

DER RÜCKEN ALS PROJEKTIONSGEBIET BIOPSYCHOSOZIALER DYSBALANCEN
WIRBELSÄULENFUNKTION UND RÜCKENSCHMERZ

Von der Philosophischen Fakultät der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
zur Erlangung des Grades einer Doktorin der Philosophie (Dr. phil.) genehmigte

Dissertation

von Ina Rosemeier

geboren am 18.11.1970 in Bad Oeynhausen

2013

Referent: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Jürgen Dordel

Korreferentin: Prof. Dr. phil. Christine Morgenroth

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Dezember 2012

Danksagung

Zum Gelingen dieser Arbeit haben einige Personen beigetragen, denen ich an dieser Stelle ein herzliches Dankeschön aussprechen möchte.

Mein erster Dank gilt Prof. Dr. rer. nat. Hans-Jürgen Dordel für die Überlassung des Themas und die großzügige Bereitstellung des Messinstruments sowie der zeitlichen Freistellung aus dem Therapiebetrieb während der Datenerhebung.

Die Untersuchung wurde größtenteils in den Räumen der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft in Hannover durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Arbeitsmedizinischen Dienstes für die guten wissenschaftlichen Rahmenbedingungen und die herzliche Aufnahme bedanken. Insbesondere aber danke ich Dr. med. Jobst Konerding für sein Interesse an meiner Arbeit sowie für seine Unterstützung bei der Rekrutierung der Probanden.

Des Weiteren möchte ich mich bei Dr. phil. Dipl.-Biol. Birgit Pavlovsky für ihre Idee und für ihre Bemühungen, den wertvollen Kontakt zur Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Hannover herzustellen, bedanken.

An dieser Stelle gebührt allen Probandinnen und Probanden ein Dankeschön für ihre Geduld beim Fragebogenausfüllen und für ihre gute Mitarbeit während der Messvorgänge.

Ein besonderer Dank gilt meiner Schwester Petra Rosemeier, die sich während der Erstellung meiner Arbeit stets Zeit genommen hat, mich mit ermutigenden Gesprächen und konstruktiven Vorschlägen zu unterstützen, und Markus Herrlich, der sich bei der inhaltlichen Durchsicht viel Zeit genommen hat und immer ein geduldiger Ansprechpartner war.

Bedanken möchte ich mich auch bei Dr. phil. Sören Philipps für die gründliche und kritische Durchsicht des Rohentwurfs meiner Arbeit.

Ein ganz herzliches Dankeschön richte ich an meine Mutter, Renate Rosemeier, für ihren liebevollen Beistand und an Thomas Klingemann für seine Geduld.

„Die meisten Menschen suchen bei der Veränderung ihres Lebens am falschen Ort. Sie interessieren sich in erster Linie für richtiges Verhalten. Das ist wenig effektiv. Die dauerhafte Veränderung eines Menschen ist primär ein innerer Prozess. Eine echte Verhaltensänderung erfordert daher immer zunächst eine Veränderung der inneren Haltung. Dort wohnt `Das wahre Ich` eines Menschen.“ (Blanchard 1994, in Denner 2005, 157)

Zusammenfassung

Einleitung: Rückenschmerzen sind in Deutschland ein weit verbreitetes gesundheitliches Problem mit gravierenden sozioökonomischen Folgen und bisher unbefriedigenden therapeutischen Optionen. Über einen möglichen Zusammenhang zwischen der Wirbelsäulenfunktion und Rückenschmerzen wird seit Jahren berichtet (Schröder 2011, 49; Smith et al. 2008, 2101; Seichert, 1994, 35). Auch die funktionellen Verhältnisse der Bewegungssegmente sind Bestandteil dieser Diskussion. Eine besondere Bedeutung kommt den psychosozialen Risikofaktoren zu, da sie für die Chronifizierung der Beschwerden verantwortlich gemacht werden (Köstermeyer et al. 2005, 45; Pfingsten et al. 1997, 247).

Methodik: In einer Querschnittuntersuchung wurden 166 Rückenschmerzpatienten (85 männlich / 81 weiblich) zu ihrer Schmerzsymptomatik befragt und ihre Wirbelsäule mit dem MediMouse-System® als Oberflächenmessverfahren vermessen. Dabei wurden Parameter zur Wirbelsäulenfunktion (Inklinationswinkel, Beckenneigung und Krümmungswinkel der Brust- und Lendenwirbelsäule im aufrechten Stand sowie in der Vor-, Rück-, und Seitbeuge) sowie Daten zur Erfassung von Beschwerdebild und Lebenssituation der Probanden erhoben. Zur Aufklärung und Absicherung möglicher korrelativer Befunde zwischen den unterschiedlich skalierten Wirbelsäulenmessdaten und den Daten der Befragung wurden unter Einsatz des Statistikprogramms SPSS unterschiedliche Rechenverfahren eingesetzt.

Ergebnisse: Die Auswertung des Fragebogens zeigte, dass die zuwendungsbetonte Beziehung zu Ärzten und Therapeuten für die Testteilnehmer von großer Bedeutung für den Behandlungserfolg ist. Dabei betonte die Mehrzahl der Probanden, dass für sie Gespräch und Beratung sowie die körperliche Untersuchung durch den Arzt sehr wichtig sind. Aus den Befragungsergebnissen ergaben sich keine Hinweise darauf, dass psychische Belastungen als rückenschmerzauslösende Stressoren eine Rolle spielen.

Durch vergleichende Prüfverfahren konnten korrelative Beziehungen zwischen der sagittalen Wirbelsäulenhaltung und der körperlichen Beanspruchung der Probanden deutlich gemacht werden. Testpersonen mit starker Beckenneigung und vorwiegend sitzender Tätigkeit gaben Bewegungsmangel als Auslöser für ihre Rückenschmerzepisoden an. Testpersonen mit einer ausgeprägten kyphotischen Schwingung der Brustwirbelsäule beklagten dagegen Schmerzverstärkungen bei körperlicher An-

strengung. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass in aufrechter Haltung der Grad der Seitneigung des Kreuzbeins und der Lumbalsegmente mit der Dauer und Häufigkeit der Schmerzepisoden korreliert.

Die deskriptive Auswertung der Wirbelsäulenmessdaten zeigte bei circa der Hälfte der Testpersonen funktionell auffällige, das heißt, vergrößerte Segmentwinkel als Ausdruck für Hypermobilität in Haltung und Bewegung. Bei Frauen ließ sich dies häufiger beobachten als bei männlichen Probanden. In den vergleichenden Analysen standen diese Winkelsprünge aber in keiner signifikanten Beziehung zu den Daten der Schmerzsymptomatik. Hinweise auf Haltungsschwächen (Hyperlordosierung, Hyperkyphosierung, flache thorakale und lumbale Wirbelsäule, Skoliose) und eine Beeinträchtigung der Wirbelsäulenmobilität durch Rückenbeschwerden waren für die hier im Fokus stehende Gruppe chronischer Rückenschmerzpatienten statistisch nicht abzusichern.

Fazit und Ausblick: Die sozialwissenschaftlichen Befunde weisen auf die Notwendigkeit der gesprächsorientierte Erweiterung der ärztlich-therapeutischen Kompetenzen und auf die unumgängliche Erhöhung des Zeitbudgets einer Therapieeinheit hin. Dadurch böte sich die Möglichkeit, bereits im Anfangsstadium einer Rückenschmerzkrankung Maßnahmen zu ergreifen, die die Selbstwirksamkeit des Patienten im Sinne eigener präventiver Verhaltensweisen stärken. Eine qualifiziert geleitete körperlich-motorische Aktivierung mit der Möglichkeit einer psychologischen Begleitung des Patienten sollte anstelle der rein biomedizinischen Behandlungsweise in den Fokus der therapeutischen Intervention gestellt werden.

Schlagwörter: Chronischer Rückenschmerz, Wirbelsäulenmessung, Therapieoptimierung

Abstract

Introduction: It has been established that back pain has become a widespread health problem in Germany. This has brought about serious socio-economic consequences, and to date, most of the therapeutic approaches have proved unsuccessful. Over the past years, possible connections have been determined between the causative factors of the spinal column with back pain (Schröder 2011, 49; Smith et al. 2008, 2101; Seichert, 1994, 35). The functional conditions of the spinal mobile segments also feature as an element of this discussion. Of particular importance are psychological risk factors as they are perceived to exacerbate the symptoms (Köstermeyer et al. 2005, 45; Pfingsten et al. 1997, 247).

Methodology: Cross sectional investigations were carried out on 166 patients (85 males / 81 females) to determine the symptomatic condition of their back pain. The spinal column was measured using the MediMouse-System as a guideline (surface measurement device). In the process, parameters of the function of the spinal column (inclination angle, inclination of pelvis, angle of curvature of thoracic and lumbar spine in standing position, also in forward, backward and sideward positions) were determined and details regarding the personal circumstances and acquisition and evolution of symptoms were captured. In order to clarify and define the possible correlative findings between the differing scaled measurements of the spinal column and the results of the survey, various methods of calculation were applied using the Statistic Programme SPSS.

Results: Evaluation of the questionnaire reveals the great importance of trust and dedication required between the physicians, the therapists and the test participants in order to achieve successful results. The majority of the probands emphasize the high significance of the consultation and medical advice, as well as the physical examination carried out by the doctor. The results of the questionnaire indicate that psychological pressure is not considered to be a stress factor causing back pain.

Comparative investigations clearly demonstrated the correlative connections between the sagittal posture of the spinal column and physical exertion of the probands. Those with a severe inclination of the pelvis and who predominantly work in a sedentary position declared that hypokinesia provokes episodes of back pain. Probands with a distinctive kyphotic posture of the thoracic spinal column complained of an increase in pain associated with physical exertion. Furthermore, it became evident that

in an erect posture the degree of lateral inclination of the sacrum and the lumbar segments correlate with the duration and frequency of the pain episodes.

The descriptive analysis of the data measured revealed that approximately half of the probands showed a degree of hypermobility. This was demonstrated by increased segment angles in posture and movement. Female participants appeared to be more affected than male participants. In comparative analyses, these distances between the segment angles however, showed no correlation with the data of the pain experienced by the probands.

Evidence of faulty posture (hyperlordosis, hyperkyphosis, flat thoracic and lumbar vertebral column, scoliosis) and an impairment of the spinal column's mobility caused by back problems were statistically not determined in the group of patients suffering chronic back pain.

Conclusion and Outlook: The socioscientific findings indicate the importance of adding a comprehensive discussion-based interaction to conventional therapy, as seen from both medical and therapeutic aspects. It also underlines the inevitable need of extending the time budget of a therapy unit. This would offer the opportunity to take the necessary measures already at the very early stage of a back problem and to encourage each individual patient to become self-efficient in maintaining a preventative behaviour.

Therapeutic intervention should focus on a qualified guided physical-motoric activation, possibly combined with psychological support for the patient instead of placing the focus on a purely biomedical form of treatment.

Keywords: Chronic back pain, Measurement of the spinal column, Therapy optimization

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

Abstract

Einleitung

1	Rückenschmerz als biopsychosoziales Phänomen - Der aktuelle Forschungsstand	14
1.1	Der Rücken	16
1.2	Rückenschmerzen	18
1.2.1	Historischer Hintergrund	20
1.2.2	Akuter Schmerz	24
1.2.3	Chronischer Schmerz	24
1.2.4	Pathophysiologie chronischer Schmerzen	27
1.2.5	Ätiologie von Rückenschmerzen	29
1.2.6	Epidemiologie und Krankheitskosten	31
1.3	Einflussfaktoren auf Rückenschmerzen	33
1.3.1	Biologische Einflussfaktoren	34
1.3.1.1	Körperhaltung	34
1.3.1.2	Wirbelsäule	36
1.3.1.3	Muskulatur	39
1.3.1.4	Haltungs- und Bewegungssteuerung	44
1.3.2	Psychosoziale Einflussfaktoren.....	49
1.3.2.1	Individuelles Schmerzverhalten	50
1.3.2.2	Depressive Stimmungslage und anhaltender Distress.....	51
1.3.2.3	Arbeitsbedingungen	52
1.4	Biopsychosoziales Modell	54
1.4.1	Interaktion zwischen Körper und Seele.....	57
1.4.2	Gesundheit und Krankheit aus biopsychosozialer Sicht	58
1.5	Zusammenfassung.....	59
2	Studie über die Wirbelsäulenfunktion bei chronischem Rückenschmerz	63
2.1	Methodik.....	63
2.1.1	Auswahl der Probanden.....	64
2.1.2	Befragung	64
2.1.3	Wirbelsäulenmessung.....	65
2.1.4	Datenanalyse	70
2.2	Ergebnisse	71
2.2.1	Deskriptive Auswertung der Befragung.....	71
2.2.2	Deskriptive Auswertung der Wirbelsäulenmessung	83

2.2.2.1	Die anthropometrischen Merkmale der Probanden.....	83
2.2.2.2	Die biometrischen Merkmale der Probanden.....	86
2.2.2.3	Zusammenfassung	112
2.2.3	Korrelationsanalytische Prüfung der Wirbelsäulenfunktion	114
2.2.3.1	Funktionelle Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Sagittalebene.....	114
2.2.3.2	Funktionelle Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Frontalebene.....	123
2.2.3.3	Sagittale Wirbelsäulenfunktion und Rückenschmerz	128
2.2.3.4	Frontale Wirbelsäulenfunktion und Rückenschmerz	133
2.2.3.5	Geschlechtsspezifische Merkmale der Rückenschmerzsymptomatik	138
2.2.3.6	Anthropometrische Merkmale und Wirbelsäulenfunktion	140
2.2.3.7	Anthropometrische Merkmale und Rückenschmerz.....	147
2.2.3.8	Berufsalltag und Wirbelsäulenfunktion.....	149
2.2.3.9	Berufsalltag und Rückenschmerz	149
2.2.3.10	Bewegungsaktivität und Wirbelsäulenfunktion	150
2.2.3.11	Bewegungsaktivität und Rückenschmerz	152
2.2.3.12	Zusammenfassung	153
3	Fazit und Ausblick	162
4	Literaturverzeichnis	168
5	Anhang.....	196

Einleitung

„The Problem is we cannot assess back pain, we can only assess the person with back pain.“ (Waddell 1998, in Pfingsten und Hildebrandt 2011, 438).

Schmerzen sind häufig ein Zeichen von Krankheiten oder Störungen der Gesundheit und der individuellen Befindlichkeit. Für die Betroffenen sind sie ein Warnsignal, dass "etwas an einer Stelle nicht in Ordnung ist". Dies gilt auch für Rückenschmerzen. Rückenschmerzen sind aber außerdem ein mit psychischen Komponenten verbundenes komplexes Phänomen, das gekennzeichnet ist durch unterschiedliche Qualitäten, und Intensitäten. Das Spektrum reicht dabei von kurzzeitigen und gut lokalisierbaren Schmerzen über länger anhaltende Schmerzzustände bis hin zu chronischen Rückenschmerzen im Sinne einer eigenständigen Schmerzerkrankung (Ellert und Neuhäuser 2009).

Köstermeyer et al. (2005, 45) und Schifferdecker-Hoch et al. (2003, 637) berichten von einer seit Jahren steigenden Anzahl an chronischen Rückenschmerzen erkrankter Personen in der deutschen Bevölkerung. Nach Heyde (2011, 3) leiden circa 80 % aller Menschen im Laufe ihres Lebens mindestens einmal unter Rückenschmerzen. Diese Beschwerden betreffen hauptsächlich die Lendenwirbelsäule, es kommt aber auch in höher gelegenen Rückenarealen - insbesondere im Bereich der Halswirbelsäule und des Nackens - zu Schmerzen und funktionellen Störungen. Rückenschmerzen treten auch bei gesundheitsbewussten und körperlich aktiven Menschen auf, die hauptsächlich ihr Herz-Kreislauf-System trainieren (Richardson 2009, 3).

Schifferdecker-Hoch et al. (2003, 637) begründen den Anstieg der Erkrankungsfälle mit den sich verändernden biomechanischen Anforderungen an die Wirbelsäule, bedingt durch die phylogenetisch bestimmte Vertikalisierung des Rumpfes und durch die sich stetig wandelnden Umwelt-, Lebens- und Arbeitsbedingungen des Menschen. Bedeutsam ist dabei die Tatsache, dass in den letzten 50 Jahren die physische Arbeitsbelastung abnahm und seitdem ein Großteil der Arbeitnehmer einer sitzenden Tätigkeit nachgeht (ebd. 2003, 638). Die Evolution zum aufrecht stehenden und gehenden Menschen bedeutete neben der Aufrichtung der Wirbelsäule in eine vertikale Lage auch die Veränderung ihrer Form. Die bei den Vierfüßlern noch rund-

bogenähnlich geformte Wirbelsäule wandelte sich in die doppelt S-förmige Wirbelsäule beim Menschen (Denner 1997, 1.2; Seichert et al. 1994, 35).

