stelle folgten bereits aufgrund der ärztlichen Untersuchungsergebnisse erhobene Einschränkungen für Schichtarbeiten und für Lastenhandhabung, gefolgt von Einschränkungen für Taktbindung und bestimmte körperlich belastende Arbeitshaltungen wie z.B. Überkopfarbeiten. Die Einschränkungen für bestimmte Körperhaltungen beruhten dabei fast ausschließlich auf festgestellten funktionellen Störungen am Bewegungsapparat. Anamnestisch sehr häufige Angaben zu Allergien und Hautbelastung spielten für die arbeitsmedizinischen Einsatzbeurteilungen in diesem Kollektiv nur eine nachgeordnete Rolle, da in der Fahrzeugmontage weder regelmäßiger Umgang mit allergisierenden Substanzen notwendig ist noch Feuchtarbeit oder andere hautbelastenden Tätigkeiten vorkommen.

Im Vergleich mit den Beurteilungen der Einsatzmöglichkeiten bei langjährigen Beschäftigten in der Automobilindustrie waren dort an erster Stelle Störungen

am Stütz- und Bewegungsapparat mit Einschränkungen der Lastenhandhabung oder für bestimmte Arbeitshaltungen wie Bücken oder Überkopfarbeiten auffällig.

### **2.1.1 Eigene Referenz**

Spallek M, Bernardi M, Wrbitzky R, Stork J: Risikofaktorprofile bei Einstellungsuntersuchungen. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 44:306-310 (2004)

Die Auswertung der Einstellungsuntersuchungsdaten zeigte einen erheblichen Einfluss individueller, jedoch präventiv gut beeinflussbarer Risikofaktoren aufgrund der jeweiligen Lebensgewohnheiten. Ein deutlicher Einfluss funktioneller Störungen des Bewegungsapparates war erkennbar und konnte anhand der anamnestischen Angaben und den Ergebnissen der funktionellen Untersuchungen auch belegt werden. Da aufgrund der speziellen Bewerbungssituation aus ärztlicher Sicht zusätzlich davon auszugehen ist, dass entsprechende anamnestische Angaben eher zurückhaltend gemacht werden, um eine mögliche Einstellung nicht zu gefährden, ist auch bei geringfügigen Auffälligkeiten am Bewegungsapparat immer eine zielgerichtete Abklärung vorliegender Befunde erforderlich, z.B. durch Einsichtnahme in bereits vorhandene Diagnostikunterlagen wie auch durch eigene klinische Untersuchungen [25,39]. Bei Eignungsuntersuchungen für bestimmte Arbeiten wie auch bei Einstellungsuntersuchungen von Auszubildenden stehen dabei anamnestische und funktionelle Risikofaktoren im Mittelpunkt, nicht zuletzt da auch im jugendlichen Alter schon häufig lumbale Rückenschmerzen vorliegen. Insgesamt spielen unter den somatischen Ursachen weniger die degenerativen Bandscheibenschäden, wie Bandscheibenprotrusion oder -prolaps eine entscheidende Rolle als vielmehr Defizite in der Kraft und Kraftausdauer sowie muskuläre Dysbalancen der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur [40,41,42].

## 2.2 Risikofaktoren für Rückenbeschwerden bei Auszubildenden

Die Bedeutung von Störungen der Wirbelsäulenbeweglichkeit und der Koordinationsfähigkeit im Hinblick auf ein kurzfristiges Auftreten von Rückenbeschwerden wurde u.a. von Orelli in einer Auswertung der Musterungsdaten von Rekruten der Schweizer Armee umfassend beschrieben [43,44]. Dabei wurden strukturelle Schädigungen am Bewegungsapparat als Ursachen für Einsatzprobleme der Soldaten bis hin zur Ausmusterung zugunsten funktioneller Störungen sehr kritisch diskutiert. Angeregt durch diese Ergebnisse wurden von uns retrospektiv Daten funktioneller Untersuchungen des Bewegungsapparates bei Auszubildenden nach Einstellung am Anfang ihrer betrieblichen Laufbahn mit Untersuchungsbefunden der gleichen Personen nach längerer Einsatzdauer im Betrieb verglichen.

Ausgangspunkt waren Daten im Rahmen einer prospektiven Longitudinalstudie unter Einbezug anamnestischer und klinisch-funktioneller, nicht bildgebender Parameter von 120 männlichen Auszubildenden des ersten Lehrjahres in einem Großbetrieb der metallverarbeitenden Industrie (Durchschnittsalter  $17.8 \pm 1.6$  Jahre). Zusätzlich zu einer ausführlichen Anamnese erfolgte eine umfangreiche Funktionsdiagnostik zur Wirbelsäulenstatik, Kraft- bzw. Kraftausdauer, Beweglichkeit und koordinativer Fähigkeiten durch klinische, nicht bildgebende Verfahren. Im ersten Schritt wurde dabei über einen Beobachtungszeitraum von vier Monaten nach Erstuntersuchung die Inzidenz von LWS-Beschwerden mittels eines Fragebogens eruiert. Bei den statistischen Berechnungen kamen  $\chi^2$ -Tests nach Pearson und logistische Regressionsanalysen zum Einsatz. Der gesamte Umfang dieser Untersuchung inkl. der Vielzahl der angewendeten sportmotorischen Leistungsteste ist in der Dissertationsarbeit von Farwer ausführlich dargelegt worden [45].

Durch gezielte Auswertung der erhobenen Befunde wurde überprüft, welche der anamnestischen Angaben und welche funktionellen Parameter eine prognostische Qualität zeigen und sich damit für ein Screeningverfahren zur

Untersuchung des Bewegungsapparates eignen. Dabei lag ein besonderer Schwerpunkt auf der einfachen Anwendbarkeit der Funktionsteste mit einem für die Untersuchung vertretbaren Zeitaufwand. Bei fast der Hälfte der Studienteilnehmer (n=57, 47,5 %) konnten trotz einer relativ kurzen Beobachtungszeit von nur 4 Monaten bei der Nachuntersuchung lumbale Rückenbeschwerden im Sinne eines „low back pain“ (LBP) dokumentiert werden, obwohl nur etwa 1/3 der Studienteilnehmer (37,5%) schon vorherige Rückenschmerzen in der Eingangsanamnese angegeben hatten.

Nur wenige anamnestische Angaben korrelierten statistisch signifikant mit den angegebenen Beschwerden: erhöhte LBP-Beschwerderisiken ( $p < 0,05$ ) standen in Zusammenhang entweder mit den Angaben zu Rauchgewohnheiten ( $> 10$  Zigaretten/d) oder mit fehlender sportlicher Aktivität.

In den klinisch-funktionellen Untersuchungen war die Dauer des Einbeinstands mit  $< 3$  sec als Parameter für die koordinative Leistungsfähigkeit, eine eingeschränkte Beweglichkeit im Finger-Boden-Abstand ventral ( $> 10$  cm) sowie eine schwach ausgeprägte Rumpf-, Rumpfstreck- und Bauchmuskulatur in den verschiedenen Kraftausdauer tests signifikant mit dem Auftreten von lumbalen Rückenschmerzen assoziiert [46]. Mittels logistischer Regressionsanalyse wurde zusätzlich zu den anamnestisch wichtigen Daten des Rauchens und der sportlichen Aktivitäten das minimale Set notwendiger funktioneller Untersuchungen zur Abschätzung eines erhöhten LBP Risikos ermittelt.

Dabei waren folgende Funktionsuntersuchungen am aussagefähigsten:

- Einbeinstand
- Finger-Boden-Abstand
- Zahl der Wiederholungen im Globaltest und
- Zahl der Wiederholungen im Ausdauer test der Rückenstreckmuskulatur.

Die Ergebnisse dieser Teilauswertung waren in Verbindung mit Angaben in der Literatur grundlegend für die Weiterentwicklung einer bereits in den

Grundzügen konzipierten körperlichen Untersuchungssystematik, die von der Verlässlichkeit und dem notwendigen Untersuchungsumfang her den zeitlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen für einen täglichen Einsatz in der Praxis entsprechen sollte [47].

Die Untersuchung zeigte überzeugend, dass ein individuelles Risiko für ein kurzfristiges Auftreten von lumbalen Rückenbeschwerden anhand von Defiziten im Bereich der koordinativen Leistungsfähigkeit, der Beweglichkeit sowie der dynamischen und statischen Muskelkraft - in Verbindung mit anamnestischen Angaben zum Gesundheits- und Freizeitverhalten - abgeschätzt bzw. prognostiziert werden kann. Die im Set der aussagefähigen Untersuchungen enthaltenen Funktionsprüfungen im Globaltest und für die Rückenstreckmuskulatur erfordern zwar keine besonderen medizinisch-technischen Geräte, sind aber dennoch zeitlich aufwändig und müssen wegen der Ergebnisqualität in Abhängigkeit der individuellen Motivation vom Arzt oder Assistenzpersonal überwacht werden [46]. Insofern wurden diese Funktionsprüfungen bei der systematischen Zusammenstellung nicht weiter berücksichtigt, da diese Voraussetzungen im betrieblichen Alltag nicht immer sicherzustellen sind.

### **2.2.1 Eigene Referenz**

Hassler U, Spallek M, Farwer S: Risikofaktoren für Rückenbeschwerden bei ehemaligen Auszubildenden in der Metallindustrie. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 45: 312-315 (2005)

Die Ergebnisse der Studie ergänzten Daten aus früheren Untersuchungen zur Frage, wie die körperliche Leistungsfähigkeit als auch die Funktionen des Bewegungsapparates möglichst objektiv beurteilt werden können. Die vorausgegangenen Untersuchungen beinhalteten noch entweder die Zuhilfenahme diagnostischer Geräte oder erweiterte (labor)-technische Untersuchungsmethoden. Eine der damaligen Fragestellungen bezog sich auf

eine möglichst objektive Bestimmung des individuellen Trainingszustandes und der kardiopulmonale Leistungsfähigkeit, die arbeitsmedizinisch vor allem für die Eignungsbeurteilung bei körperlich anstrengenden Tätigkeiten relevant sind.

### **2.3 Blutlaktatbestimmungen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen**

In der sportmedizinischen Leistungsdiagnostik und bei der kardiologischen Rehabilitation ist die Laktatbestimmung in Blut oder Plasma als individueller Beanspruchungsparameter bei definierten Belastungen eine Standardmethode, nicht zuletzt weil sie anderen individualisierten Testverfahren wie z.B. der Bestimmung der Conconi-Schwelle überlegen ist. Die Laktatbildung ist der wesentlichste Indikator für die Inanspruchnahme der anaeroben Glucoseoxidation, die den überwiegenden Teil der Energiebereitstellung übernimmt, wenn die aeroben Stoffwechselwege (Pyruvatdecarboxylierung) aufgrund der Belastungsstärke nicht mehr ausreichen. Eine solche Änderung der Stoffwechselwege kann mit einer stufenweise ansteigenden Belastung bei einer Ergometrie gut provoziert werden. Dabei ist von Vorteil, dass die Laktatbildung, im Gegensatz zu anderen ergometrischen Parametern, unbeeinflusst von medikamentösen Einflüssen oder möglichen krankheitsbedingten Änderungen der Herzfrequenz bleibt.

In der arbeitsmedizinischen Diagnostik wird die Laktatbestimmung als Indikator für berufsspezifische Belastungen nur selten eingesetzt, möglicherweise weil es sich um eine invasive Diagnostik handelt, die einen labortechnischen Aufwand erfordert. Ziel unserer Untersuchung war es, die Anwendbarkeit und den Nutzen einer Laktatdiagnostik im Rahmen arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen bei Feuerwehrleuten zu erproben, um eine bessere Objektivität der medizinischen Daten in die Beurteilung der individuellen Leistungsfähigkeit einfließen zu lassen.

Im Rahmen der Vorsorgeuntersuchung für Atemschutzgeräteträger nach BG-Grundsatz 26 wurde bei 22 freiwilligen Probanden im Rahmen der obligatorischen Fahrradergometrie eine zusätzliche Bestimmung der Laktatwerte durchgeführt. Die Ergometrie erfolgte stufenweise ansteigend bei 75 Watt beginnend mit je 2-minütiger Belastung bei Steigerungsschritten von 50 W bis zur subjektiven Erschöpfung oder bis zum Erreichen der maximalen Herzfrequenz ( $220 - \text{Alter}$ ) bzw. dem Auftreten objektiver Abbruchkriterien als Ausbelastungstest. Jeweils zum Ende der 2. Belastungsminute nach Ende der Belastung sowie in der 1., 2., 4., 6. und 8. Minute der Erholungsphase wurden EKG, Blutdruck und Pulsfrequenz aufgezeichnet. Die Blutabnahme zur Laktatbestimmung erfolgte ebenfalls am Ende jeder Belastungsstufe sowie in der 2., 4. und 8. Minute der Erholungsphase aus dem Kapillarblut eines hyperämisierten Ohrläppchens. Die Laktatkonzentrationen wurden mittels Reflexionsphotometer Accusport der Fa. Hestia Mannheim bestimmt, welches eine gute Korrelation zur vollenzymatischen Laktatbestimmung durch Photometrie aufwies. Ermittelt wurden außerdem die maximal erreichte Belastungsstufe in Watt sowie die individuell erzielte maximale Leistung in Watt pro kg Körpergewicht.