Dem Verlauf einer Rückenschmerzkrankung liegen interagierende Beziehungen zwischen dem natürlichen Alterungsprozess, dem allgemeinen Gesundheitszustand und der körperlichen Fitness sowie berufliche und persönliche Belastungen zugrunde (Denner 1997, 1.3; Pfingsten et al. 1997, 247). Wenngleich spezifische Krankheitsprozesse der Wirbelsäule selten die alleinige Ursache von Rückenbeschwerden sind, so können degenerative und funktionelle Veränderungen der Bewegungssegmente doch Auslöser einer Schmerzepisode sein (Pfingsten und Hildebrandt 2004, 401).

Bei Rückenschmerzpatienten lassen sich neben den oftmals ausgeprägten Leistungsmängeln der wirbelsäulensichernden und –entlastenden Rumpfmuskulatur auch Funktionsstörungen der Wirbelsäule selbst nachweisen (Niemi und Seidel 2011, 8). In diesem Zusammenhang vermuten Wissenschaftler Korrelationen zwischen Rückenbeschwerden und der Wirbelsäulenfunktion insbesondere in der Sagittalebene (Schröder 2011, 49; Seichert et al. 1994, 35). In einer Untersuchung zu Beziehungen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Rückenschmerzen bei Jugendlichen konnten Smith et al. (2008, 2101ff) nachweisen, dass Abweichungen von den normalen Schwingungsverhältnissen mit vermehrten Rückenschmerzen einhergehen. Hypothesen über Korrelationen zwischen der sagittalen Wirbelsäulenform und Rückenschmerzen bei Erwachsenen können jedoch wissenschaftlich bisher nur unbefriedigend gestützt werden (Schröder 2011, 50).

Die Behandlungspraxis der Bewegungs- und Physiotherapie zeigt, dass sich oftmals Patienten vorstellen, die konkrete Schmerzanlässe wie "Verheben", "Dauerbelastung in Fehlhaltung" oder "nächtliches Verliegen" als Auslöser für rezidivierende Schmerzattacken angeben. Dies gibt Anlass zu der Vermutung, dass funktionelle Defizite der Wirbelsäule vorliegen, die in Kombination mit psychosozialen Faktoren mitverantwortlich für die beklagten Rückenbeschwerden sind. Auch Hamilton (2008, 7) führt in diesem Zusammenhang an, dass Struktur und Funktion der Wirbelsäule mit Rückenbeschwerden korrelieren können.

Auf der Grundlage des gegenwärtigen Diskussionsstandes soll mit der vorliegenden Arbeit eine Beschreibung der Wirbelsäulenfunktion bei Rückenschmerzpatienten aus empirischer Sicht erfolgen. Hier stehen vor allem die haltungs- und beweglichkeits-

bestimmenden Parameter sowie die funktionell-strukturellen Verhältnisse der spinalen Segmente im Vordergrund der Betrachtung.

Auf der Basis einer Befragung und Vermessung der Wirbelsäule bei einer größeren Zahl von Rückenschmerzpatienten werden die Krümmungswinkel der Wirbelsäule und die funktionellen Verhältnisse der Bewegungssegmente beschrieben und unter Berücksichtigung der anthropometrischen Merkmale und der Lebenssituation der Betroffenen durch vergleichend statistische Prüfverfahren untersucht. Vor allem werden die Erfahrungen der Rückenschmerzpatienten mit ihrem Problem erfragt und in Beziehung zu den objektiven Messdaten gestellt.

1 Rückenschmerz als biopsychosoziales Phänomen - Der aktuelle Forschungsstand

In Deutschland leiden vier von fünf Erwachsenen mindestens einmal im Jahr unter Rückenschmerzen, und fast täglich stellen sich in der bewegungs- und physiotherapeutischen Praxis Patienten mit Rückenbeschwerden vor. Neben der individuellen Beeinträchtigung entsteht der Wirtschaft jährlich ein Schaden von neun Milliarden Euro durch Produktionsausfälle (Gesundheitsberichte 2008, 5).

Über die Ursachen der Rückenbeschwerden gibt es unterschiedliche Annahmen. Als Gründe für ihre Entstehung und ihr Fortbestehen werden eine inaktive Lebensweise (wie sitzende Tätigkeiten und Bildschirmarbeit bei fehlendem Bewegungsausgleich) in Verbindung mit Fehlernährung sowie psychosoziale Faktoren, gekennzeichnet durch einen geringen Bildungsstand, eine problematische Arbeitsplatzsituation, eine depressive Stimmungslage sowie persönliches Fehlverhalten angenommen (Stingel und Detjen 2005, 137).

Ebenso wird eine Korrelation zwischen Rückenbeschwerden und der Wirbelsäulenfunktion vermutet. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen den beklagten Schmerzen und der Funktion der Wirbelsäule bisher noch nicht eindeutig geklärt (Schröder 2011, 49). Fehlstellungen in der Frontalebene, beispielsweise skoliotische Verkrümmungen, sind in der Behandlungspraxis als Risikofaktoren für chronische Rückenschmerzen anerkannt. Der Hypothese, dass funktionelle Auffälligkeiten der Wirbelsäule in der Sagittalebene ein Indikator für dauerhafte Rückenschmerzen sind, wird weiterhin mit Skepsis begegnet (ebd. 2011, 49).

Rückenschmerzen treten in allen Altersklassen und gesellschaftlichen Schichten auf. Bislang wurde davon ausgegangen, dass Rückenschmerzen aber vermehrt im mittleren Erwachsenenalter (35 bis 55 Jahre) vorkommen. Dies könnte eine Fehleinschätzung sein, weil Rückenbeschwerden in anderen Altersgruppen gesamtwirtschaftlich weniger bedeutsam sind als bei berufstätigen Menschen und daher weniger Beachtung finden (Pfungsten und Hildebrandt 2004, 396). Das erstmalige Auftreten von Rückenschmerzen verlagert sich immer weiter nach vorn in das Kindes- und Jugendalter. Skandinavischen Untersuchungen zufolge leiden bereits 25 % der 11- bis 17jährigen Schulkinder unter Rückenschmerzen mit Aktivitätseinschränkungen (Ru-

binstein und v. Tulder 2008, 472; Lambeek et al. 2007, 254; Stingel und Detjen 2005, 137; Küster 2003, 352; Raspe und Kohlmann 1998, 21).

Ältere Forschungsarbeiten stuften einen großen Teil der beklagten Rückenbeschwerden als „unspezifisch“ in dem Sinne ein, dass keine bestimmte körperliche Struktur für die Beschwerden verantwortlich gemacht werden konnte (Strathmann 2008, 534, Deyo et al. 1992, 760). Inzwischen deuten neuere Übersichtsarbeiten wieder darauf hin, dass bei deutlich mehr der an Rückenschmerzen erkrankten Personen (15 bis 45 %) funktionelle Veränderungen der Wirbelsäule als Schmerzauslöser vorliegen (Nationale Versorgungsleitlinie 2010, 43; Fanuele et al. 2000; Hart et al. 1995). Insbesondere segmentale Fehlstellungen und Fehlbewegungen gelten als Mitverursacher des lumbalen Rückenschmerzes (Hamilton 2008, 11; Kladny et al. 2003, 402; Denner 1997, 2.12; Hamilton 1997, 17; Panjabi 1992, 383).

Die Hypothese, dass somatische Faktoren den Verlauf einer Rückenschmerz Erkrankung beeinflussen, wird durch die Tatsache gestützt, dass eine überwiegend bewegungsarme Lebensweise für viele Personen mit Rückenschmerzen charakteristisch ist und Rückenschmerzpatienten sich nicht mehr ausreichend körperlich belasten (Uhlig 2005, 3; Schifferdecker-Hoch et al. 2003, 637). Die Abschwächung der Rumpfmuskulatur ist demzufolge ein bei Rückenschmerzpatienten häufig zu beobachtendes Phänomen (Israel 2004, 349; Schifferdecker-Hoch et al. 2003, 637; Denner et al. 2001, 669; Hildebrandt 1996, 193; Saur et al. 1996, 237).

In bundesweit durchgeführten Rückentests zur Analyse der Funktionsfähigkeit der Rückenmuskulatur deckten Schifferdecker-Hoch et al. (2005, 150) auf, dass Rückenschmerzpatienten die empfohlene Mindesthäufigkeit für "Bewegungsaktivität pro Woche" (mindestens dreimal wöchentlich 30 Minuten) deutlich unterschritten. Wissenschaftliche Untersuchungen haben überdies gezeigt, dass mit zunehmender körperlicher Dekonditionierung auch das subjektive Schmerzempfinden steigt (Schifferdecker-Hoch et al. 2003, 644).

Eine regelmäßige körperliche Betätigung ist die Voraussetzung für eine funktionsfähige Rumpfmuskulatur und einen schmerzfreien Rücken (Schlicht und Brand 2007, 9). Bewegungsmangel wirkt sich ungünstig auf die Muskelbeschaffenheit aus: Muskelmasse, Mitochondrienvolumen und Glykogenmenge verringern sich und die Kapillarisation der Skelettmuskulatur wird reduziert (Israel 2004, 349; Saur et al. 1996, 239). Körperliche Schonung begünstigt pathogenetische Mechanismen und

führt zu Stabilitätseinbußen der knöchernen und bindegewebigen Anteile des Bewegungsapparats insgesamt - so auch im Bereich der Wirbelsäule (Israel 2004, 349). Schlicht und Brand (2007, 9) bewerten Bewegungsmangel gesundheitlich ähnlich riskant wie Übergewicht oder Rauchen. Ebenso tragen seelische Nöte und funktionelle Defizite zu dauerhaften Rückenschmerzen bei.

Macdonald et al. (2009, 183) vermuten als Folge der bei Rückenschmerzpatienten oft ausgeprägten Bewegungsarmut den fortschreitenden Verlust der koordinativen Kontrolle der Rückenmuskulatur. Ebenso wird als Schmerzauslöser die ebenfalls durch Bewegungsmangel hervorgerufene eingeschränkte Flexibilität der Rückenmuskulatur diskutiert; ein überzeugender Nachweis fehlt bisher (Schlicht und Brand 2007, 31). Die Funktion der Rumpfmuskulatur und die biomechanische Arbeitsweise der Wirbelsäule sind eng miteinander verknüpft. Die bei Personen mit Rückenschmerzen inaktivitätsgeschwächte Muskulatur bewirkt eine unphysiologische Körperhaltung. Bewegungsarmut führt, wie oben bereits angeführt, auf Dauer zu irreversiblen Störungen der Körperstatik und damit zu strukturellen Veränderungen der spinalen Bewegungssegmente (Richardson 2009, 3).

1.1 Der Rücken

Der Rücken ist in der Regel ein ausbalanciertes, stabiles und leistungsfähiges System und aufgrund seiner Lage ein besonderer Körperteil. Der Rücken entzieht sich als größte Fläche des menschlichen Körpers sowohl dem eigenen Blickfeld als auch der Sichtbarkeit des Gegenübers. Eine gezielte Wahrnehmung des Rückens und der Stellung der Wirbelsäule ist dementsprechend nur eingeschränkt möglich (Dunkel 2007, 81). Anatomisch ist der Rücken als Bewegungsorgan klassifiziert, wird aber in der orthopädischen Praxis oft als ein statisches Phänomen interpretiert und unter dem Gesichtspunkt einer gestörten Statik untersucht und behandelt (Witte et al. 1999, 677).

Tatsächlich ist der Rücken und im engeren Sinne die Wirbelsäule mit der sie führenden Muskulatur *das* wesentliche Bewegungsorgan des Menschen. Er dient sowohl der Lokomotion (Fortbewegung) als auch der Idiomotion (auf das Individuum selbst bezogene Bewegungen) und ist im Zusammenspiel mit der Rumpfmuskulatur eines der wesentlichen Elemente für die evolutive Anpassung der menschlichen Anatomie

an die mechanischen Bedürfnisse des ausdauernden Gehens (Witte et al. 1999, 677).

Inzwischen existiert eine Vielzahl von Forschungsarbeiten zum Thema Rückenschmerz. Bei diesen Untersuchungen trat immer wieder ein Definitionsproblem auf: „Wo ist der Rücken?“. Raspe und Kohlmann (1993, 2165) lokalisieren ihn dorsal zwischen der 12. Rippe und dem Gesäß. Benner und Snell (1995, 733) sowie Schiltenswolf (2003, 111) sprechen davon, dass sich der Rücken von der oberen Nackenlinie des Hinterhauptschädels bis zum Steißbein erstreckt. Im deutschen Sprachraum bezieht sich der Gebrauch des Begriffs „Rücken“ auf den gesamten Bereich der Wirbelsäule. Somit umfassen Rückenbeschwerden Nacken-, Rücken- und lumbale Kreuzschmerzen (Schiltenswolf 2003, 111). Für die Entwicklung von Diagnostikleitlinien zur Behandlung von Rückenschmerzen grenzen die Deutsche Gesellschaft zum Studium des Schmerzes und die Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie den Begriff Rückenschmerzen auf den thorakalen und lumbalen Bereich sowie die Glutealregion ein. Im angloamerikanischen Raum wird zudem zwischen „back pain“ (thorakaler Schmerz) und „low back pain“ (lumbaler Schmerz) unterschieden (Lühmann et. al. 2003, 4; Schiltenswolf 2003, 112).

Die wirtschaftliche Entwicklung in den Industrieländern führt nach Laube (2004, 35) durch den technischen und sozialen Fortschritt des letzten Jahrhunderts zu einer physischen Unterforderung des Menschen. Ein Übergang von schwerer körperlicher Arbeit zu überwiegend sitzender und körperlich wenig belastender Tätigkeit ist zu beobachten (Israel 2004, 347). Beispielsweise waren im Jahre 1800 noch 80 % der Arbeitsplätze in der Landwirtschaft oder in naturnahen Berufen zu finden. Heute sind es nur noch 8 bis 10 %. Nach Kempf (2003, 2) hat die fortschreitende Automatisierung der Arbeitsplätze dazu geführt, dass 80 % der Beschäftigten im Dienstleistungsbereich tätig sind. An dieser Stelle ist hervorzuheben, dass möglicherweise auch der Feldarbeiter des 19. Jahrhunderts unter Rückenschmerzen litt, doch waren ihm diese entweder nicht bewusst oder er hätte deswegen nicht unbedingt medizinische Hilfe gesucht. Durch die gesellschaftliche Etablierung von Gesundheit und das Vorhandensein medizinischer „Dienstleistungen“ wird das Phänomen Rückenschmerz geschaffen. Auch die Medikalisierungsprozesse im 19. Jahrhundert tragen dazu bei, dass Rückenschmerzen zu einem behandelbaren Krankheitsbild werden.

Rief et al. (2006, 9) diagnostizierten bei 80 % der Patienten mit Lendenwirbelsäulensyndrom eine muskuläre Insuffizienz, die durch Bewegungsmangel und Schonhaltungen hervorgerufen ist. Laube (2004, 35) identifiziert den chronischen Bewegungsmangel in der Bevölkerung, kombiniert mit einer durch die gute Versorgungssituation und den hohen Lebensstandard zu hohen Energiezufuhr, als Ursache für viele Erkrankungen des Muskel-Skelettsystems. Die mangelhafte körperliche Beanspruchung verhindert eine gesundheitswirksame physische Forderung des Rückens und führt zu Hypotrophie und Adaptationsverlust der Skelettmuskulatur (Israel 2004, 347; Laube 2004, 35).

1.2 Rückenschmerzen

Unsere Alltagserfahrungen legen nahe, dass Schmerz ein körperliches Problem ist. Dann wäre jedoch zu erwarten, dass der körperliche Befund weitgehend das Befinden des Patienten bestimmt und die Behandlungsstrategie einem vorgezeichneten Muster folgen könnte. Menschen erfahren Schmerz aber in ihrem sozialen und kulturellen Kontext auf unterschiedliche Weise. Was dem einen normal erscheint, ist für den anderen bereits ein Zustand, der ihn zum Arzt oder Therapeuten gehen lässt. Schmerz ist nicht ausschließlich die Antwort auf einen organischen Reiz. Er ist ein komplexes psychomotorisches Geschehen, das von der Situation und vom affektiven Zustand des Patienten abhängt und durch kulturelle Werte und soziale Einflüsse geprägt ist (Mieles 2008, 87).