Im normalverteilten Kollektiv lag der Mittelwert der maximal erreichten Leistung mit 244 Watt im Erwartungsbereich, ebenso wie der Mittelwert von 3,1 Watt/kg KG als auf das Körpergewicht bezogene maximale Leistungsfähigkeit. Der Vergleich der Herzfrequenzanstiege mit dem Verlauf der Blutlaktatkurve unter zunehmender Belastung sowie in der Erholungsphase zeigte ebenfalls eine gute Übereinstimmung für das Gesamtkollektiv. Auch die alterskorrigierten Mittelwerte der Laktatkonzentrationen (< 30 Jahre, 30 - 40 Jahre und > 40 Jahre) unterschieden sich nicht signifikant.

Auffällig waren zwei Fakten. Einerseits erfolgte nach Ende der Ergometrie ein weiterer Anstieg der Blutlaktatkonzentration in der Erholungsphase. Dieser Anstieg beruhte auf der zeitlich verzögerten Laktatfreisetzung aus der Muskulatur ins Blut und einer dadurch ebenfalls verzögerten Nachweismög-

lichkeit im Kapillarblut. Ebenso auffällig war eine relativ hohe Standardabweichung für die Laktatwerte bei 275 Watt. Bei genauerer Betrachtung der Daten lagen dieser Auffälligkeit deutlich voneinander differierende Einzelwerte zu Grunde. Die Einzelwerte resultierten jedoch weniger aus einem altersbedingten Einfluss als vielmehr aus sehr unterschiedlichen individuellen Freizeitsportaktivitäten und Trainingskonditionen der Probanden.

Bei der Auswertung der Kurvenverläufe waren deutliche Unterschiede in der Aussagefähigkeit der Ergometriedaten in Relation zu den Laktatwerten festzustellen. Konnte beispielsweise die Ergometrieleistung bei einer Herzfrequenz von 150/min noch im aeroben Bereich erbracht werden und der Laktatanstieg über die anaerobe Schwelle (4 mmol/l) hinaus erfolgte erst später bei höheren Belastungsstufen, so führte die Beurteilung der Leistungsfähigkeit anhand der mit der  $PWC_{150}$  (2,1 und 2,3 W/kg KG) ermittelten Leistungsdaten zu einer erheblichen Unterschätzung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit. War der  $PWC_{150}$ -Wert jedoch nahezu deckungsgleich mit der individuellen aerob-anaeroben Schwelle, ergab sich eine gute Übereinstimmung beider Belastungsgrößen mit einer hinreichenden Genauigkeit auch für die Gesamtleistungsbeurteilung. Wurde bei der  $PWC_{150}$ -Leistung schon im anaeroben Bereich gearbeitet, führte die alleinige Betrachtung des  $PWC_{150}$ -Wertes zu einer nennenswerten Überschätzung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit. Erst unter Berücksichtigung der Laktatwerte ergab sich dann ein realistischeres Bild des tatsächlichen Trainingszustandes.

### **2.3.1 Eigene Referenz**

Spallek M, Stork J, Schwantes P: Zur Frage der Wertigkeit von Blutlaktatbestimmungen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen. Zbl Arbeitsmed 45:268-273 (1995)

Die Studie verdeutlichte, dass der tatsächliche Trainingszustand und die Belastungsfähigkeit über- oder unterschätzt werden können, sofern nur eine herzfrequenzbezogene Leistungsbeurteilung angewendet wird. Die Ausbelastung von Atemschutzgeräteträgern erscheint damit bei den körperlichen und psychischen Anforderungen im Rahmen der Lösch-, Rettungs- oder Bergungsaktivitäten von Feuerwehren oder Rettungspersonal im Sinne einer effizienten arbeitsmedizinischen Vorsorge grundsätzlich sinnvoller als die arbeitsmedizinische Beurteilung lediglich auf die Ableitung bestimmter Leistungsparameter bei submaximalen Belastungen zu stützen.

Die Bestimmung der Belastbarkeit oder der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit mit Hilfe einer Ergometrie hängt mit bestimmten beruflichen Anforderungen, wie z.B. Atemschutzgerätetragen, zusammen und ist zeitlich für den Mitarbeiter wie auch für den Untersucher aufwändig. Sie ist normalerweise für den überwiegenden Teil der betreuten Mitarbeiter in einem Unternehmen nicht notwendig und eignet sich daher nur für einen sehr ausgewählten Personenkreis. Auch für die in Kap. 1 dargestellte hohe arbeitsmedizinische Relevanz der Probleme am Bewegungsapparat ist eine Ergometrie nicht anwendbar. Auf der Suche nach möglichst objektivierbaren Kriterien zur Beurteilung des Bewegungsapparates wurde daher u.a. untersucht, ob eine gerätegestützte Kraftdiagnostik, wie sie in verschiedenen sportmedizinisch orientierten Trainingsprogrammen eingesetzt wird, für arbeitsmedizinische und präventive Fragestellungen vorteilhafter sein kann als eine ergometrische Bestimmung des Trainingszustandes.

## **2.4 Objektivierbarkeit von Leistungstests**

Bei 72 freiwilligen Auszubildenden, die im Rahmen der bereits diskutierten Untersuchung von Farwer et al [46] erfasst waren, wurden ergänzende Messungen der Maximalkraft sowie der Kraftausdauersituation sowohl für die Extensorengruppe als auch für die Flexorengruppe des Rumpfes durchgeführt. Genutzt wurde das Mehrfunktionstrainingsgerät M<sup>3</sup> diagnos+ der Fa. Schnell,

Peutenhausen, in Verbindung mit der dazugehörigen Diagnostiksoftware MS DOS Diagnos. Die Gerätekonfiguration ermöglicht reproduzierbare isometrische Maximalkraftmessungen bis zu 100 sec Dauer für unterschiedliche Muskelgruppen. Zusätzlich können auf der Basis der Maximalkraftmessungen individuelle dynamische Leistungstestungen zur Bestimmung der Kraftausdauer unter Festlegung verschiedener Testintensitäten sowie eines definierten Mindestbewegungsbereiches durchgeführt werden. Der Vorteil beim M<sup>3</sup> besteht vor allem darin, dass aufgrund eines Synchronisationsgetriebes die Kraftbelastung durch das Gerät in jeder Winkelstellung des Trainingsarms der Kraft der Testperson entspricht. Damit können auch individuelle bewegungswinkelabhängige Kraftänderungen berücksichtigt werden.

Durchgeführt wurden je 3 Testungen der isometrischen Maximalkraft über jeweils 5 sec Dauer für die Flexoren- und Extensorengruppe des Rumpfes sowie erschöpfende Kraftausdauermessungen für beide Muskelgruppen, jeweils mit 40 % der gemessenen isometrischen Maximalkraft. In die Auswertung ging bei den isometrischen Maximalkraftmessungen jeweils das Integral der besten Kraftkurve über 5 sec Haltezeit aus den 3 Messungen ein, da der Integralwert eine bessere Beurteilung der möglichen Maximalkraft erlaubt als ein einmaliger kurzfristiger Spitzenwert. Die Messdaten wurden intraindividuell mit den Ergebnissen aus den klinisch-funktionellen Testungen der vorherigen Untersuchungen verglichen. Dabei waren die Beziehungen zwischen der isometrischen Maximalkraft wie auch der dynamischen Kraftausdauer der Bauch- und Rückenmuskulatur zu den klinischen Funktionstesten (Globaltest, Rückenstreckertest) von besonderem Interesse. Erstaunlicherweise zeigte von den insgesamt 11 Korrelationsprüfungen lediglich die mit Hilfe der M<sup>3</sup>-Diagnostik ermittelte isometrische Maximalkraft der Rumpfmuskulatur im Vergleich zur funktionellen Prüfung der speziellen Kraftausdauer der Rückenmuskulatur einen diskreten Zusammenhang. Weder bei der Rücken- noch bei der Bauchmuskulatur war eine Korrelation zwischen den isometrischen oder den dynamischen M<sup>3</sup>-Ergebnissen und der allgemeinen Kraftausdauerleistung im jeweiligen Funktionstest ersichtlich. Auch die

dynamischen M<sup>3</sup>-Daten für die Bauch- und Rückenmuskulatur zeigten im Vergleich mit den jeweiligen speziellen Kraftausdauerergebnissen (Frequenz im Test der Rückenstrecker) keine Assoziation. Da keiner der Geräteteste zuverlässig mit den Resultaten der Koordinationsprüfungen korrelierte, war eine Objektivierbarkeit der klinisch-funktionellen Parameter durch Gerätedaten nicht möglich. Die Gerätediagnostik war auch nicht in der Lage, mögliche Koordinations- oder Propriozeptionsstörungen zu erfassen. Nicht gerätegebundene klinisch-funktionelle Leistungsteste haben damit nicht nur eine höhere Treffsicherheit für ein individuelles Risiko, kurzfristig Rückenschmerzen zu bekommen, sondern bieten auch in der Praxis eine deutlich einfachere Anwendbarkeit. Die Nutzung einer gerätegestützten Diagnostik bietet hingegen bei rehabilitativen Fragestellungen durchaus Vorteile, nicht zuletzt für eine Bestimmung von Belastungsgrenzen.

#### **2.4.1 Eigene Referenz**

Spallek M, Kuhn W, Farwer S, van Mark A, Quarcoo D.: Funktions- oder Gerätediagnostik bei Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat: eine vergleichende Studie unter präventiven und rehabilitativen Gesichtspunkten Zbl Arbeitsmed 60:148-153 (2010)

An den Ergebnissen der gerätegestützten (Laktat-)Untersuchungen zur kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit wie auch zur Körperkraftmessung wurde deutlich, dass sich solche gerätegestützten Diagnostikverfahren weder eignen, eine prognostische Einschätzung für Beschwerden des Bewegungsapparates zu ermöglichen noch im alltäglichen Ablauf zeitlich wie auch personell und räumlich gut einzubinden sind.

In früheren Arbeiten zur Praktikabilität und Einsatzmöglichkeiten klinisch-funktioneller Untersuchungen waren nicht nur unter diagnostischen, sondern auch unter therapeutischen Gesichtspunkten Vorteile erkennbar, beispielhaft

dargestellt an der Erprobung funktioneller Handgelenksbandagen bei Mitarbeitern mit Beschwerden im Hand- und Unterarmbereich.

## **2.5 Handgelenksbandage bei Akutbeschwerden**

Anhand der Ergebnisse einer randomisierten und kontrollierten Parallelgruppenstudie bei Handgelenks- und Unterarmbeschwerden, in der die Effekte einer maschinell formgestrickten Zweizugbandage gegen Salbentherapie überprüft wurde, konnte gezeigt werden, dass funktionelle und muskelaktivierende therapeutische Maßnahmen auch im betrieblichen Umfeld Vorteile für betroffene Mitarbeiter bieten.

Im Rahmen einer freiwilligen Angebotsuntersuchung wurde bei allen Mitarbeitern mit Handgelenksbeschwerden (n=84, ohne Unfälle, Frakturverdacht oder Voroperationen im Handgelenksbereich < 6 Monate), die im einen mehrmonatigen Studienzeitraum eine betriebliche Sanitätsstelle aufsuchten, der Unterarm- und Handgelenksbereich klinisch-funktionell von einem erfahrenen Chirotherapeuten untersucht. Die Patienten wurden anschließend gebeten, auf der Borg-Skala eine Einordnung der akuten Handgelenksbeschwerden vorzunehmen [49]. Nach Aufklärung und Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie wurden die Patienten randomisiert aufgrund der Personalnummer entweder der Standardtherapiegruppe (Salbenapplikation und Verband) oder der Interventionsgruppe (funktionelle Bandage Manutrain®, Fa. Bauerfeind) zugewiesen. Nachuntersuchungen erfolgten nach 8 und 14 Tagen mit Erfassung der aktuellen Beschwerdeanamnese, der subjektiven Beurteilung evtl. Beschwerdeänderungen anhand einer Selbsteinstufung auf der BORG Skala, der funktionellen Untersuchung der Flexoren und Extensoren im Unterarm-/Handgelenksbereich mit den entsprechenden Messwerte entsprechend der Neutral-Null-Methode [50] sowie als Differenzierungs- und isometrische Widerstandstestungen. Der überwiegende Anteil der Patienten waren Band- oder Maschinenarbeiter aus der Produktion, wobei sich die

Gruppen weder in den biometrischen Daten noch zu Beginn der Studie in der Beschwerdeintensität statistisch signifikant voneinander unterschieden haben. Die häufigsten Diagnosen waren Tendovaginitiden, teilweise mit Krepitationen, und Myo-Tendopathien der Unterarm- und Fingermuskulatur. Es zeigte sich bereits bei der ersten Nachuntersuchung nach 1 Woche ein deutlicher Vorteil der funktionellen Therapie mittels Bandage gegenüber der konventionellen Salbenverbandstherapie und am zweiten Nachuntersuchungstermin nach 2 Wochen waren bereits 18 Patienten der Interventionsgruppe gegenüber nur 2 Patienten der Standardtherapiegruppe beschwerdefrei. Die entsprechenden Beschwerdeangaben auf der BORG Skala waren signifikant unterschiedlich zwischen den Studiengruppen: 61,4 % in der Interventionsgruppe schilderten die Beschwerden als „deutlich gebessert“, während 59,3 % der Standardtherapiegruppe ihre Beschwerden lediglich als „unverändert“ angaben. Auch bei der Notwendigkeit, zeitlich vorübergehend einen andern Arbeitsplatz zu benötigen, zeigten sich deutliche Unterschiede: jeder dritte Patient der Standardtherapiegruppe benötigte einen Ausweicharbeitsplatz, aber nur jeder achte Patient der Interventionsgruppe. Insgesamt zeigte die Studie nicht nur deutliche therapeutische Vorteile der funktionellen Therapie mittels Bandage gegenüber Salbenverbänden, sondern auch eine geringere Notwendigkeit zeitlich befristeter betrieblicher Umsetzungen.

### **2.5.1 Eigene Referenz**

Spallek M, Krause W: Erprobung einer Handgelenksbandage bei Akutbeschwerden. Arbeitsmed Sozialmed Präventivmed 27:292-295 (1992)

Die Untersuchungsergebnisse der funktionellen Muskeluntersuchungen, die relativ eng in Analogie zu den Testungen bei Frisch durchgeführt wurden [51], waren bei den Eingangs- und Nachuntersuchungsterminen sehr different, da in einigen Fällen mehrere Muskeln schmerzauslösend waren und auch der komplette Untersuchungsablauf für den Unterarm-/Handgelenksbereich noch nicht systematisch vollständig vereinheitlicht war. Messungen nach Neutral-

Null-Methode allein jedoch eigneten sich nicht zur Erfassung der Therapieveränderungen. Da sich der Unterarm-/Handgelenksbereich wie auch die Schulterregion in betrieblichen Settings relativ einfach ärztlich untersuchen lassen, wurde eine weitere Systematisierung der Untersuchungsabläufe vorgenommen und weitere Untersuchungen bzw. Datenauswertungen geplant.

## **2.6 MSD und Bildschirmarbeiten**

Arbeitsbezogene Beschwerden am Bewegungsapparat können nicht nur in Zusammenhang mit körperlich belastenden Tätigkeiten stehen, sondern u.a. auch mit Arbeiten, die durch hohe Wiederholffrequenzen kleinerer Muskelpartien oder haltungskonstante Arbeiten gekennzeichnet sind. Dabei soll langjährige Bildschirmarbeit wie auch Arbeiten in Montagebereichen mit einer repetitiven Belastungen der Unterarm- und Handgelenksbereiche eine wesentliche Rolle auch für das Entstehen sog. RSI-Syndrome" (Repetitive Strain Injury) spielen [52,53]. Der Begriff RSI und damit auch die Existenz einer solchen Krankheit ist in der internationalen Literatur allerdings umstritten [53,54].

Die Studie wurde in 2 Untersuchungsansätzen nach der systematischen Weiterentwicklung des Untersuchungsgangs für Unterarm- und Handgelenksbereich zu den Fragen durchgeführt, welche Beschwerden an der oberen Extremität bei Montagearbeitern bzw. Bildschirmbeschäftigten zu erwarten sind und welche Vor- oder Nachteile eine solche funktionsorientierte Diagnostik sowohl bei Akutbeschwerden als auch bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen bzw. unter rehabilitativen Fragestellungen bietet. Erfasst werden konnten im Teil 1 67 Mitarbeiter, die sich in einem Zeitraum von 4 Monaten mit akuten Beschwerden der oberen Extremität beim werkärztlichen Dienst vorstellten. Durch die funktionellen Untersuchungsmethoden konnten dabei fast 93% der Beschwerden ausreichend klinisch diagnostiziert werden, um wohl akut-therapeutisch intervenieren zu können als auch um einen möglichen Arbeitsplatzzusammenhang beurteilen zu können. Da sich herausstellte, dass die überwiegend beklagten Beschwerden im Sehnenbereich

der Unterarme meist in Zusammenhang mit der Übernahme neuer Arbeiten bzw. bei Auszubildenden auftraten, konnten Empfehlungen für eine bessere Adaptation bzw. Wiedereingliederung durch arbeitsplatzspezifische Trainingsprogramme gegeben werden.

Im Teil 2 wurden bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen für Bildschirmarbeiter (G37) ergänzende Funktionsuntersuchungen der Halswirbelsäule und der Schulter-Arm-Region durchgeführt. Von Interesse war, ob bei Angestellten in Abhängigkeit der zeitlichen Dauer der Bildschirmarbeit möglicherweise Erkrankungen der oberen Extremität auftreten.

209 Angestellte wurden zusätzlich zur G 37 mit einem standardisierten Fragebogen der ETH Zürich befragt und mittels eines einheitlichen Untersuchungsschemas für funktionelle Beschwerden am Bewegungsapparat untersucht [55]. Das untersuchte Kollektiv (Alter 43,1 J +/- 9,2 J, Größe 175,8 cm +/- 8,1 cm, Gewicht 81,5 kg +/- 13,2 kg) war normalverteilt und durchschnittlich seit 5,5 Jahren (+/- 3,9 J) mit 3,3 Stunden pro Tag (+/- 2,2 h) am Bildschirm beschäftigt.

Aus den Arbeitsplatzvariablen "tägliche Dauer der Bildschirmarbeit" und "Dauer der Bildschirmarbeit in Jahren" wurde ein multiplikativer Index gebildet, um die Frage einer Arbeitsplatzabhängigkeit möglichst im Hinblick auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung beantworten zu können. Dieser Index erlaubte einerseits eine differenzierte Betrachtung der jeweiligen "Bildschirmarbeitsdosis" wie auch die Beurteilung langjähriger oder besonders intensiver Bildschirmarbeiten. Die höchste Indexgruppe (> 40) entsprach dabei einer mehr als zehnjährigen und mehr als halbschichtigen Belastungszeit an Bildschirmarbeitsplätzen.

Bei der funktionellen Untersuchung der HWS fanden sich in 24,4 % auffällige Bewegungseinschränkungen, v.a. Rotations- und Seitneigungstörungen. Konkrete Hinweise auf bandscheibenbedingte Erkrankungen der HWS fehlten. ACG-Störungen waren auf der Arbeitshandseite deutlicher ausgeprägt und korrespondierten gut mit Einschränkungen der aktiven Schultererelevation sowie

der passiven Schulteraußenrotationsprüfung auf der betroffenen Seite. Anamnestisch wurden Beschwerden im ACG jedoch nur selten angegeben. Die funktionellen Untersuchungsbefunde für HWS und sonstige Schulterbeschwerden standen hingegen in guter Übereinstimmung mit anamnestischen Angaben der Patienten.

Mit ansteigendem Bildschirm-Index, d.h. mit zunehmender zeitlicher Belastung durch Bildschirmarbeit, ergab sich für die Beschwerden im mittleren und unteren HWS-Bereich eine leichte Zunahme. Im Gegensatz dazu war für Kopf- bzw. BWS-Beschwerden kein eindeutiger Trend zu erkennen. Für LWS-Beschwerden schien ebenfalls ein Anstieg mit zunehmendem Bildschirm-Index erkennbar. Diese LWS-Probleme waren nach Altersadjustierung jedoch eher durch altersbedingte Veränderungen verursacht als durch Belastungen aufgrund langjähriger Bildschirmarbeit. Bei mehr als 97 % der untersuchten Probanden lag ein Normalbefund für die untersuchten Funktionsbewegungen vor und auch im Hinblick auf den Bildschirmbelastungsindex ließen sich keine Zusammenhänge nachweisen.

Bei fast allen Befunden korrelierten die auffälligen Funktionseinschränkungen mit den anamnestischen Angaben, wobei nur für HWS- und Nackenbeschwerden Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung abgeleitet werden konnten. Das Ergebnis steht in guter Übereinstimmung mit weiteren Untersuchungen und Literaturangaben über Unterarm- und Handgelenksbeschwerden bei manuell-repetitiven Arbeiten [56,57] jedoch im Gegensatz zur ursprünglichen „RSI-Definition“ von Hultgren und Knave [58].

### **2.6.1 Eigene Referenz**

Spallek M, Kuhn W, Uibel S, van Mark A, Quarcoo D: Work-related musculoskeletal disorders in the automotive industry due to repetitive work – implications for rehabilitation. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 5:6 (2010). [www.occup-med.com/content/5/1/6](http://www.occup-med.com/content/5/1/6)

Die Ergebnisse verdeutlichten, dass funktionelle Untersuchungstechniken des Bewegungsapparates in der Lage sind, bei Problemen der oberen Extremität eine wesentliche Hilfestellung zu leisten. Diese Untersuchungstechniken sind auch ohne aktive Patientencompliance und ohne gerätetechnischen Aufwand einsetzbar und ermöglichen eine zuverlässige Beurteilung muskulo-skelettaler Störungen auch bei arbeitsmedizinischen Zusammenhangsfragen.

## **2.7 Die Untersuchungssystematik**

Aufgrund der oft engen zeitlichen Vorgaben bei betrieblichen Vorsorgeuntersuchungen stellte sich bereits frühzeitig die Notwendigkeit einer systematischen Gliederung der körperlichen Untersuchungen heraus, damit nicht immer der gesamte Bewegungsapparat untersucht werden muss. Gewählt wurde eine modulare Aufteilung in 5 Körperregionen: HWS, Schulter-Arm, Arm-Hand, BWS/LWS und Knie-Sprunggelenk. Je nach medizinischer Fragestellung oder Bezug zu einer besonders belasteten Körperregion können die Untersuchungen der Körperregionen entweder miteinander kombiniert als komplette Untersuchung des Bewegungsapparates oder auch auf einzelne Regionen angewendet werden. Insbesondere die auf Körperregionen begrenzten Untersuchungen erlauben im Rahmen tätigkeitsbezogener Vorsorgeuntersuchungen, wie z.B. G 37 für Bildschirmarbeiten, eine für Untersucher und Patienten zeitoptimierte Untersuchungsablauf und Beurteilung bei muskulo-skelettalen Beschwerden.

Weiterhin wurde aus praktischen Überlegungen als Ergänzung zu Anamnese und Inspektion die Untergliederung der anzuwendenden Untersuchungstechniken in eine orientierende (Screening) und eine darauf aufbauende funktionell-diagnostische Ebene (Funktionsdiagnostik) vorgenommen [59] (Abb.1).

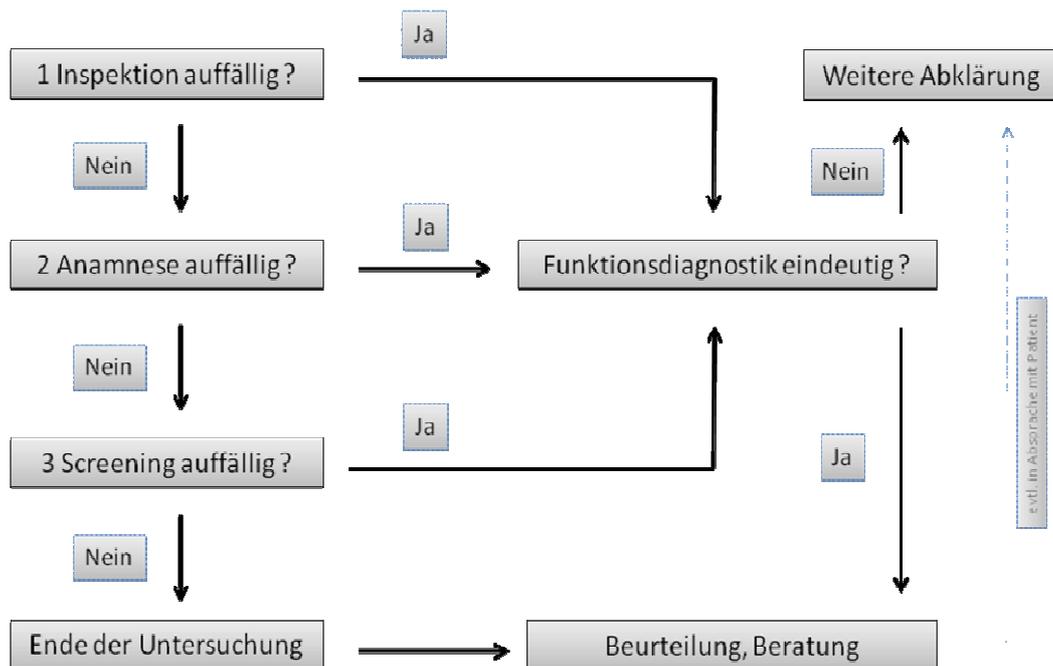


Abb.1 Untersuchungsablauf und –zusammenhänge zwischen Screening und Funktionsdiagnostik [Quelle: 35]

Vor einem Screening ist jeweils die (gezielte) Anamneseerhebung wie auch eine orientierende Inspektion des Bewegungsapparates auf Haltung- oder Bewegungsauffälligkeiten, Asymmetrien, Gangbild, Einschränkungen etc. notwendig. Die Zusammenstellung praxisbewährter Untersuchungsgänge aus Orthopädie und Allgemeinmedizin ermöglicht in Verbindung mit der zielgerichteten Anamnese und Inspektion schon anhand der Ergebnisse der Screeninguntersuchung ein sicheres Erkennen arbeitsmedizinisch relevanter Funktionsstörungen bzw. Erkrankungen. Sind sowohl Anamnese, Inspektion als auch Screeninguntersuchung „leer“ oder unauffällig, so kann die Untersuchung beendet werden. Eine für die arbeitsmedizinische Praxis wie auch für die Individualberatung ausreichende Beurteilung ist damit bereits möglich.