Schmerz zeichnet sich dadurch aus, dass er das Symptom einer durch eine körperliche Ursache bedingten Krankheit ist. Er stellt einen wesentlichen Aspekt des individuellen Krankheitserlebens dar (Schmidt 2000, 337).

Als unspezifische Rückenschmerzen werden persistierende und rezidivierende Schmerzzustände im Bereich der Wirbelsäule und der paravertebralen Weichteile bezeichnet, die nicht auf einen kennzeichnenden Krankheitsprozess zurückzuführen sind. Durch ihre vielfältigen Erscheinungsformen und ihre Therapieresistenz sind sie mehr als nur „Schmerzen im Rücken“ (Hüppe und Raspe 2009, 1).

Epidemiologischen Schätzungen zufolge leiden inzwischen 60 bis 80 % der deutschen Bevölkerung regelmäßig unter Rückenschmerzen; bei 70 % der Rückenschmerzpatienten kann keine klare Diagnose gestellt werden und bei circa 10 % der

Betroffenen entwickelt sich aus den Schmerzepisoden ein chronisches Leiden (Paradiso et al. 2004, 12; Striebel 2002, 146).

Die Lendenwirbelsäule ist aufgrund ihrer speziellen biomechanischen Belastung und der entwicklungsgeschichtlich-anatomischen Besonderheiten, zu denen die Ausbildung der Lendenlordosierung und des Promontoriums¹ zählt, mit über 70 % aller Erkrankungsfälle am häufigsten betroffen (Rief et al. 2006, 8; Gralow 2000, 106; Pfingsten et al. 1999, 417). Dem lumbosakralen Übergang kommt nach Graumann (2004, 27) eine besondere Bedeutung zu, da die lordotische Krümmung der Lendenwirbelsäule gegenüber den Vierbeinern ein Neuerwerb des aufrecht gehenden Menschen ist.

In den letzten Jahrzehnten hat sich in den industrialisierten Ländern eine ungünstige Entwicklung im medizinisch-therapeutischen Umgang mit Rückenproblemen vollzogen. Es ist ein Anstieg der Prävalenz² mit einer Inzidenzrate³ von 15 bis 25 % zu verzeichnen (Bundesarbeitsgemeinschaft chronischer Kreuzschmerz 2003, 5; Raspe und Kohlmann 1998, 21). Rein medizinisch lässt sich die steigende Zahl der Neuerkrankungen nicht erklären (Rief et al. 2006, 8). Pfingsten (1999, 288) vermutet, dass das vermehrte Auftreten von Rückenschmerzen vorrangig ein Problem der subjektiven Bewertung ihrer Symptome ist, das sowohl gesellschaftlich vermittelt wird als auch aus der Verwechslung mit psychologischen Faktoren resultiert.

Unwahrscheinlich ist, dass der Schweregrad der körperlichen Beeinträchtigungen in den letzten Jahren zugenommen hat und sich gleichzeitig die körperlichen Anstrengungen im Beruf verringert haben. Vielmehr könnte sich die persönliche Wahrnehmung des Schmerzerlebens verändert haben (Gralow 2000, 106). Altersbedingte degenerative Veränderungen der Wirbelsäule werden in steigendem Maße als Krank-

¹ Als **Promontorium** wird der ventrale Umfang der Facies intervertebralis der Basis ossis sacri bezeichnet. Sie bildet den Übergang von der Lendenlordose zur Sakralkyphose. Das Promontorium springt gegen den Beckenraum, so dass es zu einer Einengung der Beckeneingangsebene kommt. Durch das Gewicht des Oberkörpers, das über den 5. Lendenwirbel auf das Kreuzbein und damit auf das Becken übertragen wird, treten in diesem Bereich erhebliche Schubkräfte auf (Graumann 2004, 27).

² **Prävalenz:** Anzahl der Erkrankungsfälle einer bestimmten Erkrankung bzw. Häufigkeit eines bestimmten Merkmals zu einem bestimmten Zeitpunkt (Punktprävalenz) oder innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts (Periodenprävalenz). Die Prävalenz ist ein epidemiologisches Maß zur Charakterisierung des Krankheitsgeschehens einer bestimmten Population (Heisel und Jerosch 2007, 8; Pschyrembel 1998, 1288).

³ **Inzidenz:** Anzahl der Neuerkrankungsfälle einer bestimmten Erkrankung innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Die **Inzidenzrate** beschreibt die Anzahl der Personen mit Neuerkrankung pro Zeiteinheit im Verhältnis zur Anzahl der exponierten Personen (ebd. 1998, 775).

heit empfunden, obwohl sie nicht mit den wahrgenommenen Schmerzen korrelieren (Bundesarbeitsgemeinschaft chronischer Kreuzschmerz 2003, 5).

„Disc degeneration is as normal as grey hair“ (Roland et al. 1996, in Pfingsten und Hildebrandt 2007, 408).

Pfingsten und Hildebrandt (2007, 408) schließen sogar einen Kausalzusammenhang zwischen Verschleißerscheinungen der Wirbelsäule und unspezifischen Rückenschmerzen aus. Sie bezeichnen es als überflüssig und schädigend, altersabhängigen Anpassungsvorgängen des Organismus einen Krankheitswert beizumessen - vor allem, wenn ein solches Krankheitsverständnis in der Konsequenz zu einer möglicherweise die Beschwerden verstärkenden Schonung des Bewegungsapparats - insbesondere des Rückens - führt. Rückenschmerzen verlaufen bei Personen, die sich nicht an ein „Schonungs-Schema“ halten, zum Beispiel Selbstständige, Leistungssportler oder Menschen in Ländern ohne vergleichbares Sozialsystem, ungleich günstiger. In Gesellschaften mit erheblich härteren Lebensbedingungen und unangenehmeren Arbeitsbedingungen ist die Auftretensrate von Rückenschmerzen mit 25 bis 50 % deutlich geringer als in den westlichen Industrienationen (Bundesarbeitsgemeinschaft chronischer Kreuzschmerz 2003, 5; Pfingsten 1999, 289). In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob Rückenschmerzen als „Wohlstandsproblem“ zu verstehen sind, oder ob die geringere Rate in anderen Ländern durch eine weniger valide Datenerfassung verursacht ist.

1.2.1 Historischer Hintergrund

Das Phänomen Schmerz beschäftigt die Menschheit schon seit der Antike. Weltweit wird versucht, Schmerz in seinem weltbildlichen und kulturellen Kontext zu erklären. Schmerz zeichnet sich dadurch aus, dass er das Symptom einer durch eine körperliche Ursache bedingten Krankheit ist. Außerdem stellt er einen Aspekt des individuellen Krankheitserlebens dar (Schmidt 2000, 337).

Die Frage nach der Entstehung des Schmerzes ist eng mit den philosophischen und wissenschaftstheoretischen Überlegungen zum Leib-Seele-Problem⁴, das heißt mit

⁴ Das Verhältnis von der Seele zum Körper war ursprünglich vorwiegend dualistisch ausgerichtet. Die Seele wurde als eine immaterielle und der Körper als die materielle Substanz

der Trennung zwischen den so genannten „körperlichen“ und „seelischen“ Vorgängen im Menschen, verknüpft. In unserem naturwissenschaftlich geprägten westlichen Verständnis wird Schmerz nach Lokalisation, Ausbreitung, Dauer, Qualität und Intensität eingeordnet. Kausalanalytische Fragen nach Ätiologie und Entstehungsmechanismen sollen zu sinnvollen Therapieansätzen führen (Engel und Hoffmann 2003, 17).

Vermutlich war es Aristoteles (384 – 322 v. Chr.), der als Erster die Vorstellung hatte, dass Schmerzen als Folge intensiver Aktivität eines unserer fünf Sinne auftreten und innerhalb der Seele, die er im Herzen lokalisierte, erfahren werden (Egle 2003, 11). Bis in das 17. Jahrhundert hinein wurde in der westlichen Welt die Schmerzempfindung als eine Eigenschaft der Seele betrachtet, die wiederum an unterschiedlichen Stellen des Körpers vermutet wurde. Harvey (1578 – 1657) identifizierte das Herz als Zentrum der Gefühle und das zirkulierende Blut als Wohnsitz der Seele und der Schmerzen. Für von Helmont (1577 – 1649) war der Magen Mittelpunkt der Seele und zuständig für Emotionen und Schmerzempfinden (Müller-Busch 2007, 159).

Erst die zunehmende Kenntnis anatomischer Strukturen ermöglichte eine systematische Suche nach den Mechanismen der Schmerzentstehung. In der Renaissance fand allmählich ein Umdenken statt, und dem Körper wurde eine immer größere Bedeutung für die Schmerzentstehung zugeschrieben (Dunkel 2007, 12).

Die moderne anatomische Schmerzforschung begann Anfang des 20. Jahrhunderts mit einem Konzept zur Schmerzverarbeitung im Nervensystem, das der britische Neurophysiologe Charles Scott Sherrington (1857 – 1952) in seinem Werk „The integrative function of the nervous system“ veröffentlichte. Sherrington verstand Schmerz als ein Wahrnehmungsphänomen und versuchte – in Anlehnung an Darwins Evolutionstheorie und Virchows Zellulatheorie – ihn als einen integrativen Bestandteil des Zentralnervensystems zu deuten (Müller-Busch 2007, 161).

Er setzte die Existenz von Nozizeptoren⁵ voraus, die durch eine unmittelbare Gewebeschädigung aktiviert wurden und deren Erregung zu Schmerzempfindungen führte

betrachtet, die in Vereinigung, beide jedoch selbstständig, den Menschen ausmachten. Mit dem Aufkommen der Naturwissenschaften in der Mitte des 19. Jahrhunderts verschwand zunehmend der Glaube an die immateriellen Substanzen und es kam zu einer Aufspaltung in zwei Richtungen: der dualistischen (Koexistenz von Seele und Körper) und der monistischen Sichtweise, die auf einer materialistisch-physikalischen Grundlage beruhte (Daldorf 2005, 14).

⁵ Die Bezeichnung „**Nozizeptor**“ leitet sich vom lateinischen Begriff „noxius“ (schädigend, verletzend) ab und wurde erstmals zu Anfang des 20.ten Jahrhunderts von Sherrington verwendet.

(Evers 2002, 27; Meßlinger 1997, 353). Wissenschaftliche Untersuchungen bestätigten in den folgenden Jahren das Vorhandensein von Nozizeptoren und entsprechenden afferenten Neuronen in der Haut und tiefen Gewebeschichten, so dass von einer Überlegenheit der Spezifitätstheorie⁶ im schmerzverarbeitenden System gegenüber der Muster-Übertragungs-Theorie⁷ ausgegangen wurde (Evers 2002, 27).

Noch heute dominiert in der Schulmedizin, als Produkt der westlichen Kultur und ihrer philosophischen Traditionen, ein naturwissenschaftliches und kausal-analytisches Denkmodell (Lalouschek 2008, 11). Die in Diagnostik und Therapie vorgenommene Trennung zwischen Körper und Geist reduziert Schmerzen auf ihre biologische Warnfunktion. Die Intensität des auftretenden Reizes wird mit dem wahrgenommenen Schmerz gleichgesetzt (Gallacchi et al. 2005, 62; Egle et al. 1999, 1).

Die Grundlage dieses „linear-kausalen Schmerzkonzepts“ geht im wesentlichen auf den französischen Philosophen und Wissenschaftstheoretiker René Descartes (1596 – 1650) zurück, dessen psychophysischer Interaktionismus Körper und Seele als getrennte, aber interagierende Einheiten beschreibt (Egle 2003, 12). In seinem Buch „L’Homme“ (1644) ersetzte er das bis dahin vorherrschende mittelalterliche Schmerzverständnis, in dem Schmerz für Schuld, Sühne oder die Strafe Gottes stand, durch ein naturwissenschaftlich orientiertes Konzept. Physiologische Modellvorstellungen waren ein integraler Bestandteil seiner Philosophie (Egle 2001, 458).

Descartes beschrieb unter anderem den Verlauf des schmerzauslösenden Reizes über spezielle Schmerzbahnen zu einem besonderen Schmerzzentrum im Gehirn. Dort wird der Reiz im Hinblick auf seine Intensität im Verhältnis 1:1 „abgebildet“. Der von Descartes propagierte Materialismus bildete das philosophische Fundament aller physiologischen Schmerztheorien des 19. Jahrhunderts. Seine Annahmen führten zu einer „Umbewertung des Schmerzes“, der nun nicht mehr als schicksalhaftes Übel,

Ein Nozizeptor ist ein Sinnesrezeptor, der verlässlich noxische von nicht-noxischen Ereignissen unterscheidet, und diese Information an das Zentralnervensystem leitet (Meßlinger 1997, 353).

⁶ Die von Frey (1852 – 1932) entwickelte **Spezifitätstheorie** geht vom Vorhandensein spezifischer Rezeptortypen für jede der verschiedenen Hautsensationen aus (Spezifität), das heißt auch von eigenständigen Nervenrezeptoren, über die Schmerzimpulse zu einem speziellen Schmerzzentrum im Gehirn gelangen (Egle 2003, 14). Das nozizeptive System arbeitet hierbei weitgehend autark. Es gibt auf all seinen Ebenen spezifische Neuronen, die ausschließlich durch noxische Ereignisse aktiviert werden, was schließlich zum Schmerz als eigenständige Sinnesempfindung führt (Meßlinger 1997, 354).

⁷ Die **Muster-Übertragungs-Theorie** beschreibt, dass jede sensorische Information – auch die nozizeptive – durch kombinierte Aktivierung unterschiedlicher afferenter Fasern übertragen wird und dass noxische Reize in Form spezieller Impulsmuster kodiert werden (Evers 2002, 27; Meßlinger 1997).

sondern als etwas Nützliches angesehen wurde, dessen biologisch-funktionelle Grundlage es zu erkennen galt (Müller- Busch 2007, 160).

Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts war Schmerz ein primär neurologisch verstandenes Phänomen. Erst die Schmerzforschung der letzten Jahrzehnte setzte sich mit der Verknüpfung des physiologischen Wahrnehmungsprozesses des Schmerzreizes und den individuellen emotionalen Bewertungssystemen von Schmerzen auseinander. Vor diesem Hintergrund entwickelten der kanadische Psychologe R. Melzack und der britische Physiologe P. D. Wall im Jahr 1965 die „Gate-Control“-Theorie oder „Kontrollschrankentheorie“ (deutsche Publikation 1982), die in der klinischen Psychologie als bedeutender Meilenstein für einen psychologischen Zugang zum Phänomen Schmerz gilt. Sie kennzeichnet die Schmerzempfindung als ein subjektives Ereignis, bei dessen Verarbeitung erstmals psychosoziale Einflussfaktoren Berücksichtigung fanden (Geissner 1990, 184).

Melzack und Wall postulierten, dass körperliche und seelische Prozesse bei der Schmerzempfindung eine interagierende „dualistische Einheit“ sind und beschreiben die kontextabhängige Verarbeitung und Interpretation von Schmerzen im Gehirn und Rückenmark, wobei die Schmerzafferenzen bereits auf Rückenmarksebene moduliert werden (Horch et al. 2007, 344; Egle 2003, 16; Evers 2002, 28).

Die Autoren vertraten die Vorstellung, dass bestimmte Areale des Gehirns spezielle Funktionen im Schmerzprozess übernehmen und dass Berührungs- und Vibrationsimpulse eine Übermittlung von Schmerzimpulsen in den nicht myelinisierten C-Fasern⁸ über zwischengeschaltete Interneurone hemmen können (Horch et al. 2007, 344; Adler 2003, 325). Die mikroanatomische Grundlage dieser Erkenntnis ist die Verschaltung von markreichen mit markarmen Neuronen in den Wurzeintrittszonen des Rückenmarks. Die afferente Schmerzweiterleitung kann über markarme Fasern durch die Aktivierung von markreichen Neuronen, zuständig für die Oberflächensensibilität und kinästhetische Sensibilität, unterbrochen werden (Evers 2002, 28).