Sollte sich bei der Anamnese oder im Screening Auffälligkeiten zeigen, ist eine Funktionsdiagnostik anzuschließen, die ggf. je nach Ergebnissen auch noch

durch weiterführende Untersuchungen ergänzt werden sollte (vgl. Abb.1). Anhand der Funktionsdiagnostik überprüft der Untersucher die beim Screening vom Patienten aktiv demonstrierten Funktionsbewegungen nunmehr durch passive bzw. isometrische Funktionsprüfungen, evtl. Reflexprüfungen und sogenannte Bestätigungsteste. Die Dokumentation der Untersuchungsbefunde erfolgt auf der Grundlage der Neutral-Null-Durchgangsmethode im Seitenvergleich, ggf. ergänzt um Schmerzangaben während der Untersuchung. Die empfohlenen Untersuchungsverfahren gehören zum allgemeinen ärztlichen Grundwissen, so dass weder Erlernen der Systematik noch die Durchführung Schwierigkeiten bereitet und die Verfahren auch als ausreichend aussagefähig einzuordnen sind.

Aus der Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Untersuchungstechniken wurden diejenigen ausgewählt, die sowohl eine hinreichende Aussagefähigkeit wie auch eine rasche Erlernbarkeit und akzeptable Praktikabilität für die tägliche Routine im betrieblichen Umfeld wie auch in einer Allgemeinarztpraxis besitzen (Abb.2). Die Funktionsuntersuchungen sind auch vom Nicht-Orthopäden einfach anzuwenden und sie sind aufgrund jahrzehntelanger Anwendung in der praktischen Medizin auch ausreichend zuverlässig. Durch die Kombination mit den Bestätigungstesten und einer systematisierten Dokumentation lassen sie nur einen sehr eingeschränkten subjektiven Beurteilungsspielraum des Untersuchers zu. Mögliche Befundunterschiede zwischen verschiedenen Untersuchern oder bei Folgeuntersuchung nach einem längeren Zeitintervall werden so minimiert.

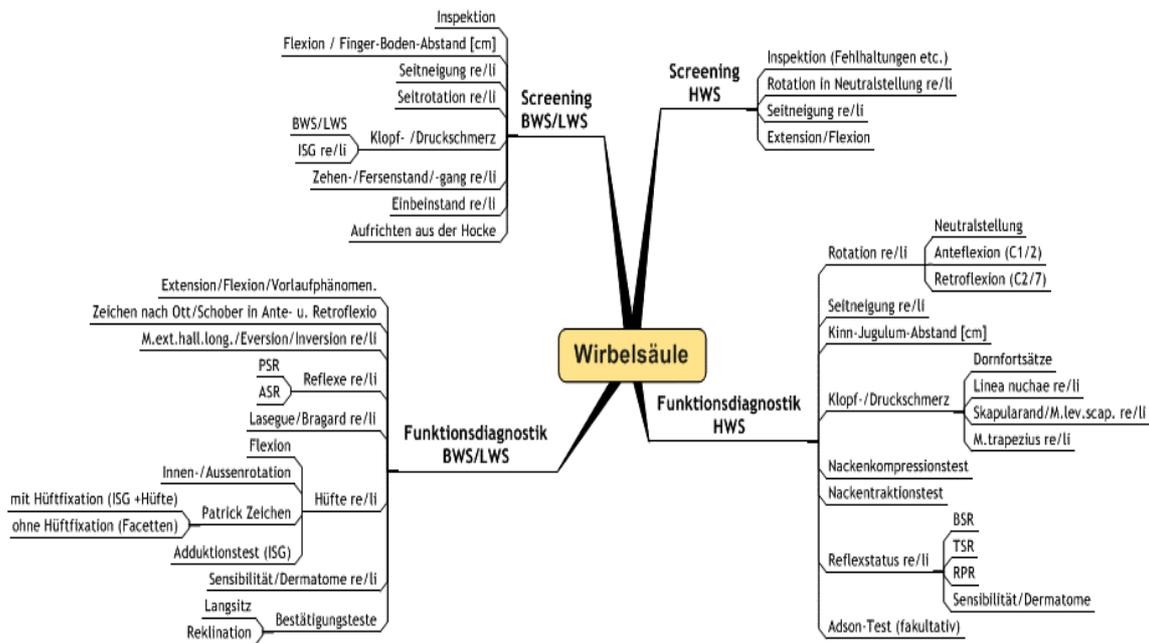


Abb.2 Zusammenstellung der Funktionstestungen für Screening und Funktionsdiagnostik am Beispiel Wirbelsäule [Quelle: 23]

Die Zusammenstellung der Untersuchungsabläufe ist weiterhin so gewählt, dass weder der untersuchende Arzt noch der Patient mehrfache Orts- oder Lagewechsel vornehmen müssen. Dieser Ablauf ist ergonomisch und auch zeitlich optimiert, notwendig ist lediglich eine möglichst von mehreren Seiten zugängliche Untersuchungs-liege. Die Untersuchungsgänge orientieren sich damit nicht ausschließlich nur an klinisch-funktionellen, sondern auch an Untersucher- und patientenfreundlichen Gesichtspunkten. Zur Prozessoptimierung wurde auf Untersuchungen, die in dieser Zusammenstellung keinen wesentlichen Beitrag zu einer funktionellen Beurteilung liefern, konsequent verzichtet. Auch ein Einsatz bildgebender Verfahren ist nicht notwendig.

Durch die funktionsorientierte körperliche Untersuchungssystematik wird nicht nur systematisch ein Erkennen tätigkeitsrelevanter funktioneller, muskulärer oder anderweitig bedingter Defizite am Bewegungsapparat möglich, sondern es gelingt auch ein Einordnen von Beschwerden oder Untersuchungsbefunden

hinsichtlich relevanter orthopädischer Krankheitsbilder und zugehöriger Differentialdiagnosen [41,61,62,63]. Gegenüber den umfangreichen Untersuchungsempfehlungen aus der orthopädischen und manualmedizinischen Literatur war aus Gründen der Effizienz und Anwendbarkeit der Untersuchungssystematik in der arbeitsmedizinischen Praxis allerdings eine ablaforientierte Strukturierung und damit eine Reduzierung auf das Notwendigste und das Machbare erforderlich.

### **2.7.1. Eigene Referenz**

Spallek M, Kuhn W, Schwarze S, Hartmann B: Occupational medical prophylaxis for the musculoskeletal system: A function-oriented system for the physical examination of the locomotor system in occupational medicine. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2:12 (2007).

[www.occup-med.com/content/2/1/12](http://www.occup-med.com/content/2/1/12)

Die optimierte Anpassung der Systematik an Praxisbelange erlaubt nicht nur einen Einsatz bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, sondern darüber hinaus bei allen MSE-bezogenen Fragestellungen von Akutbeschwerden bis zu Einsatzbeurteilungen, Rehabilitationsfragestellungen oder Wiedereingliederungsaktivitäten nach längeren Erkrankungen.

## **2.8 Arbeitsplatzbezogene Rehabilitation: „JobReha“**

Vor dem Hintergrund demographischer Entwicklungen gewinnen neben betrieblichen, überwiegend primär- bzw. sekundärpräventiven Aktivitäten auch rehabilitative Maßnahmen zum Erhalt der Gesundheit und Arbeitskraft einer älter werdenden Belegschaft zunehmend an Bedeutung. Mit der Verlängerung der Lebensarbeitszeit und dem dadurch ansteigenden Anteil älterer Arbeitnehmer stehen vor allem die mit dem Alter einhergehenden funktionellen Veränderungen am Bewegungsapparat, die sog. „Volkskrankheiten“ wie Rücken- bzw. Bandscheibenleiden, im Mittelpunkt [60]. Daraus resultierende

Beschwerden und Funktionsstörungen am Bewegungsapparat sind innerbetrieblich der häufigste Grund für arbeitsmedizinisch begründete Tätigkeitsbeschränkungen [23].

Obwohl Beschwerden am Bewegungsapparat eine wichtige Rolle spielen, sind die traditionellen Rehabilitationskonzepte nur in geringem Maß dazu geeignet, eine auf den tatsächlichen Arbeitsplatz zielende Rehabilitation zu gewährleisten. Die rehabilitativen Maßnahmen sind fast immer auf individualtherapeutische Ziele ausgerichtet und oft zu wenig auf die Anforderungen der zuletzt ausgeübten Tätigkeit. Meist fehlen bei Beginn der Maßnahme in den Kliniken zutreffende Arbeitsplatzbeschreibungen oder detaillierte Informationen des Betriebes, so dass die Therapeuten fast immer nur auf die Arbeitsplatzangaben des zu rehabilitierenden Mitarbeiters zurückgreifen können. Umgekehrt gelingt es im Betrieb nur selten, nach Ende der Maßnahmen allein mit den Angaben der durchgeführten Rehabilitationsmaßnahmen im Entlassungsbericht und sowie einer oft schematisierten sozialmedizinischen Leistungsbeurteilung eine erfolgreiche betriebliche Wiedereingliederung durchzuführen. Da die Arbeitgeber aber durch das Sozialgesetzbuch SGB IX im § 84 verpflichtet sind, ein betriebliches Eingliederungsmanagement durchzuführen, sind hier Verbesserungen notwendig. Die Überprüfung und Weiterentwicklung aller Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit bei gesundheitlichen Problemen oder Behinderungen ist erforderlich und neben betriebsinternen Maßnahmen müssen auch die Leistungen der Rehabilitationsträger auf den Prüfstand.

Eines der Hauptprobleme bei der Wiedereingliederung von Rehabilitationspatienten ist eine nach wie vor unzureichende Kommunikation zwischen den Leistungsträgern, den Rehabilitationseinrichtungen und den innerbetrieblichen Akteuren. Dies ist umso erstaunlicher, als bekannt ist, dass durch systematische Kooperation zwischen Rehabilitationsarzt und Betriebsarzt

deutliche Verkürzungen der zeitlichen Abläufe vor und nach der eigentlichen Rehabilitationsmaßnahme erzielt werden können [30,64].

Das Verfahren einer arbeitsplatzbezogenen Rehabilitation mit dem Titel „JobReha“ wurde daher angeregt, um bei der Rehabilitation muskulo-skelettaler Beschwerden erstens eine besonders enge Zusammenarbeit zwischen Betriebs- und Werksärzten, Krankenkassen und Rehabilitationseinrichtungen aufzubauen und zweitens die Rehabilitationsprozesse inhaltlich viel intensiver an den betrieblichen Notwendigkeiten für die Rückkehr des Patienten an den alten Arbeitsplatz auszurichten. Im Rahmen der „JobReha“ erhielten MitarbeiterInnen mit Erkrankungen des Bewegungsapparates zweier Großunternehmen in der Region Braunschweig-Hannover (Post/DHL und VW Nutzfahrzeuge) nicht nur eine formal vereinfachte Zugangsweise zu rehabilitativen Maßnahmen mit Einleitung durch die Betriebsärzte und ein verbessertes Schnittstellenmanagement, sondern auch eine gezielt auf den Arbeitsplatz abgestimmte Therapie unter Zuhilfenahme von Assessmentverfahren und Reha-begleitenden betrieblichen Maßnahmen zu der Wiedereingliederung (Abb.3).

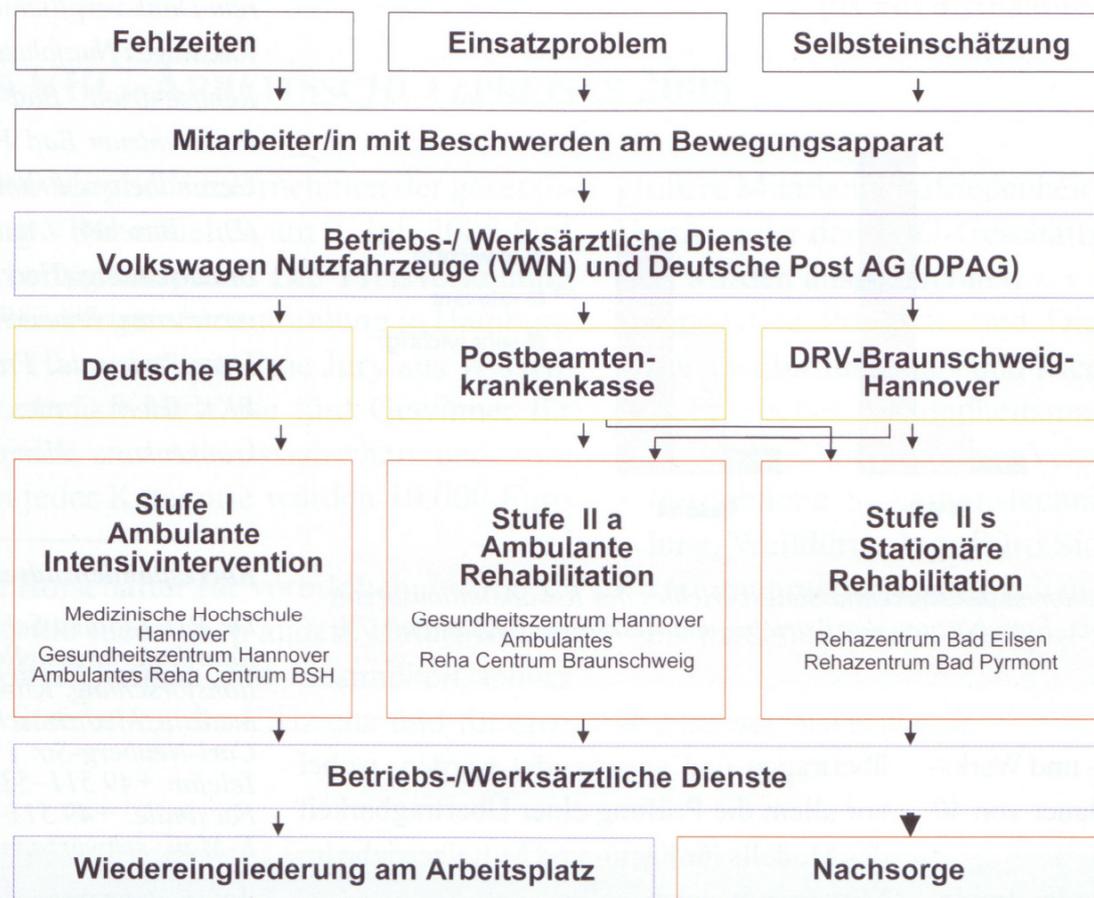


Abb. 3 Versorgungsablauf und Informationsfluss in der „JobReha“

Die gesamte Maßnahme wurde mit Hilfe der Koordinierungsstelle für Rehabilitationsforschung der Medizinischen Hochschule Hannover bereits während der Projektlaufzeit wissenschaftlich evaluiert. Für die erste Auswertung des Schnittstellenmanagements wurde ein fallbezogener Fragebogen mit geschlossenen Fragen zur Praktikabilität und Akzeptanz (z.B. Zeitaufwand, Informationsfluss) der „JobReha“ Maßnahme eingesetzt. Zusätzlich wurden Fragen zur Einschätzung der Bedeutung der Informationsweitergabe aus dem Betrieb für die Qualität der Rehabilitationsmaßnahme und für die Qualität des Kurzentlassungsberichtes der Rehabilitationsärzte zur Relevanz für Veränderungen am Arbeitsplatz formuliert.

Ausgewertet wurden 89 patientenbezogene Fragebögen mit Angaben von neun Betriebs- und Werksärzten der teilnehmenden Institutionen. Analog wurden die beteiligten Rehabilitationsärzte zu Schnittstellenmanagement und Zufriedenheit

mit dem Informationsfluss befragt. Mittels SPSS 15 wurden deskriptive Analysen (Häufigkeitsangaben, Mittelwerts- und Medianberechnungen) durchgeführt.

Über 90% der Betriebs- und Werksärzte beurteilen den gezielten Informationsaustausch als sehr wichtig bzw. wichtig. Von den Rehabilitationsärzten wird die Relevanz der betrieblichen Informationen und dabei v.a. die genauere Arbeitsplatzbeschreibung als für die Abschlussbeurteilung sehr hilfreich eingeschätzt. Umgekehrt werden auch die Informationen der Rehabilitationsärzte von den Betriebs- und Werksärzten (n=79 von 89 Befragten) überwiegend als qualitativ hochwertig und als relevant (35,4%) bzw. sehr relevant (58,2%) bei der Wiedereingliederung an den Arbeitsplatz eingeschätzt. Dabei bestehen nur geringe Unterschiede in den jeweiligen Betrieben.

Insgesamt konnten bereits in der Implementierungsphase des Projektes „JobReha“ das Schnittstellenmanagement und die Versorgungsabläufe mittels relativ einfacher Maßnahmen optimiert werden. In einer weiteren Phase wird die Evaluation der Effektivität der Maßnahmen aus Patientensicht und hinsichtlich gesundheitsökonomischer Parameter erfolgen. Erste betriebliche Analysen zeigen 12 Monate nach Ende der „JobReha“ Maßnahme einen intraindividuellen Rückgang von MSE-bezogenen Arbeitsunfähigkeitszeiten um etwa 30 %. Die weitere Evaluation der durchgeführten rehabilitativ-therapeutischen Anpassungen bei einer „JobReha“, der Ergebnisse des eingesetzten Assessmentverfahrens „Evaluation funktioneller Leistungsfähigkeit“ zur genaueren Beurteilung der zumutbaren Arbeitsplatzbelastungen [65,66,67] sowie der gezielteren betrieblichen Wiedereingliederung ist in Vorbereitung.

### **2.8.1 Eigene Referenz**

Schwarze M, Ristel N, Rebe T, Gutenbrunner C, Wrbitzky R, Manecke IA, Spallek M: Schnittstellenmanagement in der „JobReha“ – Notwendigkeit einer verbesserten Zusammenarbeit zwischen Betriebs- und Rehabilitationsärzten. Zbl Arbeitsmed 58:216-218 (2008)

## Diskussion

Das Krankheitsverständnis, die Betrachtungsweise und die Erklärungsmodelle für akute oder chronische Beschwerden am Bewegungsapparat haben sich in den letzten Jahren von vorwiegend biomechanisch orientierten Theorien, die beispielsweise in den Rückenschulen zu Empfehlungen des Heben und Tragen von Lasten mit geradem Rücken geführt haben, zu sehr komplexen, mehr pathogenetisch und funktional orientierten Modellvorstellungen weiterentwickelt [6,68]. Muskel-Skelett-Erkrankungen werden multikausal verursacht. Ererbte Anlagen, Anforderungen durch den Lebensstil, soziale Umfeldfaktoren, der individuelle Trainings- und Leistungszustand, Stresswahrnehmung und –resistenz bis hin zu beruflichen Gratifikationskrisen gelten neben den arbeitsbedingten Belastungen in einem umfassenden bio-psycho-sozialen Krankheitsmodell als relevante Einflussfaktoren für das Auftreten solcher Erkrankungen [68,69,70,71].

Nach wie vor spielen für die Betroffenen aber vermutete oder tatsächliche arbeitsbezogene Belastungen bei der Suche nach den Ursachen ihrer Beschwerden eine wesentliche Rolle [60,72,73]. Der Arbeitsmediziner im Betrieb wird daher von Patienten oder Mitarbeitern oft mit Zusammenhangsfragen zwischen Arbeitsplatzbelastungen und individuellen Problemen des Stütz- und Bewegungsapparates konfrontiert. Nicht selten geschieht dies noch bevor der Hausarzt, ein Orthopäde oder eine andere medizinische Fachrichtung konsultiert wurde. Die Notwendigkeit einer Zusammenhangsbeurteilung ergibt sich dabei nicht nur bei akut auftretenden Beschwerden, z.B. an Wirbelsäule oder im Schulter-Nackebereich oder bei Klagen über Arbeitsplatzbelastungen. Auch bei einer Vielzahl von Vorsorgeuntersuchungen, von Eignungs- oder Einstellungsuntersuchungen für bestimmte Tätigkeiten bis hin zur kontinuierlichen Überwachung in belastenden Tätigkeiten wie auch bei arbeitsmedizinischen Begutachtungen, z.B. zur Einsatzmöglichkeit aufgrund chronischer Erkrankungen oder nach Operationen, treten solche Fragestellungen auf [20,59,60].

Als multifaktorielles und oft chronisch-degeneratives Geschehen sind MSE Teil des natürlichen Alterungsprozesses jedes Menschen, der bereits mit dem 20. Lebensjahr beginnt [74]. Einen individuellen Krankheitswert und eine Arbeitsplatzrelevanz erhalten MSE aber erst aufgrund funktioneller Beeinträchtigungen oder schmerzhaften Einschränkungen der körperlichen Belastbarkeit [75]. Dabei spielen die Alterungsprozesse zwar eine wesentliche Rolle, allerdings ruft nicht jede degenerative Veränderung Schmerzen hervor und umgekehrt liegt nicht jedem Schmerz eine degenerative Veränderung zugrunde [25,76]. Und nicht jeder Schmerz, der während oder nach einer beruflichen Tätigkeit auftritt, ist arbeitsplatzbedingt oder sogar schon ein Hinweis auf eine drohende Berufskrankheit.

In diesem Zusammenhang spielt die relativ unpräzise Übersetzung des anglo-amerikanischen Begriffes „work-related disease“ ins Deutsche als „arbeitsbedingt“ eine wesentliche Rolle. Giesen et al bezeichnen mit dem Begriff „arbeitsbedingt ... alle Regelwidrigkeiten des Körpers oder des Geistes, die mit der beruflichen Tätigkeit in einem ursächlichen oder teilursächlichen Zusammenhang stehen“ [77]. Berufskrankheiten gelten dabei als die Teilmenge, bei der ein besonders enger Kausalzusammenhang nachgewiesen wurde. Diese Übersetzung bestätigt den Betroffenen aber auch unabhängig von Berufskrankheitenfragen in einem Kausalitätsverständnis, in dem vorwiegend die jeweilige Arbeitsbelastung ursächlich zu Beschwerden führt und andere mitverursachende Faktoren in den Hintergrund treten.

Diese Interpretation trifft nicht das angloamerikanische Verständnis von „work-related diseases resp. musculo-skeletal disorders“ als multifaktorielles Geschehen mit Einflüssen aus dem privaten Umfeld wie auch aus der beruflichen Umgebung, wie von NIOSH bereits in 1975 vorformuliert und von der WHO später erweitert [78,79,80]. Der englische Begriff „related“ bezieht sich nur auf einen möglichen Zusammenhang, nicht jedoch auf eine Verursachung zwischen Arbeitsbelastung und Erkrankung. Es dürfte im Sinne einer korrekteren Übersetzung daher besser sein, von arbeitsbezogenen oder

auch arbeitsassoziierten statt von arbeitsbedingten Erkrankungen zu sprechen [75,81].

In den medizinischen Fachdisziplinen unterscheiden sich auch die diagnostischen Zugangswege. Während die klassische Orthopädie und oft auch die Allgemeinmedizin der (bio-)mechanischen Sichtweise relativ nahe steht [61,74,82] und Häufungen schmerzhafter Erkrankungen in bestimmten Berufen oder bei bestimmten Tätigkeiten besonders dann als arbeitsbezogen ansieht, wenn diese mit morphologisch nachweisbaren Störungen der Struktur (Knochen, Gelenkkapseln etc.) einhergehen [50,78,82], richtet sich die Rehabilitationsmedizin vorwiegend auf die neuromuskulären Funktionen und deren Störungen im Zusammenhang mit bestimmten Belastungen aus. Strukturell-morphologische Abweichungen sind dabei in der Einteilung funktioneller Störungen entsprechend der ICF Klassifikation von nachgeordneter Bedeutung, so lange mit ihnen ohne erhebliches gesundheitliches Risiko eine Arbeitsanforderung bewältigt werden kann [66,83,84].