Auch zentral-efferente Bahnen nehmen Einfluss auf die Umschaltung peripherer Schmerzreize im Hinterhorn des Rückenmarks vom ersten auf das zweite Neuron. Durch die für die Leitung von Berührungsreizen zuständigen Bahnen besteht, von peripher nach zentral verlaufend, ein zweiter kompetitiver Hemmungsmechanismus.

⁸ Striabel (2002, 5) bezeichnet C-Fasern als nicht myelinisierte und langsam leitende afferente Fasern, die dumpfen, schlecht lokalisierbaren Schmerz vermitteln.

Damit scheint gesichert, dass sowohl Berührungsreize als auch zentrale – und hier vor allem affektive – Faktoren die Intensität des hereinströmenden Schmerzreizes beeinflussen (Adler 2003, 325; Egle 2001, 459).

Die „Gate-Control“-Theorie geht in ihrer ursprünglichen Form davon aus, dass spinale nozizeptive Neurone durch Nozizeptoren getrieben und durch nicht-nozizeptive Afferenzen gehemmt werden. In modifizierter Form bildet die „Gate-Control“-Theorie bis heute das theoretische Fundament schmerzhemmender Methoden (Meßlinger 1997, 354).

1.2.2 Akuter Schmerz

Unter akutem Schmerz versteht man eine fast tägliche Erfahrung, die an erkennbare Auslöser, wie aversive Reize oder endogene Prozesse⁹, gekoppelt ist und die einige Sekunden bis zu wenigen Wochen andauert (Kröner-Herwig 2011, 5). Analog zu den auslösenden Bedingungen lässt sich der akute Schmerz einfach lokalisieren und wird von autonomen und hormonellen Stressreaktionen begleitet. Es kommt zu reflexhaften motorischen Reaktionen - wie beispielsweise einer Muskeltonuserhöhung - und psychologischen Auswirkungen wie Angst- oder Fluchtreaktionen. Bereits mit der Wahrnehmung des Schmerzreizes findet eine Verknüpfung von individuellen körperlichen und seelischen Prozessen statt (Dunkel 2007, 40; Kröner-Herwig 2007, 9). Schiltenswolf (2006, 7) geht davon aus, dass bereits bei akut auftretenden Schmerzen individuelle Erfahrungen, die aktuelle Situation des Betroffenen und gelerntes Verhalten in die somatischen Abläufe einbezogen werden.

Akuter Rückenschmerz neigt in erhöhtem Maße zur Persistenz. Während das akute Auftreten durch die Aktivierung von Nozizeptoren zu erklären ist, muss chronischer Schmerz als Ausdruck der Sensibilisierung auf körperlicher und psychischer Ebene mit im Verlauf zunehmender psychosozialer Bedeutung verstanden werden (Schiltenswolf 2006, 7).

1.2.3 Chronischer Schmerz

5 bis 11 % aller Rückenschmerzpatienten leiden an einem progredient verlaufenden Chronifizierungsprozess, dessen Ausmaß weitgehend unabhängig von der Diagnose

⁹ Beispielsweise Gelenküberstreckung oder Entzündung somatischer Strukturen (Kröner-Herwig 2011, 5).

ist und der psychologische, psychosoziale und neuronale Vorgänge in den schmerzverarbeitenden Prozess einschließt (Hampel und Moergel 2009, 154; Paradiso et al. 2004, 12; Pflingsten et al. 2000, 10). Die chronische Schmerzphase beginnt schon nach wenigen Tagen oder Wochen. Kennzeichnend für chronische Schmerzsyndrome sind rezidivierende Schmerzattacken oder Dauerschmerzen (Strathmann 2011, 89). Akute und chronische Schmerzen unterscheiden sich durch ihre Auslösebedingungen und ihre zeitlichen Charakteristika sowie - als wesentliches Kriterium - durch die kognitiv-emotionale Bewertung des Schmerzgeschehens (Striebel 2002, 1) (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale akuter und chronischer Schmerzen
(Kröner-Herwig 2007, 11)

	Akut	Chronisch
Dauer	Nur kurz andauernd	Lang andauernd bzw. wiederkehrend
Ursache	Bekannt und ggfs. therapierbar (z. B. Verletzung, Entzündung)	Unbekannt und vielschichtig Unspezifischer Rückenschmerz oder bekannt und nicht therapierbar (z. B. Wirbeldegeneration)
Funktion	Warnfunktion	Keine Warnfunktion
Intervention	Schonung, Behandlung der Schmerzursachen, analgetische Behandlung	Abbau schmerzunterstützender Faktoren, zum Beispiel Auslöserkontrolle, Veränderung katastrophisierender Verarbeitung, Abbau von Bewegungsangst
Behandlungsziele	Schmerzfreiheit	Linderung der Schmerzen, besserer Umgang mit dem Schmerz, Minderung der Beeinträchtigung
Psychologische Konsequenzen	Hoffnung auf Erfolg der Behandlung	Resignation, Hoffnungslosigkeit, Hilflosigkeit

Wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen, dass chronischer Schmerz in einem ausgedehnten kortikalen Netzwerk verarbeitet wird. Plastische Umgestaltungen finden sich in unterschiedlichen Arealen des zerebralen Cortex und zeigen sich in der Ausweitung und Verschiebung des Repräsentationsareals des schmerzenden Körperteils (Köppe und Flor 2005, 81; Schmidt et al. 2005, 331; Sonnenmoser 2005, 80; Flor 2003, 213; Derra 2002, 102; Pflingsten et al. 2000, 10; Kröner-Herwig 1998, 4).

Flor und Schneider (2003, 1) vermuten, dass neuronale Veränderungen auf der Ebene des Rezeptors, des Rückenmarks, des Hirnstamms, des Thalamus sowie auf der kortikalen Ebene zu finden sind. Es handelt sich dabei um implizite Gedächtnisprozesse¹⁰, die nicht der bewussten Verarbeitung zugänglich sind, aber zu Verhaltens- und Wahrnehmungsveränderungen - beispielsweise Hyperalgesie und Allodynie - führen können. Unbewusste Gedächtnisspuren werden zudem durch Lernprozesse verstärkt und verbinden sich mit ursprünglich neutralen Reizen. In der Folge lösen sie Schmerz ohne eine periphere Stimulation aus. Die erweiterte kortikale Repräsentationszone führt zu einer erhöhten körperlichen Schmerzempfindlichkeit (Flor und Herrmann 2006, 86).

Das Anhalten von Rückenschmerzen und die daraus resultierende unangenehme verhaltensrelevante Stimulation führen zur Bildung eines „somatosensorischen Schmerzgedächtnisses“. Umbauprozesse im Cortex und eine Sensibilisierung spinaler Neuronen sind die Folge (Sonnenmoser 2005, 80; Flor 2003, 215; Zimmermann 1997, 1834). Bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen konnte eine massive cortikale Hyperreagibilität auf taktile Reize mit einer Expansion des Rückenareals im Cortex nachgewiesen werden, die mit dem Chronifizierungsprozess korrelierte (Flor 2003, 192).

Die kognitiv-emotionale Seite chronischer Schmerzphänomene betrifft jedoch nicht nur den Betroffenen, sondern auch den behandelnden Arzt oder Therapeuten. Im Falle des akuten Schmerzes besteht zwischen Patient und Arzt beziehungsweise Therapeut eine sichere Kausalattribution. Dem Schmerz wird eine identifizierbare und behandelbare Ursache mit Aussicht auf Behandlungserfolg zugeschrieben (Kröner-Herwig 2007, 10).

Bei chronischen Schmerzen trifft dies nicht zu: Arzt oder Therapeut und Patient sind trotz umfassender Diagnostik- und Therapiemaßnahmen bezüglich der möglichen Krankheitsursachen unsicher und suchen über einen langen Zeitraum nach einer körperlichen Erklärung für die Beschwerden. Die Patienten wiederum unterliegen der Annahme, dass umfangreiche medizinische Möglichkeiten sie aus ihrem Dilemma

¹⁰ In der Psychologie wird zwischen impliziten und expliziten Gedächtnisinhalten unterschieden. Das somatosensorische Schmerzgedächtnis ist eine implizite Gedächtnisform, die zu Veränderungen im Verhalten und Erleben einer Person führt, ohne dass diese Veränderungen bewusst wahrgenommen werden. Explizite Gedächtnisinhalte umfassen autobiographisches oder semantisches Wissen und können jederzeit abgerufen werden (Flor 2002).

führen können. In der Konsequenz verlieren sie aber Eigenverantwortlichkeit und die kritische Distanz zur medizinischen Versorgung (Kröner-Herwig 2007, 11).

Bei circa 40 % aller chronisch schmerzkranken Menschen (ohne Kopfschmerzpatienten) werden iatrogene¹¹ Schädigungen im Verlauf von Diagnostik und Therapie vermutet (Kröner-Herwig 1998, 10). Nach Henningsen (2000, 16) liegt in den medizinischen Möglichkeiten auch das Risiko, dass Ärzte überfordert sind und Patienten enttäuscht werden.

Die durch chronische Schmerzen ausgelösten cortikalen Veränderungen sind durch körperliche Bewegung beeinflussbar. Eine intensive bewegungstherapeutische Behandlung führt bei Rückenschmerzpatienten zu einer Umorganisation im Cortex und somit zu einer Verminderung von Schmerzen (Flor 2003, 213).

Zusammenfassend ist Schmerz kein passives Phänomen, welches durch Reize reflexartig ausgelöst wird, sondern die aktive Antwort des Organismus auf unterschiedliche Einflüsse. Nach Weiss und Miltner (2007, 38) besteht diese Antwort aus folgenden Komponenten:

- sensorisch-diskriminative Komponente: Ort, Dauer und Intensität der Reizung spiegeln sich in diesen Empfindungen wider;
- kognitive Komponente: die in Raum, Zeit und Intensität geordneten schmerzhaften Empfindungen sind Voraussetzung für ihre Bewertung im gegenwärtigen Kontext;
- affektive Komponente: sie folgt auf den kognitiven Verarbeitungsprozess und gibt dem Schmerzereignis den typischen Charakter (Leiden);
- autonome und somatomotorische Komponente: sie beschreibt das Reflexverhalten und folgt der kognitiven und affektiven Komponente.

1.2.4 Pathophysiologie chronischer Schmerzen

Im biomedizinischen Kontext wird der Begriff „Schmerz“ für zwei verschiedene Konstrukte verwendet. Zum einen wird Schmerz als Wahrnehmungsinhalt und Sinnesystem betrachtet, zum anderen als Krankheit und Leiden (Zimmermann 2007, 21).

¹¹

Als iatrogen werden Krankheitsbilder bezeichnet, die vom Arzt verursacht werden.

Ein lokalisierbares Schmerzzentrum, etwa vergleichbar mit den räumlich geordneten thalamokortikalen Projektionen von Tastsinn, visuellem und auditorischem System, gibt es nach Zimmermann (2007, 34) wahrscheinlich nicht. Die Verarbeitung schmerzhafter Informationen, wie zum Beispiel der Art der Stimulation, der Intensität des Reizes, der gefühlsmäßigen Reaktion oder der gedanklichen Bewertung findet in einem Netzwerk von Hirnzentren statt (ebd. 2007, 34).

Die Plastizität des peripheren und des zentralen Nervensystems bildet die pathophysiologische Grundlage chronischer Schmerzsyndrome. Neurowissenschaftliche Untersuchungen fanden heraus, dass die primär sensorischen Areale und die motorische Zone des Kortex nicht nur während der kindlichen Entwicklung, sondern auch im Erwachsenenalter plastisch sind und sich durch Verletzung, verhaltensrelevante Stimulation oder Training verändern können (Flor 2003, 213ff).

Während Schmerz ein bewusstes und subjektives Erlebnis ist, bezeichnet der Ausdruck Nozizeption die objektiven Vorgänge, mit denen das Nervensystem noxische (potentiell schädigende) Reize aufnimmt und verarbeitet (Schaible und Schmidt 2005, 318). Menschen lernen bereits in der Kindheit, die Wahrnehmung noxischer Reize mit dem Begriff „Schmerz“ zu assoziieren. Dieser weist zunächst hauptsächlich affektive und erst später zunehmend kognitive, also identifizierende und bewertende, Inhalte auf. Der individuelle Schmerzbegriff entsteht somit im Rahmen der Persönlichkeitsentwicklung vor allem in der Familie (Zimmermann 2007, 21).

Chronischer Schmerz ist die Folge bleibender pathophysiologischer Veränderungen des Menschen, wie sie bei einer länger andauernden Krankheit oder durch Schädigung des Nervensystems entstehen können. Kennzeichnend ist, dass sowohl physiologische Reaktionen als auch individuelles Verhalten die Schmerzursache nicht beseitigen. Ähnlich wie beim akuten Schmerz ist primär das neuronale System an der Nozizeption chronischer Prozesse beteiligt (Zimmermann 2007, 23).

Funktionelle, metabolische und strukturelle Vorgänge laufen laut Henningsen und Schiltenswolf (2006, 19) während des Chronifizierungsprozesses parallel, jedoch unterschiedlich schnell ab. Am Anfang stehen Veränderungen der peripheren Nozizeptoren (ebd. 2006, 19). Bei Rückenschmerzpatienten liegt der Ursprung der Chronifizierung oft im Bereich des peripheren Nervensystems. Tiefe Gewebescheiden wie Muskulatur oder Bindegewebe sind betroffen (Zimmermann 2007, 26; Scholle 1997, 6).

Die Schmerzperzeption besteht aus den Nozizeptoren des peripheren Nervensystems und den nozizeptiven Neuronen im Rückenmark und im Trigeminuskern sowie im Thalamus und Cortex (Schaible und Schmidt 2005, 318). Nozizeptoren stellen zahlenmäßig die stärkste Gruppe somatosensorischer Afferenzen dar (Henningsen und Schiltenswolf 2006, 19). Bei einer allgemeinen negativen Aktivierung, die heute als Stress bezeichnet wird, werden vermehrt Amine (5-Hydroxytryptamin¹², Noradrenalin und Dopamin) ausgeschüttet, die biochemisch bei der Schmerzregulation bedeutsam sind (Dunkel 2007, 41).

Nach Mense (2003, 2) werden die Nozizeptoren der Skelettmuskulatur durch starke mechanische Reize wie zum Beispiel Traumen oder Überlastung und durch endogene schmerzauslösende Substanzen wie Bradykinin¹³ oder 5-Hydroxytryptamin aktiviert. Endogene chemische Substanzen steigern die mechanische Empfindlichkeit der Nervenendigungen, sodass die Nozizeptoren bereits durch nicht schmerzhaft Reize erregt werden.

Die lokale Druckschmerzhaftigkeit und die Bewegungsschmerzen eines verletzten Muskels können durch diese mechanische Sensibilisierung als der hauptsächliche periphere Mechanismus erklärt werden (Mense 2003, 6). Nach Gallacchi et al. (2005, 63) sind die periphere Sensibilisierung¹⁴ der Nozizeptoren und die ektopische Impulsenstehung die beiden wesentlichsten pathogenetischen Mechanismen, die im nozizeptiven System über eine gesteigerte Impulsaktivität zur Entwicklung von chronischen Schmerzen beitragen.

1.2.5 Ätiologie von Rückenschmerzen

Obwohl Rückenschmerz zu einem der häufigsten Gesundheitsprobleme der westlichen Industrienationen gehört, sind Ätiologie und Entwicklung noch weitgehend ungeklärt (Hasenbring et al. 2001, 442). Da selten eine sichere Diagnose gestellt wer-

¹² Im ZNS nimmt 5-Hydroxytryptamin (n. Serotonin) durch komplexe Projektionen Einfluss auf Stimmung, Schlaf-Wach-Rhythmus, Nahrungsaufnahme, Schmerzwahrnehmung und Körpertemperatur; ein Mangel dieses Neurotransmitters wird auch als wichtiger pathogenetischer Faktor bei der Entstehung von Depressionen diskutiert (Pschyrembel 1998, 1455).

¹³ Nach Hiemke (2003, 57) ist Bradykinin ein basisches Nonapeptid, welches in Form des hochmolekularen inaktiven Kininogens in der Leber gebildet wird und mit dem Blut durch den Körper zirkuliert. Eine Protease der Blutgerinnungskaskade, die bei Gewebeschädigung lokal aktiviert wird, spaltet aus Kininogen aktives Bradykinin ab. Das aktive Bradykinin stimuliert Nozizeptoren über die Erregung von spezifischen Bradykininrezeptoren.

¹⁴ Die Sensibilisierung von Nozizeptoren wird als Absenkung der Erregungsschwelle mit einer erhöhten Reizantwort im überschwelligem Bereich definiert (Schmelz 2003, 29).

den kann, werden vielfältige Ursachen für das Auftreten verantwortlich gemacht (Rief 2006, 8).

Rückenschmerz ist eine komplexe psychosomatische Erfahrung, bei der multikausale Entstehungsmechanismen vermutet werden, die mit Persönlichkeitsstruktur und Umwelt in Zusammenhang stehen (Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft 2007, 9). Zur Diagnostik gehören die Analyse biologischer Einflüsse und psychosozialer Faktoren. Dabei darf die Frage nach den psychosozialen Anteilen des Schmerzgeschehens nicht auf die Genese der Erkrankung beschränkt werden (Kröner-Herwig 2007, 13).

Die Benennung spezifischer Ursachen erscheint schwierig, da die Korrelation zwischen Bildbefunden (Röntgen, Computer- und Magnetresonanztomographie) und Rückenschmerzen gering ist (Pfungsten und Hildebrandt 2011, 437; Rubinstein und v. Tulder 2008, 477; Schiltenswolf 2003, 113). Dieses Erkenntnis begrenzt die Verwendung von Röntgenbildern in der klinischen Praxis. Viele radiologische Untersuchungen erfolgen aus juristischer Indikation, um sich nicht dem Vorwurf auszusetzen, "etwas übersehen zu haben" (Brunner 2005, 83). Internationale Leitlinien raten nach Ausschluss von Risikofaktoren sogar davon ab, in den ersten vier Krankheitswochen bildgebende Diagnostikverfahren anzuwenden (Pfungsten und Hildebrandt 2011, 438).

„Trotz aller empirischen Erkenntnisse fällt es offensichtlich immer noch schwer, im alltäglichen Krankheitsverständnis nicht nur physikalische und biologische Einflüsse, sondern auch Störungen der sozialen Umwelt und des Erlebens als pathogene Wirkfaktoren zu identifizieren.“ (Reck 1998, 132).

Zur Steuerung der Behandlungsprozesse hat sich die Trennung zwischen spezifischem und unspezifischem Rückenschmerz bewährt. Spezifischer Rückenschmerz ist durch eine eindeutig festzustellende Ursache wie beispielsweise Bandscheibenprolaps, Spinalkanalverengung, Wirbelgleiten, Tumore oder entzündliche Erkrankungen gekennzeichnet. Er erfordert je nach Ursache eine fachspezifische, gegebenenfalls auch dringende Behandlung (Rubinstein und v. Tulder 2008, 473; Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft 2007, 8; Krismer et al. 2007, 77).

Unspezifische Rückenschmerzen liegen dann vor, wenn sich für die Beschwerden kein somatischer Auslöser und pathogenetischer Mechanismus erkennen lässt (Wagner et al. 2009, 39; Lühmann und Zimolong 2007, 64).

1.2.6 Epidemiologie und Krankheitskosten

Vor etwa 30 Jahren gab es noch wenige Informationen über das Auftreten von Rückenschmerzen. Neuere epidemiologische Untersuchungen zeigen seitdem einen steigenden Trend hinsichtlich der Behandlungszahlen, Kosten und Invaliditätsraten. Schon Anfang der 1990er Jahre verdeutlichten Forschungsarbeiten eine Zunahme der durch Rückenschmerz verursachten Rehabilitationskosten (Raspe und Kohlmann 1993, 2165). Nach Pflingsten et. al. (1999, 418) litten zu diesem Zeitpunkt schon circa 75 % der Bevölkerung in den westlichen Industrienationen mindestens einmal in ihrem Leben an Rückenschmerzen.

Auch für Deutschland beschreibt Dickreiter (2004, 687) einen enormen Anstieg der allgemeinen Krankheitskosten. Etwa 42 % aller Arbeitsunfähigkeitstage fallen durch Rückenleiden und andere Beschwerden am Halte- und Bewegungssystem an. Aktuelle Zahlen aus dem DAK Gesundheitsreport (2007, 7) zeigen, dass Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems im Jahre 2006 mit einem Anteil von 22 % am Krankenstand sowie 241,3 Arbeitsunfähigkeitstage pro 100 Versichertenjahre beim Tagevolumen an der Spitze lagen. Im Jahre 2002 wurde mit 300 AU – Tagen pro 100 Versichertenjahre der bisherige Höchststand registriert. Untersuchungen aus dem Jahre 2009 stellten fest, dass fast 5 % der deutschen Bevölkerung an Rückenschmerzen mit hoher subjektiver Beeinträchtigung leidet. Rückenschmerzen sind bei Frauen und Männern aller Altersgruppen die häufigste Schmerzart.

Hildebrandt (2009, 62) errechnete, dass für das deutsche Gesundheitssystem jährlich Kosten von durchschnittlich 7116 Euro pro Rückenschmerz-Patient entstehen. Nach Kohlmann und Schmidt (2005, 2) sind Rückenschmerzen die teuerste Erkrankung Deutschlands. Diese Entwicklung ist umso erstaunlicher, als sich medizinische Kenntnisse und die daraus resultierenden Behandlungsmöglichkeiten kontinuierlich verbessert haben (Waddell 1998, 83).

Ende der 1940er Jahre lag die Wahrscheinlichkeit, an dauerhaften Rückenschmerzen zu erkranken, in der deutschen Bevölkerung vermutlich unter 20 % (Raspe und Kohlmann 1993, 2920). Heute erreicht die Punktprävalenz unter Erwachsenen in

verschiedenen Städten der Bundesrepublik Deutschland bis zu 40 %. Etwa 10 % der Befragten berichten außerdem von ausgeprägten Schmerzen und erheblichen Behinderungen. Im Gegensatz dazu geben nur 15 % an, noch nie an Rückenschmerzen gelitten zu haben (Raspe und Kohlmann 1993, 2920). Die Prävalenzraten im internationalen Vergleich (vgl. Tab. 2) zeigen, dass Rückenschmerzen in Deutschland häufiger vorkommen als in den meisten anderen Ländern (Jäckel und Gerdes 2003, 8).

Tabelle 2: Häufigkeit von Rückenschmerzen im internationalen Vergleich
(Lühmann et al. 2000, 1)

Land	Punktprävalenz	Periodenprävalenz (1 Jahr)	Lebenszeitinzidenz
Westdeutschland	40 %	70 %	80 %
„neue“ Bundesländer	27 %	63 %	69 %
Großbritannien	14-30%	36-37 %	ca. 60 %
Belgien	33%	k. A.	59 %
Skandinavien	k. A.	44-54 %	60-64 %
Vereinigte Staaten	12,0-30,2%	k.A.	48,8-69,9 %

Aus internationalen und deutschen Studien geht hervor, dass Frauen stärker von Rückenschmerzen betroffen sind als Männer; zudem haben Frauen eine schlechtere Prognose (Chenot et al. 2008, 578ff; Gesundheitsbericht für Deutschland 2006, 1.2.5.1). Eine türkische Untersuchung ergab bei Frauen eine Lebenszeitprävalenz des Auftretens von Rückenbeschwerden von 63,2 %, bei Männern dagegen nur von 33,8 % (Altinel et al. 2008, 328ff). Bei Frauen scheint sowohl die Intensität der Schmerzen größer als auch die Schmerzdauer länger zu sein. Die Gründe hierfür sind bislang unklar, zumal Frauen einen gesünderen Lebensstil und ein günstigeres Risiko- und Präventionsverhalten als Männer zeigen (Gesundheitsbericht für Deutschland 2006, 1.2.5.1).

Die durch Rückenschmerzen verursachten medizinischen und volkswirtschaftlichen Kosten sind von der Größenordnung her vergleichbar mit den Kosten, die durch

Kopfschmerzen, Herzerkrankungen, Diabetes und Depressionen *zusammen* entstehen. Ein Großteil dieser Kosten wird durch einen vergleichsweise kleinen Prozentsatz der chronisch Betroffenen verursacht (Gesundheitsbericht für Deutschland 2006, 1.2.5.1). Nach Hildebrandt und Mense (2001, 411) entstehen durch die Versorgung von 5 % der Patienten 50 % der Gesamtkosten. In Deutschland gibt es für diese kostenträchtige Gruppe zurzeit keine adäquaten Behandlungsmöglichkeiten.

Im Gegensatz zu anderen Erkrankungen liegen bei Rückenschmerzen die indirekten Kosten höher als die eigentlichen, direkten Therapiekosten: Internationalen Schätzungen zufolge gehen etwa 85 % der Gesamtkosten auf das Konto des durch Arbeits- und Erwerbsunfähigkeit bedingten Produktivitätsausfalls. Nur 15 % werden für die medizinische Versorgung der Patienten aufgewendet (Krismer et al. 2007, 77; Gesundheitsbericht für Deutschland 2006, 1.2.5.1). Dickreiter (2004, 687) spricht von zweistelligen Milliardenbeträgen, die jährlich vom Versorgungssystem für die akute Therapie, für Arbeitsunfähigkeitszeiten und für Frühverrentungen aufgewendet werden müssen.

Zusätzlich werden die Versicherungsträger mit Ausgaben für die Begleit- und Folgeerkrankungen chronischer Schmerzen und eingeschränkter Beweglichkeit beziehungsweise Teilhabestörungen wie zum Beispiel Depressionen, Erschöpfungszustände und Angststörungen, belastet (Dickreiter 2004, 687). Die Krankheitskostenrechnung des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahre 2002 ermittelte, dass für die Behandlung von Erkrankungen der Wirbelsäule und des Rückens 8,4 Milliarden Euro ausgegeben wurden. Das sind 4 % der direkten Kosten für alle Krankheiten. Es wird sogar vermutet, dass die gesamten durch Rückenschmerzen verursachten Therapiekosten noch höher liegen (Gesundheitsbericht für Deutschland 2006, 1.2.5.1).

1.3 Einflussfaktoren auf Rückenschmerzen

„Der Rücken ist der Halte- und Stützapparat des Menschen. Kraft seiner anatomischen Besonderheit vermag der Mensch aufrecht zu gehen. Im Rücken findet er seinen Halt, seine Stütze. Die Rückenhaltung ist aber auch Ausdruck für die gesamt-menschliche Haltung. Ein depressiver Mensch, ein Angsterfüllter oder Schuldbeladener geht gebückt; der freie, stolze und ehrgeizige Mensch geht senkrecht. Von einem ehrlichen Menschen sagen wir, er sei ein Senkrechter, während wir den Schmeichler und Heuchler einen Bückling nennen.“ (Condrau 1965 in Weintraub 1979, 101).

Für das Auftreten von Rückenbeschwerden werden multiple Einflüsse verantwortlich gemacht. Raspe (1991 in Denner 1997, 2.13) zählt neben den biologischen Größen (Alter, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht) und funktionellen/strukturellen Veränderungen der Wirbelsäule (Kyphose, Lordose, Skoliose) auch psychologische Faktoren (Sorgen, Depression, Distress) und den persönlichen Lebensstil (Körperliche Fitness, Übergewicht, Rauchen) zu den Indikatoren beziehungsweise Risikofaktoren einer Rückenschmerz Erkrankung. Lenhardt et al. (1994, 561ff) postulieren, dass Belastungskumulationen, beispielweise das gemeinsame Auftreten körperlicher und psychosozialer Belastungen, einen starken Einfluss auf die Rückenschmerzsymptomatik haben.

1.3.1 Biologische Einflussfaktoren

1.3.1.1 Körperhaltung

„Die gesamte Persönlichkeit findet ihren Ausdruck in der Haltung, im Sinne einer *organ language*.“ (Rizzi 1979, 12)

Die individuelle Körperhaltung hat im "Zeitalter des Rückenschmerzes" eine besondere Bedeutung. Auf der Suche nach wirksamen Therapieformen stößt man im Zusammenhang mit der Wirbelsäulenfunktion immer wieder auf den Begriff der "Haltung".

Vorherrschend ist dabei die Ansicht, dass die Körperhaltung mehr ist als die reine Gelenk- und Körperstellung. Die Besonderheit der Haltung liegt nach Rizzi (1979, 11) in ihrer Individualität und in ihrem sich ständig verändernden äußerlichen Erscheinungsbild. Sie ist abhängig von körperlichen und seelischen Einflüssen wie Gefühlen und Emotionen, vom Zustand der Muskulatur und des Verdauungstrakts sowie von Schmerzen, Lifestyle und Alter (Albrecht 2003, 2).

Zwischen Psyche und Körper gibt es Rückkopplungen, die in beide Richtungen verlaufen. Je nach Gefühlslage wird die Körperhaltung zur Körpersprache, und die Haltung der Wirbelsäule spiegelt die innere Haltung und Einstellung des Menschen wider (Junghanns 1986, 161). Nach Dunkel (2007, 82) sind der körperliche Ausdruck und das innere Befinden des Menschen untrennbar miteinander verknüpft.

Ontogenetisch ist der Mensch das einzige Lebewesen, das seine artgemäße Haltung erst längere Zeit nach der Geburt durch aktives Lernen und Nachahmen erreicht (Rizzi 1979, 11). Die Wirbelsäule ist dabei der wesentliche Bestandteil der aufrechten Haltung. Sie passt sich durch ihre Form den wechselnden Anforderungen des Alltags an. Bei aktiver Bewegung bleibt auf diese Weise das Gleichgewicht zwischen Schwerkraft und Haltungskräften erhalten. In einer aktiven aufrechten Haltung wirkt die Schwerkraft optimal auf die Muskulatur, und die Wirbelsäule wird durch das stabilisierende lokale Muskelsystem kontrolliert (Albrecht 2003, 21).

Nach Rizzi (1979, 11) setzt sich die Haltung aus morphologisch-statischen und funktionell-dynamischen Elementen zusammen, die sich in einem gekoppelten System wechselseitig beeinflussen. Damit stellt die Haltung ein individuelles Ergebnis von Form und Leistung des Individuums dar.

In der psychologischen Kommunikationsforschung ist die Körperhaltung Bestandteil eines komplexen Ausdrucksgeschehens, das Auskunft über die momentane Befindlichkeit einer Person, ihre Einstellung gegenüber Kommunikationspartnern und über den Status ihrer Persönlichkeit gibt (Niethard und Birnbaum 2002, 287).

Nach Junghanns (1986, 161) wirkt sich Rückenschmerz nachhaltig auf das psychische Befinden des Menschen aus. Er verhindert das freie Bewegen der Wirbelsäule und verursacht Schonhaltungen, die zu Veränderungen der Wirbelsäulenstatik führen. Aus ungünstigen mechanischen Bedingungen entwickeln sich fortbestehende neuromuskuläre Dysbalancen¹⁵ (Albrecht 2003, 22). Untersuchungen von Sahar et al. (2007) zeigen, dass bei Haltungsauffälligkeiten wie beispielsweise bei einem Flachrücken die Balance der Wirbelsäule gestört ist. Lafage et al. (2008, 1572ff) verweisen darauf, dass die optimale Balance der Wirbelsäule bislang schlecht definiert ist.

Auch eine exakte wissenschaftliche Definition der *Normalhaltung* gibt es nicht. Die Körperhaltung muss je nach Untersuchungsmethode beziehungsweise den zu interpretierenden Gesichtspunkten unterschiedlich beurteilt werden (Rizzi 1979, 11). Die Ausführungen dieser Forschungsarbeit beziehen sich auf die habituelle Körperhaltung (Gewohnheitshaltung) des Menschen im aufrechten Stand.

¹⁵ Denner (1998, 38) definiert die neuromuskuläre Dysbalance als eine Abweichung vom normalen (individuellen) Bewegungsprogramm, die durch zeitlich veränderte und instabile gezielt nervale Aktivierung einzelner Muskelgruppen zu Bewegungseinschränkung, Leistungsabnahme und/oder arthromuskulären Beschwerden führt.

1.3.1.2 Wirbelsäule

Die Wirbelsäule bildet das zentrale bewegliche Stützskelett unseres Körpers. Sie liegt dorsal im Rumpfquerschnitt und zeichnet sich in der Sagittalebene durch eine spezifische Doppel-S-Form aus, die sich im Verlauf der Anthropogenese entwickelte. Die Wirbelsäulenkrümmungen führen zu einer erheblichen Gesamtbeweglichkeit des Körpers, die Bewegungen des Rumpfes in der Sagittal-, Frontal- und Horizontalebene ermöglicht (Mareés 2002, 7). Nach Hides (2009, 70) sind sie außerdem die energieeffizienteste Möglichkeit, um aufrecht zu stehen und der Schwerkraft in unterschiedlichen Körperpositionen entgegenzuwirken.