Die Arbeitsmedizin hat bei den arbeitsbezogenen Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems ein besonders breites Aufgabenfeld. Einerseits sind die Interessen des Arbeitgebers an prognostisch zutreffenden Einstellungs- und Eignungsuntersuchungen nachvollziehbar und zu beachten. Primär- wie auch sekundärpräventive Aktivitäten in der Vorsorge sollen zielführend ausgerichtet sein, um MSE-Beschwerden und funktionelle Störungen, die von Beschäftigten beklagt werden oder zu Einsatzbeschränkungen führen, verhindern zu können. Dabei fällt auf, wie in der Untersuchung zu Risikofaktorprofilen bei Einstellungsuntersuchungen u.a. auch im Hinblick auf die funktionellen Untersuchungsergebnisse gezeigt werden konnte, dass die Prävalenz von MSE-Beschwerden bei Einstellungsuntersuchungen nicht dem Ausmaß solcher Beschwerden bei langjährig Beschäftigten in gleichen Unternehmen entspricht, wenn als Vergleichsgrundlage beispielsweise Daten aus innerbetrieblichen Umsetzungswünschen herangezogen werden (vgl. Kap 2.1). Dies kann mit

demographischen Faktoren zusammenhängen, wie ein etwa 10 Jahre niedrigeres Durchschnittsalter bei den Neueinstellungen. Allerdings waren bei 2/3 der Bewerber trotz des niedrigen Altersdurchschnitts bereits bei Einstellung Risikofaktoren wie Rauchen, Übergewicht und Blutdruckveränderungen oder Kombinationen davon feststellbar, die im Laufe des Berufslebens langfristig relevant werden. Hier zeigen sich ähnlich wie im bio-psycho-sozialen Krankheitsmodell der MSE individuelle Lebensgewohnheiten, die mit zunehmendem Alter ohne weitere Einflüsse bereits eine Risikoerhöhung u.a. für Herz-Kreislaufkrankungen bedeuten können. Da aber gerade Übergewicht auch eine wesentliche Rolle bei der Entstehung oder Verschlimmerung von MSE und Berufskrankheiten, wie z.B. Gonarthrose spielt, sind solche Kombinationen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen besonderes zu beachten [85].

Angesichts meist betrieblich begrenzter Ressourcen für Prävention und v.a. im Hinblick auf die mit dem demographischen Wandel verbundene zukünftig verlängerte Lebensarbeitszeit müssen die arbeitsmedizinischen Strategien zur Prävention überdacht werden. Präventive Maßnahmen sind verstärkt an einer Erfolg-Nutzen-Prognose auszurichten und sollten in Abhängigkeit der Beschäftigungsdauer an die jeweiligen Bedürfnisse variiert werden [86].

Mit den Untersuchungen zur Laktatergometrie und zur Einsetzbarkeit gerätegestützter Messungen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen (vgl. Kap 2.3 und 2.4) konnte gezeigt werden, dass beide Verfahren in sehr unterschiedlichem Ausmaß eine differenzierte Bewertung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Beanspruchung erlauben. Während es eine laktatgestützte Ergometrie ermöglicht, die körperliche Belastungsfähigkeit und den Trainingszustand deutlich besser im Hinblick auf die tatsächlichen Einsatzbedingungen zu prüfen als die übliche Ergometrie im Rahmen des G 26, bietet dieses Verfahren jedoch keine Hilfestellung bei relevanten funktionellen Störungen am Bewegungsapparat.

Auch aus den gerätegestützten Daten der M<sup>3</sup>-diagnos Untersuchungen war kein Zusammenhang mit den klinischen Parametern funktioneller Testungen des Bewegungsapparates ersichtlich. Eine Objektivierbarkeit von ärztlich erhobenen klinisch-funktionellen Parametern ist durch die Gerätedaten nicht möglich. Vor allem im Hinblick auf die für Rückenschmerzen hohe prädiktive Wertigkeit der Funktionstestungen bezüglich allgemeiner und spezieller Kraftausdauer, wie von Farwer et al dargestellt, macht dies nachdenklich [45,46] (vgl. Kap 2.2).

Defizite im Bereich der koordinativen Leistungsfähigkeit, der Beweglichkeit sowie der dynamischen und statischen Muskelkraft - in Verbindung mit anamnestischen Angaben zum Gesundheits- und Freizeitverhalten – die notwendig sind, um ein individuelles Risiko für das kurzfristige Auftreten von lumbalen Rückenbeschwerden zu prognostizieren, können mit Hilfe der Gerätedaten nicht erhoben werden, ebenso wenig wie mögliche frühzeitige Koordinations- oder Propriozeptionsstörungen.

Während sich die Funktionsteste als gut geeignet erwiesen, ein individuelles Risiko vorherzusagen, kurzfristig an Rückenschmerzen zu erkranken, war dies mit Daten gerätegestützter Messungen nicht möglich. Da mit der software- und maschinengestützten Kraft- und Kraftausdauerdiagnostik aber eine zuverlässige Beurteilung der momentanen muskulären Leistungsfähigkeit erfolgen kann, eignen sich solche Messungen damit eher für eine Eingangsdagnostik und Trainingssteuerung eines entsprechenden individuellen Kraft- und Kraftausdauertrainings oder unter Rehabilitationsfragestellungen.

Mit den Untersuchungen in Kap 2.5 und 2.6 zur Anwendbarkeit der eingesetzten funktionellen Testungen bei Akutbeschwerden und bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen konnte weiterhin gezeigt werden, dass die Erweiterung des ärztlichen Untersuchungsspektrums durch solche leicht erlernbaren Funktionsprüfungen in der täglichen Praxis nicht nur bei Vorsorgeuntersuchungen deutliche Vorteile bietet. Sie haben eine ausreichend hohe Präzision auch für die Einleitung therapeutischer Maßnahmen und sind auch geeignet, bei Vorsorgeuntersuchungen wie auch bei Eignungs- oder Einstellungsuntersuchungen in wirbelsäulenbelastenden

Berufen eingesetzt zu werden. Insbesondere zur Weiterentwicklung bewegungsapparatsbezogener Gesundheitsförderungsmaßnahmen sind solche, in die eigene Untersuchungspraxis problemlos integrierbarer Funktionstestungen zielführend und hilfreich.

Normalerweise wird eine medizinische Diagnostik mit dem Ziel durchgeführt, anhand der Beschwerden eine Diagnose zu stellen und danach eine Therapie einzuleiten, um den Beschwerden abzuhelpfen. Arbeitsmedizinisch notwendige Untersuchungen unterscheiden sich in dieser Hinsicht aber von anderen medizinischen Fachrichtungen. In der Arbeitsmedizin liegt das Diagnostikziel eher in präventiven und/oder rehabilitativen Aspekten zur Vorbeugung und Verhinderung arbeitsbezogener Erkrankungen sowie dem Erhalt der Arbeitsfähigkeit. Arbeitsmedizinische Konsequenzen sind demnach viel mehr an Prävention und Gesundheitsförderung ausgerichtet als in den meisten klinischen Fachrichtungen, wo eine therapeutische Intervention im Vordergrund steht.

Die Methode einer funktionsorientierten körperlichen Untersuchungssystematik (*fokus*) wurde unter Berücksichtigung der vorstehend zusammenfassend dargestellten Einzeluntersuchungen und Erfahrungen unter konkreten arbeitsmedizinischen Fragestellungen weiterentwickelt [34,35,47]. Sie unterscheidet sich deutlich von einer auf Therapie oder Festlegung weiterer diagnostischer Notwendigkeiten ausgerichteten Methodik wie beispielsweise der Mehrstufendiagnostik von Grifka et al [31,32,33]. Die umfangreichen Überlegungen dazu finden sich, wie auch eine inhaltliche Gegenüberstellung zu der auf orthopädischen Grundlagen entwickelten Mehrstufendiagnostik, in mehreren aufeinander Bezug nehmenden Publikationen, den Auswahlkriterien für den G 46 und in der berufsgenossenschaftlicher Information BGI 504-46 [20,87,88,89,90,91].

Das Ziel der *fokus* Untersuchungsmethodik ist die Suche nach funktionellen Störungen am Bewegungsapparat und ihren Ursachen oder Konsequenzen und

erst in zweiter Linie das Stellen einer medizinischen Diagnose. In der Praxis bestimmen die Beschwerden und die Funktionsstörungen die Einsatzmöglichkeiten des Patienten und nicht eine medizinische Diagnose. Für arbeitsmedizinische Fragestellungen gilt: Funktion geht vor Diagnose.

Die fokus Methodik ist auf 3 Aspekte ausgerichtet:

- Sind die festgestellten Funktionsstörungen aktuell relevant für die ausgeübte Tätigkeit bzw. sind weitere Gesundheitsschäden beim Verbleib in dieser Tätigkeit zu erwarten?
- Sind weitere individuelle diagnostische, therapeutische oder rehabilitative Maßnahmen notwendig, um die Arbeitsfähigkeit zu erhalten oder wiederherzustellen?
- Gibt es Hinweise für konkrete arbeitsbezogene Funktionsstörungen oder für Berufskrankheiten?

Erkannt werden müssen für eine tätigkeitsbezogene Beurteilung und die nachfolgende Beratung evtl. vorhandene funktionelle Störungen und/oder Leistungs- oder Bewegungseinschränkungen. Diese Aktualitätsdiagnostik ist erforderlich zur unmittelbaren Beurteilung der Beschwerden im Hinblick auf die ausgeübte Tätigkeit und erlaubt nicht nur eine unmittelbare Einsatzbeurteilung, sondern auch eine Bewertung, ob die Tätigkeiten auch mittel- und langfristig zumutbar sind. Da auch im Berufskrankheitenrecht vom anzeigenden Arzt erwartet wird, dass der Anzeige ein begründeter Verdacht zugrunde liegt, bietet die funktionelle Beurteilung auch dort Vorteile gegenüber einer vorwiegend an der Strukturstörung orientierten Methodik [29,30,92].

Die Suche nach strukturellen Schädigungen, z.B. an Bandscheiben oder Gelenken mit dem Ziel, therapeutische Maßnahmen einzuleiten, ist bei arbeitsmedizinischen Fragestellungen oder Zusammenhangsbeurteilungen weniger wichtig. Die Angabe von Schmerzen bei mäßigen alterstypischen degenerativen Veränderungen am Stütz- und Bewegungsapparat, z.B. in einem Röntgenbild, erlaubt keine Aussagen über die tatsächliche Verursachung der

Beschwerden oder über einen Arbeitsplatzzusammenhang; sie spielen aber im Rahmen der Anamnese eine wichtige Rolle.

Für die effiziente Untersuchung des Bewegungsapparates unter arbeitsmedizinischen Aspekten sind immer eine möglichst gezielte Anamnese, eine orientierende Inspektion des Patienten *und* funktionsbezogene ärztliche Untersuchungen erforderlich [50,51,59,61,62,75]. Bei den Arbeiten zu unserer Untersuchungssystematik wurde allerdings das Problem deutlich, dass sich in der verfügbaren Literatur zwar eine Vielzahl funktioneller Testverfahren finden lassen, oft auch nach Körperregionen gegliedert und mit detaillierten Beschreibungen zur Durchführung versehen [93,94,95,96,97]. Es fehlen aber fast immer Angaben zum Nutzung bzw. und zur Einsatzmöglichkeit funktioneller Testungen unter arbeitsmedizinischen Überlegungen sowie Angaben zur Validität und Reliabilität solcher Testungen. Auch zur Priorisierung oder Wertung der Aussagefähigkeit einzelner Funktionsteste gibt es nur vereinzelt zuverlässige Angaben, z.B. bei Farwer bzw. bei von Orelli et al [43,45]. Hier besteht auch international noch erheblicher Evaluationsbedarf.

Zur Bewertung der Arbeitsfähigkeit und der Ausführbarkeit, Erträglichkeit und Zumutbarkeit bestimmter Arbeitsaufgaben sind daher neben den ärztlichen Untersuchungsergebnissen auch Angaben aus einer Gefährdungsbeurteilung heranzuziehen bzw. genaue Arbeitsplatzkenntnisse beim beurteilenden Arzt notwendig. Ergonomische Gestaltungsmöglichkeiten wie auch –defizite müssen erkannt werden, um eine Relevanz evtl. nachgewiesener funktioneller Störungen des Bewegungsapparates im Hinblick auf die tatsächlich ausgeübte Tätigkeit bewerten zu können.