Die Aufrichtung aus der Vierbeinigkeit veränderte die statischen Verhältnisse des Menschen. Beim Menschen entsteht dadurch im Gegensatz zu anderen Zweifüßern (Orang-Utan, Gorilla, Pinguin) ein Druck entlang der vertikalen Körperachse (Rizzi 1979, 11). Israel (1995, 91) vermutet, dass durch die vertikale Achse, die beim Menschen parallel zur Lotlinie verläuft, Kompressionskräfte auftreten, die zu einer „Materialermüdung“ der funktionellen Strukturen der Wirbelsäule führen.

Rizzi (1979, 37) bestimmt die Form der Wirbelsäule durch objektiv (und daher physikalisch) erfassbare äußere Variablen: durch das Körpergewicht und dessen Verteilung analog zur Körpergröße und durch den Zustand der Muskulatur sowie durch den lumbosakralen Winkel und die Form der relativ starren thorakalen Kyphose als evolutionär bedingte Konstruktionsmerkmale. Der lumbosakrale Winkel steht im Zusammenhang mit den auf die Lendenwirbelsäule wirkenden Kräften und ist mitbestimmend für die Form der Lendenlordosierung, da sich der flexible Lendenwirbelsäulenabschnitt einerseits dem Sacrum und andererseits der Brustkyphose anpassen muss (ebd. 1979, 37).

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule, und damit auch die Beweglichkeit von Kopf und Rumpf, setzt sich aus Einzelbewegungen der Wirbelkörper gegeneinander zusammen. Gemeinsam mit ihnen sorgen segmentale Bänder und Muskeln als kleinste funktionelle Einheiten (*Bewegungssegmente*) dafür, dass die Wirbelsäule statisch-haltende und dynamisch-bewegende Funktionen verrichten kann (Tittel 1994, 74).

Die Bewegungen zwischen den benachbarten Wirbelkörpern werden durch die Bandscheiben unterstützt. Aufgrund ihres Aufbaus weisen die verschiedenen Wirbelsäulenabschnitte eine unterschiedliche Beweglichkeit auf, und erst durch die Sum-

mierung von Teilbewegungen in den einzelnen Wirbelgelenken wird die relativ große Gesamtbeweglichkeit erreicht (Mareés 2002, 11).

Bewegungssegment

Die Wirbelsäule besteht aus etwa 25 Bewegungssegmenten, die in ihrer biomechanischen und ihrer biochemischen Funktion eine Organeinheit bilden, die äußeren Einflüssen wie Bewegungsmangel oder Schwerkraftwirkung unterliegt (Junghanns 1986, 65).

Tittel (1986, 29; 47) beschreibt das Bewegungssegment als ein funktional bedeutendes Gebilde zwischen zwei Wirbelkörpern, das in seiner Umgrenzung und seiner Struktur aus unterschiedlichen anatomischen Grundelementen besteht und eine Besonderheit der Wirbelsäule darstellt. Das Bewegungssegment umfasst neben der Zwischenwirbelscheibe, die als straffes Halbgelenk zugleich eine Pufferfunktion wahrnimmt, die paarigen Wirbelbogengelenke, welche Anteil an allen ausgeführten Bewegungen haben und damit die Zwischenwirbelscheibe unterstützen.

Eine enge Beziehung besteht zwischen dem Bewegungssegment und den beteiligten Bändern, Muskeln, Gefäßen und Nerven. Jedes Segment ist in ein ausgedehntes Muskel-Bandsystem eingebunden, das die Wirbelsäule aktiv und passiv stabilisiert (Lippert 1989, 90; Tittel 1986, 29, 62). Riemann und Lephart (2002, 71ff) definieren Stabilität als die ordnungsgemäße Positionierung der körperlichen Anteile durch einen Ausgleich der auftretenden Kräfte.

Nach Krämer und Hasenbring (2006, 54) ist die Zwischenwirbelscheibe maßgeblich für den Grad der Stabilität verantwortlich. Der Bewegungsumfang innerhalb eines Segments ist gering und unterscheidet sich für die verschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule; Bänder und Kapseln schränken das segmentale Bewegungsausmaß zusätzlich ein (Hamilton 2008, 1). Dort, wo die Zwischenwirbelscheiben gegenüber den rigideren Skelettelementen eine große Höhe erreichen, ist die Beweglichkeit der Wirbelsäule am größten (Benner und Snell 1995, 743).

Nach Junghanns (1986, 48) benötigt das Bewegungssegment sowohl für kinetische Leistungen als auch für statische Aufgaben eine ausreichend kräftige Muskulatur. Eine muskuläre Insuffizienz führt zu qualitativen und quantitativen Veränderungen im Segment, die im weiteren Verlauf mit einer Überbeanspruchung und Degeneration

der Wirbelgelenke einhergehen (Krämer und Hasenbring 2006, 54; Junghanns 1986, 48). Dieser Zustand wird *Instabilität* genannt.

Wirbelsäuleninstabilität

Bereits in den 1970er Jahren vermutete Junghanns (1986, 67), dass die gestörte Funktion der Bewegungssegmente eine Ursache für Rückenbeschwerden sein könnte. Im Verlauf der wissenschaftlichen Erforschung von Rückenschmerzen kam der Wirbelsäuleninstabilität eine immer größere Bedeutung zu. Murphy et al. (2011, 26) untersuchten 264 Personen mit lumbalem Rückenschmerz und diagnostizierten bei 63 % eine dynamische Instabilität der Bewegungssegmente.

Instabilität wird nach Betz (2002, 379) als eine Schwäche des passiven Systems der Wirbelsäule, bei dem translatorische Bewegungen der Gelenke über das Varianzmaß hinaus gesteigert sind, definiert. Wird die Insuffizienz des passiven Systems nicht durch eine aktive und kräftige Muskulatur kompensiert, kommt es zu einer mangelhaften Stabilität der einzelnen Bewegungssegmente, die Fehl- und Überbelastung des gesamten Rückens zur Folge hat (Reeves et al. 2009, 164ff; Betz 2002, 379).

Hamilton (2008, 1) beschreibt die Instabilität der Bewegungssegmente als einen Verlust der Bewegungskontrolle, der zu Rückenschmerzen und funktioneller Beeinträchtigung führt. Schon geringe Schäden im Gewebe der Zwischenwirbelscheibe und ihrer Verbundstellen zu den angrenzenden Wirbelkörpern lösen Störungen im biomechanischen Gleichgewicht der Bewegungssegmente aus (Junghanns 1986, 67). Hildebrandt (2003, 412) sieht die muskuläre Kontrolle im Segment als einen aktiven Schutz der schmerzempfindlichen Strukturen der Wirbelsäule.

Insbesondere Panjabi (1992, 383ff) untersuchte die minimale Bewegung zwischen zwei Segmenten, bevor der Gelenkwiderstand einsetzt, die sogenannte *neutrale Zone*. Nach Hildebrandt (2003, 414) wird die Neutralzone eines Segments als Bewegungsausmaß definiert, das ohne begrenzenden aktiven-muskulären oder passiven Widerstand erreicht werden kann. Ein Segment ist folglich instabil, wenn es eine relativ große neutrale Zone aufweist (Panjabi 1992, 384). Entsprechend schreibt Albrecht (2003, 51):

„Klinische Instabilität ist eine signifikante Abnahme der Möglichkeit des stabilisierenden Systems, die neutrale Zone eines Gelenks in ihren physiologischen Bereichen zu halten, so dass es zu keiner neurologischen Dysfunktion, keiner größeren Deformität und keinen behindernden Schmerzen kommt.“

Gesichert wird die Stabilität der Wirbelsäule durch drei Teilbereiche: erstens über das zentrale Nervensystem als neurales und übergeordnetes Kontrollsystem, das die Muskelaktivität koordiniert. Es plant im Vorhinein einer Bewegung Stabilitätsreaktionen und reagiert bei unvorhergesehenen Herausforderungen auf afferente Informationen. Zweitens über das aktive Teilsystem, das durch die Kapazität der Muskulatur mechanische Kräfte erzeugt, um die Bewegungssegmente zu stabilisieren. Drittens über das passive System, bestehend aus knöchernen und artikulären Strukturen, die am Ende einer Bewegung hemmend auf das Bewegungsausmaß einwirken (Richardson et al. 2009, 16).

1.3.1.3 Muskulatur

„Das Geheimnis eines gesunden Skeletts liegt in den Muskeln – eine Erkenntnis, die den Sportwissenschaftlern zu verdanken ist.(...) Die Bewegungsexperten haben die verlorene Einheit von Knochen, Gelenken und Muskeln wiederhergestellt, indem sie auf die zentrale Rolle der Muskeln als Aufbau-, Antriebs- und Erhaltungsorgan für den Gesamtorganismus hinwiesen.“ (Michal und Killmeyer 2004 in Uhlig 2005, 4)

In den vergangenen Jahren rückte die Muskulatur, insbesondere die stabilisierende Rumpfmuskulatur, durch das vermehrte Auftreten von Rückenschmerzen stärker in den Fokus sportwissenschaftlicher Untersuchungen. Die Muskulatur als das größte Organ des Menschen nimmt bis zu 50 % seines Körpergewichts ein und muss permanent die Körperhaltung sowie die Bewegungen des Rumpfes und der Extremitäten garantieren (Dunkel 2007, 65; Lang und Lang 2007, 144; Mutschler et al. 2007, 633; Weineck 2002, 71; Rüdel, 1993, 85).

Gesunderhaltung und Schmerzfreiheit der Muskulatur werden durch regelmäßige Bewegung und Belastung gewährleistet. Ist die muskuläre Belastung dauerhaft zu gering oder wird im Wesentlichen „Haltearbeit“ geleistet, kommt es zu funktionellen Störungen der Muskulatur. Ausgelöst durch eine inaktivitätsbedingte Atrophie ist ins-

besondere die Rumpfmuskulatur vermindert leistungs-, kompensations- und erholungsfähig und besitzt zu wenig Kraft und Ausdauer, um die Wirbelsäule vor Über- und Fehlbelastung zu schützen (Dunkel 2007, 65; Laube 2004, 36).

McNeill et al. (1980, 529ff) untersuchten rückengesunde Menschen und Rückenschmerzpatienten hinsichtlich ihrer Rumpfmuskelkraft und fanden heraus, dass Rückenpatienten eine um durchschnittlich circa 40 % geringere Muskelkraft aufwiesen als rückengesunden Probanden. Bei den Frauen war dieses Kraftdefizit noch ausgeprägter als bei den Männern. Auch Mellin (1986, 421ff) wies bei männlichen Personen mit chronischen Rückenschmerzen Defizite der Rumpfmuskelkraft nach.

Israel (1995, 92) verbindet das Auftreten von Rückenschmerzen maßgeblich mit der Qualität der Rumpfmuskulatur. Als mögliche Risikofaktoren für eine Chronifizierung von Rückenbeschwerden diskutieren Thorwesten et al. (2000, 39) neben einer reduzierten Maximalkraft und neuromuskulären Dysbalancen zunehmend Defizite in der neuromuskulären Steuerung.

Albrecht (2003, 54) vermutet einen Zusammenhang zwischen chronischen Rückenschmerzen und der Dysfunktion der stabilisierenden Rumpfmuskulatur. Die Ergebnisse einer 3-Jahres-Studie weisen darauf hin, dass Übungen zur Bewegungskoordination beziehungsweise Ansteuerungsübungen der tiefen Rumpfmuskulatur zu einer verminderten Rezidivrate führen (ebd. 2003, 54).

Das Training des neuromuskulären Systems stellt nach Froböse et al. (2003, 59) einen wesentlichen Bestandteil der therapeutischen Intervention dar. Dabei steht nicht das Erreichen einer besonders hohen Muskelkraft im Vordergrund, sondern die möglichst ungehinderte schmerzfreie Ausführung von Alltags- und Freizeitbewegungen. Untersuchungen bezüglich des Zusammenhangs zwischen Muskelkraft, segmentaler Stabilität und Rückenschmerz haben gezeigt, dass eine Schmerzreduktion nicht alleine durch die Erhöhung der Muskelkraft erreicht werden kann. Häufig sind es koordinative Mängel der Rumpfmuskulatur, die bei Rückenschmerzpatienten anzutreffen sind.

Es ist gesichert, dass koordinative Defizite der Rumpfmuskulatur die Entstehung degenerativer Wirbelsäulenerkrankungen fördern (Hamilton 2008, 3; Laube und Hildebrandt 2000, 534). Wenn die von den großen Rückenmuskeln ausgelösten Bewegungen unkontrolliert und ungebremst auf die Wirbelsäule übertragen werden, kann es

zu schmerzhaften Beschwerden in den Bewegungssegmenten kommen (Brückner et al. 2003, 16).

Stabilisierende Rumpfmuskulatur

Die Wirbelsäule ist mechanisch ein äußerst komplexes System, das unabhängig von Verteilung und Größe der äußeren Belastungen eine nahezu beliebige Anzahl von Körperpositionen einnehmen kann. Die Rumpfmuskulatur ist dabei *das* wesentliche Element, um die Wirbelsäule zu bewegen und zu stabilisieren (Hodges 2009, 28).

Sie besteht aus verschiedenen Muskelschichten, von denen die tiefliegende Bauchmuskulatur vor allem für die Stabilisation der Wirbelsäule verantwortlich ist. In ihren Abschnitten ist die Rumpfmuskulatur entsprechend ihrer Beanspruchung unterschiedlich organisiert (Mannion et al. 2008, 478; Valerius et. al. 2002, 14; Brückner et al. 2003, 17). Die tiefliegenden Muskeln in den lordotischen Teilen der Wirbelsäule haben mit mehr als 60 % einen relativ hohen Anteil an Slow-twitch-Fasern, während in den kyphotischen Bereichen und in der oberflächlichen Muskulatur der Anteil der Fast-twitch-Fasern mehr als 45 % betragen kann (Brückner et al. 2003, 17).

Die komplexe Extensionsmuskulatur des Rückens wird allgemein als *M. erector spinae* bezeichnet. In ihrer Gesamtheit wird sie durch zwei Muskelstränge gebildet, die in die Rinnen rechts und links der Dornfortsätze eingebettet sind und jeweils in einen medialen und einen lateralen Trakt eingeteilt werden. Der *M. erector spinae* ist für die Bewegung und Stabilisation des Achsenskeletts und die Sicherung der aufrechten Körperhaltung verantwortlich (Schünke 2000, 165). Seine tiefe Schicht besteht aus autochthonen Muskelzügen, die unmittelbar der Wirbelsäule aufgelagert sind und umso kürzer werden, je mehr sie in der Tiefe liegen (Kapandji 1999, 82).

Funktionell-anatomisch werden im Wesentlichen zwei Muskelsysteme unterschieden: das globale und das lokale Muskelsystem. Diese Einteilung geht maßgeblich auf Untersuchungsergebnisse von Bergmark (1989, 1) zur Problematik der Wirbelsäuleninstabilität zurück.

Das globale System - auch globale Mobilisatoren genannt - umfasst die großen Rumpfmuskeln, die Bewegungen ausführen und keinen direkten Ansatz an den Wirbelkörpern haben (Richardson et al. 2009, 18; Albrecht 2003, 51; Hildebrandt 2003, 412). Muskeln wie der *M. rectus abdominis*, *Mm. obliqui internus et externus* oder

der lange M. erector spinae setzen zwischen Thorax und Becken an und haben die Aufgabe, den auf die Wirbelsäule einwirkenden äußeren Kräften entgegenzuwirken, um das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten und Primärbewegungen des Rumpfes zu initiieren (Hamilton 1997, 18).

Dabei wirken sie wie Halteseile zur Kontrolle der Wirbelsäulenausrichtung. Die große Anzahl äußerer Kräfte, die bei Alltagsfunktionen entsteht, wird durch diese Muskeln aufgefangen, sodass die auf die Lendenwirbelsäulensegmente wirkenden Kräfte auf ein Minimum reduziert werden. Das globale System ist somit entscheidend für die Lendenwirbelsäulen-Becken-Stabilität, jedoch nicht für die fein gesteuerte Kontrolle der intervertebralen Bewegung (Richardson et al. 2009, 18).

Aufgrund der anatomischen Anordnung und ihrer Faserzusammensetzung mit einem hohen Anteil an glykolytischen Fasern sind die großen oberflächlichen Rumpfmuskeln in der Lage, hohe Kräfte zu generieren, aber sie sind auch schnell ermüdbar (Anders 2008, 3). Das Trainieren dieser Muskeln ist nach trainingswissenschaftlichen Prinzipien einfach und üblich, setzt aber das Funktionieren der lokalen Stabilisatoren voraus (Albrecht 2003, 54).