Im Modellprojekt „JobReha“ wurde neben die Verbesserung der Schnittstellen zwischen Betrieb, Arbeitsmedizin, Rehabilitationsträger und –einrichtungen durch gezielte Kommunikation und Vernetzung auch die Notwendigkeit zur frühzeitigen Erkennung von Rehabilitationsbedürftigkeit deutlich [98]. Eine der wesentlichsten Erkenntnisse im Projekt bezieht sich aber auf die Erweiterung

der Rehabilitationsinhalte durch Einsatz des EFL Assessmentverfahrens, dessen Angaben sich derzeit in differenzierter Auswertung befinden und daher noch nicht veröffentlicht sind. Hierbei profitieren anscheinend nicht nur die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei den unmittelbaren Rehabilitationsmaßnahmen, sondern auch die beteiligten Betriebe durch die auf der Basis der durchgeführten EFL-Funktionstestungen präziseren Angaben zur körperlichen Leistungsfähigkeit für die Wiedereingliederung und die Einsetzbarkeit der Rehabilitanden [99,100].

## **4 Zusammenfassung**

Anhand der zusammengefassten Daten und Ergebnisse kann überzeugend dargelegt werden, dass ein systematischer und primär an den Funktionen und nicht an Körperstrukturen oder Bildbefunden orientierter körperlicher Untersuchungsgang die arbeitsmedizinische Beurteilung ganz wesentlich erleichtert. Es kann weiterhin verdeutlicht werden, dass es unter arbeitsmedizinischen Überlegungen praktikabler ist, Funktionsstörungen am Bewegungsapparat von irreversiblen Strukturveränderungen zu unterscheiden, auch weil diese nicht zwangsläufig ineinander übergehen. Für die notwendigen Einsatzbeurteilungen hinsichtlich der ergonomischen Anforderungen an Ausführbarkeit, Erträglichkeit und Zumutbarkeit stehen damit die noch vorhandenen Funktionen bzw. deren Störungen im Vordergrund und nicht eine medizinische Diagnose einer gestörten Struktur. Die Zusammenstellung funktioneller Testverfahren in Ergänzung der spezifischen Anamnese und einer körperlichen Inspektion als systematisierte Untersuchungsmethodik erlaubt die Anwendung der Systematik nicht nur bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen und bei Akutbehandlungen, sondern auch bei Eignungs- oder Einstellungsuntersuchungen sowie im Rahmen rehabilitativer Fragestellungen und bei Wiedereingliederungsmaßnahmen.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.): Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2007 – Unfallverhütungsbericht Arbeit. Dortmund/Berlin/Dresden (2009)  
Download unter [www.baua.de](http://www.baua.de)
- [2] Robert-Koch-Institut (Hrsg.): Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Themenheft 30 – Gesundheitsbedingte Frühberentung. Berlin (2006). Download unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de)
- [3] BKK Bundesverband Essen (Hrsg.): Kosten arbeitsbedingter Erkrankungen und Frühverrentung in Deutschland. Themendossier. Essen (2008)
- [4] Interne Mitteilung Deutsche BKK Wolfsburg. Gesundheitsbericht Volkswagen Nutzfahrzeuge (2005)
- [5] Schneider S, Lipinski S, Schiltenswolf M: Occupations associated with a high risk of back pain: Representative outcomes of a back pain prevalence study in the Federal Republic of Germany. Eur Spine J 15 (2006): 821-833
- [6] Kaufmännische Krankenkasse Hannover: Weißbuch Prävention 2007/2008 – Beweglich? Springer Verlag Heidelberg 2008
- [7] Ludwig J, Krämer J: Kreuzschmerz. Der Orthopäde 31 (2002): 337-343
- [8] BKK-Faktenspiegel November 2008. Download unter [www.bkk.de/faktenspiegel](http://www.bkk.de/faktenspiegel)
- [9] Vetter C, Redmann A: Arbeit und Gesundheit - Ergebnisse aus Mitarbeiterbefragungen in mehr als 150 Betrieben. WIdO-Materialie Bd. 52. Bonn (2005).
- [10] Badura B, Schröder H, Vetter C: Fehlzeiten-Report 2007. Arbeit, Geschlecht und Gesundheit - Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft. Springer Verlag Berlin-Heidelberg (2009).
- [11] [http://www.dguv.de/inhalt/zahlen/bk/anerkannte\\_Berufskrankheiten](http://www.dguv.de/inhalt/zahlen/bk/anerkannte_Berufskrankheiten)
- [12] Bolm-Audorff U, Brandenburg S, Brüning T et al: Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (I) Trauma Berufskrankh 3 (2005): 211-252
- [13] Bolm-Audorff U, Brandenburg S, Brüning T et al: Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (II) Trauma Berufskrankh 4 (2005): 320-332
- [14] Die Deutsche Wirbelsäulenstudie Teil 1: Heft 9. Zentralblatt Arbeitsmed 57 (2007): 242-286
- [15] Die Deutsche Wirbelsäulenstudie Teil 2: Heft 10. Zentralblatt Arbeitsmed 57 (2007): 290-336

- [16] Kentner M: Anspruch und Wirklichkeit der Berufskrankheitenmerkblätter – aus ärztlicher Sicht. Med Sach 105 (2009): 122-12
- [17] Kranig A, Seidler A: Erweiterte Auswertung der Deutschen Wirbelsäulenstudie (DWS). Zentralblatt Arbeitsmed 59 (2009): 202–203
- [18] Brusis T: Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit nach dem neuen Königsteiner Merkblatt. HNO 47 (1999): 140-153
- [19] Blome O, Diepgen TL, Gobrecht E, Drexel G: Das Bamberger Merkblatt - Begutachtungsempfehlungen für die BK Haut 5101. Trauma Berufskrankh 4 (2003): 397-399
- [20] DGUV (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. 4. Aufl., Gentner-Verlag Stuttgart (2007)
- [21] <http://bundesrecht.juris.de/arbmedvv/index.html>
- [22] Spallek M: Möglichkeit und Grenzen arbeitsmedizinischer Vorsorge nach dem Grundsatz 46 in: Landesverband Nordostdeutschland der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.) Berufskrankheiten 2006, E. Schmidt Verlag Berlin (2008): 259-270
- [23] Spallek M: Beschwerden am Bewegungsapparat – Vorgehen in der betriebsärztlichen Praxis. ErgoMed 1 (2008), S. 2-7
- [24] Giessen T: Die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge – ArbMedVV. Zentralblatt Arbeitsmed 59 (2009): 119-125
- [25] Leinmüller R: Rückenschmerzen – Der größte Teil ist myofaszial bedingt. Dtsch Ärztebl 105 (2008): C:1397-98
- [26] Jensen MC, Brandt-Zawadzki M, Obuchowski N et al: Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. New Engl. J Med 331 (1994): 69-73
- [27] Frisch H: Programmierte Untersuchung der Bewegungsapparates. 9. Aufl., Springer Medizin Verlag Heidelberg (2009)
- [28] Buckup K: Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln. 4. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart (2008)
- [29] Takala EP, Viikari-Juntura E: Do functional tests predict low back pain ? Spine 25 (2000): 2126-2132
- [30] Waddell G, Burton AK: Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. Occup Med 51 (2001): 124-135
- [31] Tingart M, Lerch K, Hofbauer R, Grifka J: Prinzipien der Mehr-Stufen-Diagnostik: Ein Instrumentarium zur Diagnose von Muskel-Skelett-Erkrankungen. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 38 (2003): 6–10

- [32] Bicker HJ, Grifka J, Bär HF: Die Integration der arbeitsmedizinisch-orthopädischen Mehrstufendiagnostik in den Ablauf von Arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 38 (2003): 313–322
- [33] Grifka J, Linhardt O, Liebers F: Mehrstufendiagnostik von Muskel-Skelett-Erkrankungen in der arbeitsmedizinischen Praxis. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Sonderschrift S 62 (2005)
- [34] Spallek M, Kuhn W: fokus - Funktionsorientierte körperliche Untersuchungssystematik. DVD mit Begleitmaterial. Eigenverlag (2005) ISBN 3-00-016771-4
- [35] Spallek M, Kuhn W: Funktionsorientierte körperliche Untersuchungssystematik. Die fokus-Methode zur Beurteilung des Bewegungsapparates in der Arbeits- und Allgemeinmedizin. ecomed Medizin 1. Auflage Landsberg (2009)
- [36] Liebers F, Caffier G, Frauendorf H, Steinberg U: Bundesinzidenz von Rückenerkrankungen in einer Kohorte von Bauern und Elektrikern im Untertageerzbergbau der SDAG Wismut. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 38 (2003): 556–565
- [37] Hartmann B, Seidel D: Arbeitsmedizinische Muskel-Skelett-Befunde und ihre Beziehung zu arbeitsbedingten körperlichen Belastungen – Befunde in den Wirbelsäulenregionen. *Zbl Arbeitsmed* 59 (2009): 258-268
- [38] Busch M: Gesundheitsverhalten und Untersuchungsbefunde von Ausbildungsplatzbewerbern und Auszubildenden in einem Großunternehmen der Automobilindustrie. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 42 (2007) 606–609
- [39] Buckle P: Ergonomics and musculoskeletal disorders: Overview. *Occup Med* 55 (2005): 164-167
- [40] Melchior M, Roquelaure Y, Evanoff B et al: Why are manual workers at high risk of upper limb disorders ? *Occup Environ Med* 62 (2006):754-761
- [41] Sluiter BJ, Rest KM, Frings-Dresen MH: Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health* 27(Suppl 1)(2001):1-102
- [42] Hartmann B, Bradl I, Ellegast R et al: Bewertung körperlicher Belastungen des Rückens durch Lastenhandhabung und Zwangshaltungen im Arbeitsprozess. Leitlinie der DGAUM. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 43 (2008): 455–462
- [43] von Orelli F, Enggist U, Huber O et al: Risikofaktoren für Bewegungsapparatsprobleme bei Rekruten. *Schweiz Z. Militär- und Katastrophenmed.* 75 (1998): 23–36

- [44] Rasev E: Was ist Koordination? Die Säule 4 (1999): 1-8
- [45] Farwer S: Risikofaktoren für das kurzfristige Auftreten von Lendenwirbelsäulenbeschwerden bei Auszubildenden in der metallverarbeitenden Industrie. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin an der MHH Hannover (2000)
- [46] Farwer S, Spallek M, Kuhn W: Risikofaktoren für das kurzfristige Auftreten von Lendenwirbelsäulenbeschwerden bei Auszubildenden in der metallverarbeitenden Industrie. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 40 (2000): 205-206
- [47] Kuhn W, Spallek M, Krämer J, Grifka J: Arbeitsmedizinisch-orthopädischer Untersuchungsbogen der Wirbelsäule. Med Sach 94 (1998): 128–131
- [48] Dahmer J: Anamnese und Befund. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 10. Erweiterte Auflage 2006
- [49] Borg G: Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand J Rehab Med 3 (1970): 92-98
- [50] Rompe G, Erlenkämper A: Begutachtung der Haltungs- und Bewegungsorgane. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 5. Überarbeitete Auflage 2009
- [51] Frisch H: Programmierter Untersuchung des Bewegungsapparates. Springer Medizin Verlag Heidelberg 9. Auflage 2009
- [52] Andersen JH, Thomsen JF, Overgaard E et al: Computer use and carpal tunnel syndrome: a 1-year follow-up study. JAMA 289 (2003):2963-2969
- [53] van Tulder M, Malmivaara A, Koes B: Repetitive strain injury. Lancet 369 (2007): 1815-1822
- [54] O'Neill B, Forsythe ME, Stanish WD: Chronic occupational repetitive strain injury. Can Fam Physician 47 (2001): 311-316
- [55] Läubli T, Thomas C, Hinnen U: Erfassung muskuloskelettaler Beschwerden mittels Fragebogen. Soz Präventivmed 36 (1991): 25-33
- [56] Spallek M, Krause W, Stork J: Unterarm- und Handgelenksbeschwerden bei manuell-repetitiven Arbeiten. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 35 (1995): 135-39
- [57] Ashbury FD: Occupational Repetitive Strain Injuries and Gender in Ontario 1986-1991. J Occup Environ Med 37 (1995): 479-485
- [58] Hultgren GV, Knave B: Discomfort Glare and Disturbances from Light Reflections in an Office with CRT Display Terminals. Appl Ergon 5 (1974): 2-8
- [59] Spallek M., W. Kuhn: Die funktionelle Untersuchung der Wirbelsäule in der Arbeitsmedizin. Konietzko - Dupuis – Letzel (Hsrg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, 37. Ergänzungslieferung, I - 5.7.1, EcoMed-Verlag (2004): 1-12

- [60] BKK Bundesverband (Hrsg): BKK Gesundheitsreport 2008. Essen (2009)
- [61] Debrunner AM: Orthopädie, orthopädische Chirurgie: Patientenorientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates. 4. Aufl. Verlag Hans Huber Bern (2002)
- [62] Wirth CJ (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Bd. I: Konservative Orthopädie. Thieme Verlag Stuttgart New York 3. Aufl. (2001)
- [63] Krämer J, Grifka J: Orthopädie, Unfallchirurgie. Springer Verlag Heidelberg 8. Auflage (2007)
- [64] Haase I, Riedl G, Birkholz IB, Zellner M: Verzahnung von medizinischer Rehabilitation und beruflicher Reintegration. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 37 (2002): 7.
- [65] Isernhagen SJ Functional capacity evaluation. In: Isernhagen SJ (Hrsg.) Work injury: management and prevention. Aspen Publishers Gaithersburg (1988): 139–174
- [66] Kaiser H, Kersting M, Schian HM et al: Der Stellenwert des EFL-Verfahrens nach Susan Isernhagen in der medizinischen und beruflichen Rehabilitation. Rehabilitation 39 (2000): 297–306
- [67] Grosser V: Einschätzung der Arbeitsfähigkeit durch EFL-Test. Trauma Berufskrankh 10 (2008): 117–119
- [68] Waddell G, Newton M, Henderson I et al: A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. Pain 52 (1993): 157-168
- [69] Siegrist J: Adverse health effects of high/low reward conditions. J Occ Health Psychol 1(1996): 27-41
- [70] Pflingsten M, Müller G: Vom Symptom zur Krankheit. In: Hildebrandt J, Pflingsten M, Müller G (Hrsg.). Die Lendenwirbelsäule. München, Urban & Fischer Verlag (2004): 55-66
- [71] Siegrist J, Dragano N: Psychosocial stress and disease risks in occupational life. Results of international studies on the demand-control and the effort-reward imbalance models. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 53 (2008): 305-312
- [72] Deutsche Rentenversicherung Bund DRV-Bund: Leitlinien zur Rehabilitationsbedürftigkeit bei Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates (2005). Download: <http://www.deutsche-rentenversicherung.de>

- [73] Liebers F, Thalau F, Dörre C et al: Leitlinien in der Prävention von Rückenbeschwerden. Zbl Arbeitsmed (2008) 58: 253-254
- [74] Krämer J, Wilcke A, Krämer R: Wirbelsäule und Sport. Deutscher Ärzte Verlag Köln. (2005): 1-215
- [75] Hartmann B, Spallek M: Arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 44 (2009): 423-336
- [76] Nübling M, Hasselhorn H-M, Hofmann F: Berufsassoziierte Beschwerdeprofile bei älteren Arbeitnehmern - eine Sekundäranalyse. Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 43 (2003): 194-197
- [77] Giesen T, Zerlett G: Berufskrankheiten und medizinischer Arbeitsschutz. 7. Auflage. Kohlhammer, Stuttgart – Berlin – Köln (1988)
- [78] Kusnetz S, Hutchinson MK (Eds.): A Guide to the Work-relatedness of disease. DHHS (NIOSH) Publication No. 79-116 (1979). Download: <http://www.cdc.gov/niosh/79-116.html>
- [79] Bernard BP. (Ed.): Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (1997)
- [80] El Batawi M: Work-related diseases. Scand J Work Environ Health (1984): 341-346.
- [81] Seidel D, Solbach T, Fehse R, Donker L, Elliehausen HJ: Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten. In Robert-Koch-Institut (Hrsg.): Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Themenheft 38. Berlin (2007). Download unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de)
- [82] Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften AWMF (2009). Leitlinien für Diagnostik und Therapie Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. [http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/II\\_033.htm](http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/II_033.htm)
- [83] WHO (2005). ICF - Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Download: [http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/icf/endaussage/icf\\_endfassung-2005-10-01.pdf](http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/icf/endaussage/icf_endfassung-2005-10-01.pdf)
- [84] Isernhagen SJ, Hardt DL, Matheson LM: Reliability of independent observer judgement of level of lift effort in a kinesiophysical Functional Capacity Evaluation. Work 12 (1999): 145-150.

- [85] Kentner M: Berufskrankheiten Meniskopathie und Gonarthrose: funktionelle Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes. Med Sach 104 (2008): 228-235
- [86] Henke R, Oesingmann U, Lehmann F, Engelbrecht J: Gesundheitsförderung - Prioritäre Handlungsfelder. Dtsch Ärztebl 98 (2001): A 1046-1048
- [87] Hartmann B, Schwarze S, Liebers F, Spallek M, Kuhn W, Caffier G: Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Belastungen des Muskel-Skelettsystems. Teil 1: Zielstellungen, Konzeption und Anamnese. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed. 40 (2005): 60-68
- [88] Spallek M, Kuhn W, Schwarze S, Hartmann B: Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Belastungen des Muskel-Skelettsystems. Teil 2: Funktionsorientierte körperliche Untersuchungssystematik (fokus©) des Bewegungsapparates in der Arbeitsmedizin. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed. 40 (2005): 244-250
- [89] Hartmann B, Spallek M, Kuhn W, Liebers F, Schwarze S: Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Belastungen des Muskel-Skelettsystems. Teil 3: Die Beratung bei Befunden am Muskel-Skelett-System als Teil der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed. 40 (2005): 298-306
- [90] Hartmann B, Spallek M, Liebers F, Schwarze S, Linhardt O: Leitfaden zur Diagnostik von Muskel-Skelett-Erkrankungen bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed. 41(2006): 5-15
- [91] BGI 504-46: [www.hvbg.de/d/bgz/praevaues/amed/bg\\_grund/g46](http://www.hvbg.de/d/bgz/praevaues/amed/bg_grund/g46)
- [92] Bundesgesetzblatt Unfallversicherungsanzeigeverordnung UV-AV. Teil I Nr. 7 (2002)
- [93] Hepp R, Debrunner HU: Orthopädisches Diagnostikum. 7. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Thieme Verlag Stuttgart (2004)
- [94] Stahl Ch: Klinische Diagnostik der Extremitätengelenke. ecomed Medizin Landsberg (1999)
- [95] Hoppenfeld S: Klinische Untersuchung der Wirbelsäule und Extremitätengelenke. 2. Auflage Gustav Fischer Verlag Stuttgart (1992)
- [96] Kendall FP, McCreary EK: Muskeln - Funktionen und Test. 3. Auflage Gustav Fischer Verlag Stuttgart (1985)
- [97] Thomas JS, France CR: The relationship between pain-related fear and lumbar flexion during natural recovery from low back pain. Eur Spine 17 (2008): 97-103

- [98] Kobelt A, Spallek M, Grosch E et al: Entwicklung eines Kurzscreenings zur praktischen Einschätzung der subjektiven Rehabilitationsbedürftigkeit im Betrieb und in der ärztlichen Praxis. DRV-Schriften, 77 (2008): 104-106
- [99] Schwarze M, Fischer M, Kreiß T et al: JobReha - occupational prevention and rehabilitation programme for patients with musculoskeletal disorders: physician- and patient-reported outcomes. J Rehab Med 47 (2008) (Supl.).
- [100] Schwarze M, Ristel N, Schröder T et al: Arbeitsplatzorientierte Rehabilitation bei Mitarbeitern mit MSE: Konsequenzen für die Wiedereingliederung und präventive Interventionen im Betrieb. Verh Dt Ges Arbeitsmed 49 (2009): 131-138

## 6 Danksagung

Als erstes möchte Herrn Prof. Dr. David Groneberg und seinem Ärzte- und Mitarbeiterteam Dr. David Quarcoo, Karin Vitzthum, Stefanie Mache, Bianca Kusma, Cristian Scutaru und Silvana Kölzow danken, nicht nur für die Möglichkeit, als Gastwissenschaftler am Institut für Arbeitsmedizin der Charité in Berlin tätig sein zu können, sondern auch für die intensiven Diskussionen und Gespräche zu vielfältigen gemeinsamen wissenschaftlichen Projekte sowie für die notwendige Unterstützung im Habilitationsverfahren.

Mein besonderer Dank gilt meinem langjährigen Weggefährten, Kollegen und Freund Dr. Walter Kuhn, ohne dessen Wissen und Diskussionsbereitschaft, allseits angewandte chirodiagnostische oder physiotherapeutische Kenntnisse kritisch zu hinterfragen und zu bewerten, viele unsere gemeinsamen Arbeiten nicht erfolgreich gewesen wären. Dieser Dank gilt auch Dr. Susanne Farwer, die mit ihrer damals zu Recht preisgekrönten Dissertationsarbeit viele Grundlagen für die späteren Arbeiten zu einer Untersuchungsmethodik gelegt hat. Einen wesentlichen Anteil an diesen Arbeiten hat auch mein gesamtes langjähriges Mitarbeiterteam bei VW Kassel und VW Nutzfahrzeuge in Hannover, wobei mir vor allem in Hannover Renate Golatka, Heidrun Hübschen, Rolfdieter Wilke und Dr. Uwe Hassler oft aktiv zur Seite standen, um notwendige Zeit- und Freiräume für die zusätzlichen praxisbezogenen Untersuchungen zu schaffen. Ebenso ist den ehemaligen leitenden VW-Werkärzten Frau Dr. Barbara Elster, Dr. Bodo Marschall und Dr. Joachim Stork zu danken, die mich in unseren gemeinsamen Jahren im arbeitsmedizinisch-klinischen wie auch im wissenschaftlichen Bereich immer intensiv unterstützt und gefördert haben.

Natürlich sind viele weitere Kolleginnen und Kollegen an der in dieser kumulativen Arbeit beschriebenen Entwicklung unserer Untersuchungssystematik beteiligt gewesen, entweder als Koautoren oder mit praktischer Unterstützung, Kritik und Diskussionsbereitschaft. Besonders möchte ich mich dafür bedanken bei Frau Prof. Sieglinde Schwarze von der Universität Düsseldorf, Prof. Bernd Hartmann von der Berufsgenossenschaft Bau in Hamburg, Frau Prof. Renate Wrbitzky,

Prof. Dr. Christian Gutenbrunner und Frau Dr. Monika Schwarze von der Medizinischen Hochschule Hannover, Dr. Dieter Pütz aus der Deister-Weser-Klinik in Bad Münder, Prof. Alwin Luttmann und PD Dr. Matthias Jäger vom Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund, Prof. Dr. Richard Kessel, Fr. Dr. Anke van Mark und Dr. Stephan Weiler von der Universität Lübeck sowie bei Dr. Falk Liebers und Dr. Gustav Caffier von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Berlin.

Als Projektpartner, die mit ihrer Unterstützung und Teilnahme an Modellprojekten dankenswerterweise wesentlich zur Umsetzung der Methodik in die Praxis beigetragen haben, sind zu nennen: Claus Umbach mit seinem Team der Health und Ergonomie Consulting Baunatal, die AUDI BKK mit Herrn Norbert Cordes und Frau Nicole Noll, die Deutsche BKK mit Frau Andrea Czernitzky sowie das Team der EFL Akademie in Braunschweig mit den Herren Albrecht Jacobs, Gerhard Schnalke und Heiko Wehe

Zur Weiterentwicklung einer Untersuchungssystematik sind aber auch praxisbezogene Veranstaltungen in direktem Kontakt mit Kollegen und Patienten unabdingbar notwendig. Seit vielen Jahren werden Dr. Kuhn und ich dabei in der Durchführung praktischer Kurse und Seminare unterstützt von der Akademie für Arbeitsmedizin und Gesundheitsschutz in Berlin mit ihrer leider in 2009 verstorbenen Leiterin Fr. Dr. Barbara Nemitz, vom Institut Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung in Dresden mit Herrn Dr. Giso Schmeisser und vom Verband der Betriebs- und Werkärzte, insbesondere vom Geschäftsführer Herrn Jochen Protzer und den Herren Dr. Uwe Gerecke vom Landesverband Niedersachsen sowie Dr. Bernward Siebert vom Landesverband Berlin.

Auch den mittlerweile mehr als 1700 Teilnehmern in den Kursen gilt mein Dank, die durch ihre stete Nachfrage nach praxisbezogener Weiterbildung, durch konstruktive Kritik und Anregungen in den Kursen und vor allem auch durch die Umsetzung der Systematik in ihren Arbeitsalltag wesentlich zum Erfolg der Methode beigetragen haben.

Nicht zuletzt möchte ich mich aber vor allem bei meiner Frau Martina und meinen Kindern Fabian und Sarah für ihre immer fortwährende, liebevolle und tatkräftige Unterstützung in den vielen Jahren meiner bisherigen Berufslaufbahn bedanken. Ohne sie wären diese Arbeiten und vor allem auch die vorliegende Zusammenfassung nicht entstanden.

## 7 Erklärung

§ 4 Abs 3 (k) der HabOMed der Charité

Hiermit erkläre ich, dass

- weder früher noch gleichzeitig ein Habilitationsverfahren durchgeführt oder angemeldet wurde,
- die vorgelegte Habilitationsschrift ohne fremde Hilfe verfasst, die beschriebenen Ergebnisse selbst gewonnen sowie die verwendeten Hilfsmittel, die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern/ Wissenschaftlerinnen und mit technischen Hilfskräften sowie die verwendete Literatur vollständig in der Habilitationsschrift angegeben wurden,
- mir die geltende Habilitationsordnung bekannt ist.