Die Muskeln des lokalen Systems umfassen die autochtonen eingelenkigen Rückenmuskeln und den M. transversus abdominis. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sich sowohl ihr Ursprung als auch ihr Ansatz direkt an der Wirbelsäule befindet (Hamilton 1997, 18). Die lokalen Muskeln kontrollieren die Festigkeit und die intervertebrale Zuordnung einzelner Wirbelsäulensegmente; sie kontrollieren die Bewegungen zwischen den Gelenkflächen der einzelnen Wirbelkörper (Richardson et al. 2009, 17).

Nach Albrecht (2003, 51) sind sie für die Sicherung der segmentalen Stabilität verantwortlich. Die dazu notwendigen Kräfte erreichen sie durch die so genannte „stiffness“, also durch die Resistenz gegen exzentrische Belastung, und das bereits auf einem geringen Aktivierungsniveau. Lokale Muskeln haben einen hohen Anteil an oxidativen Fasern - typisch für die tonische Aktivierung auf vergleichsweise niedrigem Kraftniveau (Anders 2008, 3). Die Zugehörigkeit eines Muskels zum globalen oder lokalen System hängt von seiner anatomischen und physiologischen Eigenschaft ab und ist in Tabelle 3 dargestellt (Valerius et. al. 2002, 14):

Tabelle 3: Charakterisierung der Muskelsysteme

(Valerius 2002, 20)

Merkmal	Lokale Muskeln	Globale Muskeln, eingelenkig	Globale Muskeln, mehrgelenkig
Anatomie	Gelenknah, segmental	Überspannt ein Gelenk	Überspannt mehrere Gelenke
Muskelgröße	Klein	Groß	Sehr lang
Verlauf	Tief, kurz	Höher, länger	Oberflächlich, lang
Lage im Verhältnis zur Bewegungsrichtung	Schräg und quer	Parallel	In der Regel parallel, aber mit hoher Variabilität (aufgrund der komplexen Biomechanik durch die Mehrgelenkigkeit)
Fasertyp	Vorwiegend Typ I	Gemischt Typ I und II	Vorwiegend Typ II, lang, fusiform
Rezeptorentyp	Meist Muskelspindeln	Gemischt, variabel	Meist sensorische Endigungen
Verbindung zu benachbarten Strukturen	Eng verbunden mit Gelenkkapsel und Faszie	Mittlere Schicht	Eng verbunden mit neuralen Strukturen
Funktion	Segmentale Stabilität	Gleichgewicht	Bewegungseinleitung
Anfälligkeit bezüglich Mechanoinsuffizienz	Nicht anfällig	Anfällig	Sehr anfällig
Art der Kraftentwicklung	Dauerhaft, 30% maximale Kontraktion	Variable Mischung von Kraft und Dauer, 30 – 80% maximale Kontraktion	Kurze Beschleunigungskraft, 80% maximale Kontraktion
Typische Kontraktionsart	Statisch, tonisch	Statisch und exzentrisch, geschlossene Kette	Konzentrisch, offene Kette
Steuerung	Stets sehr frühzeitige Vorprogrammierung, unabhängig von der Bewegungsrichtung	Frühzeitige Vorprogrammierung, abhängig von der Bewegungsrichtung	Frühzeitige Vorprogrammierung, abhängig von der Bewegungsrichtung
Dysfunktion	Atrophie/Hemmung	Atrophie/Hemmung	„Spasmus“
Klinische Anzeichen der Dysfunktion	Ermüdung	Schwäche, Ermüdung	Stretchsensitivität, „Verkürzung“
Koordination	Stets verzögert, Koordinationsstörung, Steuerung abhängig von der Bewegungsrichtung	Gelegentlich verzögert	Verfrühte Aktivität

Pathohistologisches Korrelat	Erhöhter Fett- und Bindegewebsanteil, reduzierter Kapillar- und Fasernumfang (meist Typ I mehr als Typ II)	Erhöhter Fett- und Bindegewebsanteil, reduzierter Kapillar- und Fasernumfang	Atrophie Typ I, extrem reduzierter Muskelumfang
Zusammenhang mit Beschwerden	Enger Zusammenhang mit Beschwerden	Variabler, indirekter Zusammenhang mit Beschwerden	Assoziiert mit Schmerzsensibilität der neuralen Strukturen
Klinische Untersuchung	Test der willkürlichen selektiven submaximalen Anspannung	Muskelfunktionstests: Kraft und Dauer; Muskeldysbalance	Stretchsensitivitätstests, Provokationstests, Muskeldysbalance, neurale Strukturen

1.3.1.4 Haltungs- und Bewegungssteuerung

Der Bewegungsapparat als dynamisches System braucht eine zweckentsprechende Steuerung seiner Funktionen (Frisch 2003, 48). Die Voraussetzung dafür liegt in einem intakten motorischen System, dessen morphologische Grundlage Muskulatur, Sinnesorgane und Nervensystem als interagierende Teilbereiche, bilden. Zusammengefasst wird vom *sensomotorischen System* gesprochen (Meinel und Schnabel 1998, 71).

Das sensomotorische System ist der Träger sämtlicher Bewegungsleistungen des Menschen und die Grundlage des umfassenden motorischen Kontrollsystems des Körpers. Es dient neben der neurosensorischen Reizaufnahme auch den zentralnervösen Verarbeitungsprozessen und den dadurch hervorgerufenen muskulären Reaktionen (Korsten et al. 2008, 150; Schömer 2007, 72; Riemann und Lephart 2002, 71 ff).

Nach Laube & Hildebrandt (2000, 536) resultieren aus einem defizitären sensomotorischen Verhalten, mündend in eine nicht adäquate Bewegungskoordination, viele körperliche Probleme. Schon geringe Irritationen im Nervensystem lösen muskulo-skelettale Reaktionen, Anpassungen und Kompensationen im Bewegungsapparat aus (Pfaff 2005, 399). Jahrelange Fehlbelastungen der Wirbelsäule verursachen Einschränkungen und Veränderungen im funktionellen Gebrauch des sensomotorischen Systems. Sowohl hypo- als auch hypermobile Funktionsstörungen in den Bewegungssegmenten sowie neuromuskuläre Dysbalancen, Dyskoordination von Bewegungen und/oder eine schmerzende und atrophie Rückenmuskulatur

sind die Folge des falschen motorischen Verhaltens mit unzureichender systematischer muskulärer Beanspruchung (ebd. 2000, 536).

Sensomotorische Fehlsteuerungen lösen Schmerzen und funktionelle Fehlbelastungen des Bewegungsapparats aus. Bei 80 % der orthopädischen Patienten liegen Störungen der sensorischen und motorischen Regelkreise vor (Schömer 2007, 74; Pfaff 2005, 403). Die Verbesserung der Bewegungskoordination und insbesondere der Aufbau von Afferenzen stellt einen wichtigen Bestandteil der bewegungstherapeutischen Behandlung von Rückenschmerzpatienten dar (Pfaff 2005, 403). Erst eine Steigerung der sensorischen Leistungsfähigkeit ermöglicht die korrekte Ausführung, die Modifikation und letztendlich die Verbesserung von Bewegungsmustern (Wilke und Froböse 1998, 51).

Bruhn (2003, 6) gliedert das sensomotorische System in zwei Teilbereiche: zum einen in die peripheren afferenten Leitungsbahnen, die für die Informationsaufnahme der externen und internen Reize sowie deren Weiterleitung zum zentralen Nervensystem zuständig sind, zum anderen in die zentralen Strukturen des Nervensystems, in denen die Verarbeitung dieser Wahrnehmungen und die Erzeugung von Bewegungsprogrammen zur Ansteuerung der Muskulatur stattfinden. Die komplexen integrativen Leistungen des sensomotorischen Systems gewährleisten eine situationsadäquate Muskelaktion und dadurch eine aufgabenspezifische Koordination der Bewegung.

Nach Laube (2004, 36) setzt sich das sensomotorische System aus der „kreisförmigen“ Verknüpfung folgender anatomischer Strukturelemente zusammen:

1. den *Rezeptoren*, die für die Reizaufnahme und für die Übersetzung der externen und internen Reize in die körpereigene „Sprache“ verantwortlich sind.
2. den *afferenten Leitungssystemen*, zuständig für die Weiterleitung der transformierten Informationen zu den neuronalen Netzwerken und für die Verarbeitungsprozesse an den Schaltstellen des Wegesystems.
3. den *spinalen und supraspinalen neuronalen Netzwerken*, die die gesammelten Informationen zu einer gerichteten Antwort verarbeiten.
4. den *efferenten Leitungsbahnen*, die die Antwortimpulsmuster der neuronalen Netzwerke zu den Effektoren transportieren.

5. den Erfolgsorganen oder *Effektoren*, welche für die Reizbeantwortung durch eine spezifische Muskelfunktion zuständig sind.

Um die Wirbelsäule zu bewegen und zu kontrollieren, müssen sich die internen und externen Kräfte ständig verändern. Dabei werden afferente Reize der sensorischen Rezeptoren interpretiert und mit dem „internen Modell der Körperbewegungen“ verglichen. Dieser Regelkreis löst eine koordinierte Muskelaktivität zum richtigen Zeitpunkt und im richtigen Ausmaß aus (Richardson et al. 2009, 20).

Bewegungskoordination

„Koordination in der Tätigkeit des Menschen ist Abstimmung aller Teilprozesse des motorischen Akts in Hinblick auf das Ziel, auf den Zweck, der durch den Bewegungsvollzug als Handlungsbestandteil erreicht werden soll.“ (Meinel und Schnabel 1998, 37).

Das Wort Koordination kommt in vielen Bereichen des Alltags zur Anwendung. Etymologisch lässt es sich vom Lateinischen „cum ordo“ ableiten. Etwas ist koordiniert, wenn es nach einer bestimmten Ordnung abläuft. Meinel und Schnabel (1998, 33) definieren Bewegungskoordination als die „Zusammenordnung“ von Bewegungsphasen und Kraftimpulsen, also die Organisation einer Bewegung, und damit auch die Organisation der zugrunde liegenden senso- und ideomotorischen Prozesse im Hinblick auf ein Ziel oder eine Handlung.

Bewegungskoordination ist demnach die Fähigkeit zur motorischen Kontrolle menschlicher Bewegungen. Sie ist als Prozess der inneren und äußeren Wahrnehmung von Kräften sowie der Integration dieser Wahrnehmungen in die Aktivierungen von Muskeln und Muskelschlingen zum Zweck der situationsadäquaten Stiffnessregulation und Kraftübertragung mit dem Ziel aufgabenspezifischer Haltung und Bewegung zu verstehen (Bruhn 2003, 8). Koordination ist aber auch die Fähigkeit, komplizierte Bewegungshandlungen innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufs präzise und/oder schnell ausführen zu können (Müller und Schwesig 1999, 15).

Um die Muskelaktivität zur Wirbelsäulenkontrolle zu koordinieren, müssen einzelne Funktionsebenen ineinandergreifen: die Kontrolle der intervertebralen Translation und Rotation und die Kontrolle der Wirbelsäulenhaltung und -ausrichtung sowie die Kontrolle der Körperstellung im Raum müssen gleichermaßen aufeinander abgestimmt werden (Richardson et al. 2009, 21).

Nach Laube und Anders (2009, 448ff) wurde bei Rückenschmerzpatienten vor allem im Bereich der Propriozeption als Bestandteil der Bewegungskoordination ein Defizit an propriozeptiver Information aus dem Bereich der Bewegungssegmente nachgewiesen. Wissenschaftliche Untersuchungen zum Gleichgewichts- und Stabilisationsverhalten bei Personen mit Rückenbeschwerden führen als Ursache der Schmerzen minimale Verletzungen in den Bewegungssegmenten an, die sich der bildgebenden Diagnostik entziehen, aber zu einer Veränderung der posturalen Haltungskontrolle der Wirbelsäule führen (ebd. 2009, 448).

Propriozeption

Die Propriozeption oder Eigenwahrnehmung gehört zum System der Informationsaufnahme und ist der afferente Anteil eines autonomen Reiz-Erregungs-Regulationssystems. Sie befähigt uns, die räumliche Orientierung unseres Körpers oder einzelner Körperteile sowie Geschwindigkeit und Ablauf unserer Bewegungen zu kontrollieren und gibt Informationen über die intern generierten Muskelkräfte und die extern auftretenden Reaktionskräfte (Bruhn 2003, 30; Quante und Hille 1999, 307; Dordel 1998, 850).

Die Eigenwahrnehmung erfolgt reflexartig über Rezeptoren, die in Haut-, Muskel- und Gelenkstrukturen lokalisiert sind. Auch die Aktivierung der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur erfolgt durch ein afferentes Feedback unter anderem der Propriozeptoren (Hildebrandt 2003, 414). Bei gesunden Menschen wird die Rumpfmuskulatur durch die propriozeptive Information immer vor einer globalen Bewegung aktiviert und damit die Wirbelsäule vorwegnehmend stabilisiert. Bei chronischen Rückenschmerzpatienten ist diese stabilisierende Muskelfunktion nicht mehr gegeben, es liegt eine Veränderung der Programmierung und Organisation der Stützensomatorik vor (Laube 2004, 48).

Nach Bruhn (2003, 30) werden die Signale der Propriozeptoren über verschiedene aufsteigende Bahnen mit unterschiedlichen Reizleitungsgeschwindigkeiten an zent-

rale Steuerungseinheiten weitergeleitet. Die Propriozeptoren finden sich in allen Muskeln, Sehnen und Gelenken des menschlichen Bewegungsapparats und sind in der Lage, jeden Bewegungsvorgang unmittelbar zu signalisieren. Sie nehmen bereits eine gerade beginnende Spannungs-, Längen- oder Gelenkwinkeländerung auf (Meinel und Schnabel 1998, 48).

Dordel (1998, 852) gliedert die propriozeptive Wahrnehmung in den Positions-, Bewegungs- und Kraftsinn. „Position“ meint dabei die Stellung der Gelenkwinkel zueinander und nicht die Position des ganzen Körpers im Schwerfeld. Die verschiedenen Propriozeptoren beteiligen sich an allen drei Wahrnehmungsqualitäten.

Rüdiger (1986, 325) unterscheidet hierbei drei Gruppen: Die Rezeptoren der Gelenkkapseln und –bänder, die Rezeptoren in der Skelettmuskulatur und die Rezeptoren in den Muskelsehnen. Wie bereits erwähnt, ist die Koordination der Skelettmuskulatur ein wesentlicher Steuerungsaspekt globaler Bewegungen.

Über den Kraftsinn wird das Ausmaß an Muskelkraft wahrgenommen, das aufgewendet werden muss, um eine Bewegung exakt auszuführen. Nach Frisch (2003, 52) erfolgt die Eigensteuerung der Muskulatur über zwei Sensorensysteme, die beide aus Dehnungsrezeptoren bestehen: erstens die Muskelspindeln, die die Istlänge der Muskelfasern kontrollieren und die Sollwerte der Faserlänge regulieren. Zweitens die Sehnenspindeln, die die Muskelspannung messen, die auf die Insertion am Knochen übertragen wird.

Die Muskelspindelrezeptoren messen über schnell leitende Typ Ia-Fasern die Länge und den Dehnungszustand der Muskelspindeln und des Gesamtmuskels (Rüdiger 1986, 325). Die in der Skelettmuskulatur befindlichen Muskelspindelrezeptoren sind für die Steuerung des Muskeltonus und die reflektorische Kontrolle der Gelenkstellung und damit der aufrechten Körperhaltung zuständig (Dordel 1998, 852). Für die Defizite der Haltungskontrolle und Haltungsstabilität werden nach Laube und Anders (2009, 460) Veränderungen der Propriozeption verantwortlich gemacht.

Es ist jedoch herauszustellen, dass es kein propriozeptives Training gibt. Rezeptoren sind nicht trainierbar und auch bei der Ausweitung des Begriffs auf die afferente Leitung und Verarbeitung der sensiblen und sensorischen Informationen bleibt der efferente Anteil davon unbeeinflusst (Laube 2004, 43).

Nach Laube (2004, 43) sind aber die Muskelspindeln trainierbar, deren Empfindlichkeit über die Kontraktion der intrafusalen Muskelfasern eingestellt wird. Folglich

ist die Muskulatur als Effektororgan trainierbar, unterliegt aber auch den atrophischen Veränderungen der körperlichen Inaktivität.

Eine Atrophie der Muskelspindeln, ihre veränderte Anordnung mit den Muskelfaszien oder metabolische Ursachen haben sehr komplexe Auswirkungen auf das sensomotorische System. Das Ausmaß des Inaktivitätsniveaus führt zu einer generalisierten Gewebeabnahme einhergehend mit Funktionsinsuffizienz, verminderter Belastbarkeit und schnellerer Ermüdbarkeit der funktionellen Strukturen (Laube 2004, 43ff).

Bei Rückenschmerzpatienten, die der hier vorgestellten Untersuchung zufolge häufig nicht das Mindestmaß an gesundheitsfördernder Bewegungshäufigkeit pro Woche erreichen, sind diese Annahmen zum propriozeptiven Training bei der Umsetzung einer bewegungstherapeutischen Behandlung zu bedenken.

1.3.2 Psychosoziale Einflussfaktoren

Obwohl Rückenschmerzen im Allgemeinen als ein körperliches Leiden gelten, fehlt häufig eine organische Ursache, welche das Ausmaß der Schmerzen oder die funktionelle Beeinträchtigung erklärt (Keel 2011, 133). Die Beteiligung psychologischer Faktoren am Schmerzgeschehen ist unbestritten, und der Einfluss individueller psychischer Prozesse wie beispielsweise Aufmerksamkeit, Verstärkungslernen¹⁶, kognitive Bewertung und emotionale Aktivierung in Bezug auf das Schmerzereignis ist äußerst komplex (Pfingsten und Hildebrandt 2011, 438; Melloh et al. 2009, 301; Pfingsten 1999, 290). Gleichwohl gibt es unterschiedliche Vorstellungen darüber, wie psychologische Faktoren wirken (Pfingsten 1999, 290).

Für das erstmalige Auftreten von Rückenschmerzen werden überwiegend exogene Einflüsse, beispielsweise die körperliche Belastung am Arbeitsplatz und funktionelle Veränderungen im Muskel- und Skelettbereich, verantwortlich gemacht (Klinger 2011, 324; Pfingsten und Hildebrandt 2011, 438; Kröner-Herwig 2007, 14). Es wird angenommen, dass anhaltender emotionaler Distress mit einer Erhöhung der muskulären Aktivität der lumbalen Rückenmuskulatur einhergeht (Flor et al. 1985, 354).

¹⁶ **Verstärkungslernen** wird bevorzugt auf der Verhaltensebene beobachtet. Non-verbaler Schmerzausdruck, soziales Rückzugsverhalten, Konsultationen von Fachleuten sowie Bewegungseinschränkungen und verbale Mitteilungen von Klagen und Ängsten führen zu vermehrter Zuwendung und Aufmerksamkeit. Darüber hinaus kann das positive Feedback das Auftreten von auffälligem Schmerzverhalten erhöhen (Hürter 2002, 44).

Psychische Spannungen übertragen sich auf die Muskulatur, da das γ -System, dessen Ursprungsort die Muskelspindeln sind, einer supraspinalen Kontrolle unterliegt. In der Nackenmuskulatur und im Erector trunci als Teil der Rückenmuskulatur befinden sich besonders viele Muskelspindeln. Insofern liegt es nahe, dass sich psychische Spannungen in Form eines Muskelhartspanns in diesen Bereichen manifestieren können (Pfingsten und Hildebrandt 2011, 436).

Deyo und Diehl (1988) untersuchten in einer prospektiv angelegten Studie 179 Personen mit akutem Rückenschmerz und fanden heraus, dass Patienten mit einem niedrigen Bildungsstand, vorhergehenden Schmerzepisoden sowie einem schlechten Allgemeinbefinden weniger von den durchgeführten Behandlungen profitieren konnten als Patienten mit gegensätzlichen Eigenschaften (Pfingsten et al. 1997, 31). Andauernde Arbeitsbelastungen, anhaltender Distress im privaten und beruflichen Alltag sowie Arbeitsunzufriedenheit gelten als relevante Prädiktoren für das erstmalige Auftreten von Rückenschmerzen sowie für die Chronifizierung akuter Schmerzen (Hasenbring et al. 2001, 442; Kendall 1999, 545; Bigos et al. 1991, 1).

Der Übergang von akuten zu chronischen Schmerzen ist fließend, und der Einfluss psychosozialer Faktoren auf das Schmerzempfinden nimmt im Krankheitsverlauf zu (Pfingsten 2009, 40ff; Jellema et al. 2007, 1812ff; Köstermeyer et al. 2005, 45). Für die Prognose des Krankheitsverlaufs werden sie insbesondere bei chronischen Rückenschmerzen aussagekräftiger eingestuft als somatische oder biografische Faktoren (Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft 2007, 5; Experten-Panel der Bertelsmann Stiftung 2007, 8; Krismer et al. 2007, 77).

1.3.2.1 Individuelles Schmerzverhalten

Wissenschaftliche Untersuchungen konnten nachweisen, dass der individuelle Umgang mit Rückenschmerzen den Krankheitsverlauf signifikant beeinflusst (Hasenbring et al. 2001, 442). Insbesondere ein passiver und vermeidender Bewältigungsstil wirkt sich negativ auf bestehende Schmerzen aus (Kröner-Herwig 2007, 14). Das passive Vermeidungsverhalten ist in der Regel durch ein geringes Ausmaß an körperlicher und sozialer Aktivität, durch das häufige Äußern vielfältiger körperlicher Beschwerden sowie einen vermehrten Medikamentengebrauch und die hohe Inanspruchnahme von ärztlichen und therapeutischen Behandlungen gekennzeichnet (Hasenbring und Pfingsten 2004, 103).

Typisch für kortikale Lernprozesse ist die Assoziation¹⁷: Das Schmerzverhalten wird von der eigentlichen Ursache abgekoppelt und gerät unter die Kontrolle positiv oder negativ verstärkender Umweltbedingungen. Aufgrund dieser Lernprozesse schränken Rückenschmerzpatienten ihre Aktivitäten immer weiter ein und entwickeln ein muskuläres Übungsdefizit und langfristig eine Insuffizienz der Muskulatur (Harter 2005, 56). Macht ein Betroffener die Erfahrung, dass er wegen seiner Schmerzen deutlich mehr Zuwendung erfährt oder dass Rückenschmerzen gesellschaftlich eher als Begründung für Arbeitsunfähigkeit akzeptiert werden als ein persönlicher Leistungs- oder Motivationsverlust, verfestigen sich die Schmerzzustände (Schmidt et al. 2005, 331). Typisch für Rückenschmerzpatienten ist ein Schon- und Vermeidungsverhalten, bei dem besonders körperliche, aber auch soziale Aktivitäten eingeschränkt bis vollständig aufgegeben werden (Hasenbring et al. 2001, 445; Krämer und Nentwig 1999, 12).

Operante Lernprozesse können chronische Schmerzen auch ohne den Einstrom nozizeptiver Reize aufrechterhalten. Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang die Bezugspersonen von Schmerzpatienten, die ein hohes Verstärkungspotential besitzen. Je besorgter und unterstützender sich die Partner zeigten, desto stärker reagierten die Betroffenen und umso stärker war die Antwort des Gehirns auf den Schmerzreiz (Flor 2011, 96).

Auch motivationale Prozesse der Wahrnehmung wirken sich negativ auf das individuelle Schmerzempfinden aus. Durch eine hohe Motivation gelangen außer dem Schmerz nur wenige andere Informationen ins Bewusstsein. Die Fokussierung auf den Schmerz in Verbindung mit häufigen Diagnostikmaßnahmen und der therapeutischen Intervention können zu einer Einengung der Lebensperspektive führen, die mit einer gravierenden Veränderung des gesamten Lebensgefüges einhergeht (Kröner-Herwig 2007, 12; Schonecke, 1997, 1842).

1.3.2.2 Depressive Stimmungslage und anhaltender Distress

Es gibt zwar nur wenige Anhaltspunkte für Merkmale im Sinne einer Schmerzpersönlichkeit, jedoch gelten eine depressive Stimmungslage und anhaltender Distress als evidente Risikofaktoren für die Entwicklung chronischer Rückenschmerzen (Lühmann und Zimolong 2007, 67; Pincus et al. 2002, 109ff).

¹⁷ **Assoziation:** in Vorgängen der klassischen oder operanten Konditionierung wird Schmerz mit anderen Erlebnisgehalten in Verbindung gebracht (Schmidt et al. 2005, 331).

Eine depressive Stimmung¹⁸ konnte sowohl für das erstmalige Auftreten als auch für die Chronifizierung von Rückenbeschwerden verantwortlich gemacht werden (Mannion et al. 1996; 2610; Burton et al. 1995, 727; Waddell et al. 1984, 209). Überwiegend handelt sich dabei um milde Formen der Depressivität, die durch emotionale (niedergeschlagene Stimmung), motivationale (Antriebsverlust), kognitive (Gedanken der Hilflosigkeit) und verhältnismäßige Anteile (Rückzugsverhalten) gekennzeichnet sind (Hasenbring und Pfingsten 2004, 101).

Auch die allgemeine anhaltende psychische Belastung gilt als Risikofaktor für die Entwicklung chronischer Rückenschmerzen. Als *Distress* bezeichnet man unangenehme Alltagsereignisse, beispielsweise Konflikte mit Kollegen oder dem Partner, Termindruck, Lärm, Autofahren, Bewegungsmangel und Schmerzen sowie kritische Lebensereignisse wie Krankheiten, Todesfälle, Arbeitsplatzverlust oder Scheidung. Anhaltender Distress umschreibt die subjektive Wahrnehmung und Interpretation von Belastungen, bei der sich die situativen Anforderungen und die individuellen Bewältigungsmöglichkeiten dauerhaft nicht mehr im Gleichgewicht befinden (Hänsel und Gassen 2010, 197).

Infolge anhaltender psychischer Belastung, die in der Regel mit einer erhöhten muskulären Aktivität - vor allem im lumbalen Wirbelsäulenabschnitt - verbunden ist, kann es zu einer chronischen Aktivierung der Nozizeptoren im entsprechenden Rückenareal kommen. Prädisponiert sind Personen, die in chronischen Belastungssituationen zu einer tonischen Hyperaktivität der symptomrelevanten Muskulatur mit den Folgen von Mangeldurchblutung, Ischämie und verstärkter Ausschüttung algetischer Substanzen neigen (Hänsel und Gassen 2010, 197; Hasenbring und Pfingsten 2004, 101).

1.3.2.3 Arbeitsbedingungen

„Disability status does not arise in the workplace“ (Fordyce 1995, in Pfingsten und Hildebrandt 2011, 439).

¹⁸ Eine depressive Stimmungslage kann eine Folge sein von langanhaltender Belastung im beruflichen oder privaten Alltag, chronischer körperlicher oder mentaler Überforderung, einem lebensverändernden Ereignis (beispielsweise der Verlust eines nahen Angehörigen) oder bereits bestehenden Schmerzen beziehungsweise einer ungünstigen Schmerzbewältigung (Hasenbring und Pfingsten 2004, 101).

Ausgangspunkt vieler gesundheitlicher Beeinträchtigungen ist die Arbeitswelt. Individuelle Arbeitsbedingungen und körperliche Anforderungen gelten im Allgemeinen als Risikofaktor für Rückenbeschwerden (Lühmann und Zimolong 2007, 67). Die Einführung neuer Technologien und Automatisierungsprozesse hat zu erheblichen Veränderungen der individuellen Arbeitsbedingen und Arbeitsbelastungen geführt. Dieser *Belastungsstrukturwandel* kennzeichnet den Rückgang körperlicher Beanspruchungen und die Zunahme sozialer und psychischer Anforderungen im Berufsalltag. Insbesondere sind in diesem Zusammenhang Zeitdruck, soziale Isolation, monotone Tätigkeiten sowie die Zunahme von Schichtarbeit zu nennen (Aust 1999, 18).

Bis in die 1980er Jahre wurden psychosoziale Faktoren am Arbeitsplatz als schmerzverstärkende Komponente kritisch betrachtet. Vor allem Betroffene reagierten ablehnend - so vermuteten sie, dass Ärzte die Genese ihrer Erkrankung in die "Psyche verlegen" und somit als Hypochondrie abtun wollten (Osterholz 1999, 156). Prospektive Längsschnittstudien zeigten allerdings, dass kein kausaler biomechanischer Zusammenhang zwischen Art und Höhe der physischen Arbeitsbelastung und dem Auftreten beziehungsweise der Chronifizierung der Beschwerden nachweisbar ist (Pfungsten und Hildebrandt 2011, 439; Lühmann und Zimolong 2007, 67).

Hinweise dazu gibt die "Boeing-Studie", in der 3.020 Beschäftigte der Boeing-Werke in Seattle körperlich untersucht und mittels eines Fragebogens zu ihrer Arbeitszufriedenheit und zur sozialen Unterstützung am Arbeitsplatz befragt wurden (Bigos et al. 1991, 1ff). Der Faktor *Arbeitszufriedenheit* erwies sich dabei als wichtige Prädiktorvariable für das Auftreten von langandauernden Rückenschmerzen. Die Korrelation zwischen Rückenbeschwerden und Arbeitsunzufriedenheit war unabhängig von den objektiven Kriterien des Arbeitsplatzes, der medizinischen Diagnose oder dem körperlichen Allgemeinzustand der Mitarbeiter (ebd. 1991, 6). Das Ergebnis dieser Studie wird gestützt durch die Aussagen von Lindström et al. (1994, 888ff), die in einer ebenfalls prospektiv angelegten Studie keine statistisch relevante Beziehung zwischen den objektiv erfassten Arbeitsbedingungen und der Rückenschmerzsymptomatik belegen konnten.

1.4 Biopsychosoziales Modell

„Prolonged bed rest is the most effective method known to producing a severe disuse syndrome.“ (Waddell 1998 in Pfingsten und Hildebrandt 2007, 418).

Nach Hollmann (2001, 2) befindet sich die Medizin in der größten Umbruchsituation ihrer Geschichte. In den nächsten Jahrzehnten wird es auch aus Kostengründen immer mehr darauf ankommen eine Krankheit zu verhüten, anstatt sie zu heilen. Die Schwerpunkte Forschung, Lehre und Praxis verlagern sich entsprechend von der Therapie auf die Prävention. Um Erkrankungen effektiv bekämpfen zu können, sollte auf eine dualistische Sicht von Gesundheit und Krankheit verzichtet werden und die Entwicklung biopsychosozialer Konzepte gefördert werden.

Wirksame und wirtschaftliche Therapie- und Präventionskonzepte müssen definierte Anforderungen erfüllen. Hierzu zählt die Differenzierung von akuten und chronischen Rückenschmerzen, die Bestimmung der Zielgruppe und ihrer Zugangswege. Die Vielzahl möglicher Maßnahmen sowie die inzwischen begrenzten finanziellen Mittel machen eine Priorisierung von Behandlungsmethoden und eine umfassende Qualifizierung von Arzt und Therapeut erforderlich. Jedoch haben intensive Behandlungsverfahren den Nachteil, dass sie den Leistungsanbietern zu kostenträchtig erscheinen. Trotz gründlicher Forschungsarbeit besteht noch immer eine Zurückhaltung bei der Verschreibung ganzheitlich orientierter Programme. Dabei ist anzunehmen, dass die langfristige Kosteneinsparung im Bereich der Arbeitsunfähigkeitszahlungen und weiterer medizinischer Behandlungen das kostenintensivere Vorgehen aufwiegen oder gar überkompensieren kann.

„Pain is a basically unpleasant sensation referred to the body which represents the suffering induced by the psychic perception of real, threatened, or phantasied injury“ (Engel 1969 in Hürter 2002, 40).

Neben den biologischen Prozessen (Muskelverspannung oder Nervenkompression) beeinflussen kognitiv-emotionale Faktoren (Katastrophisieren der Schmerzen, Angst, Depressivität) und verhaltensabhängige Aspekte (Vermeidung körperlicher und so-

zialer Aktivität, hohe Inanspruchnahme von ärztlichen und therapeutischen Behandlungen, Äußern körperlicher Beschwerden) den Krankheitsverlauf (Kröner-Herwig 2011, 8; Kempf 2010, 7). Um die Behandlung von Rückenschmerzpatienten effizient zu gestalten, muss der therapeutische Fokus auf ihre körperlichen, psychischen und sozialen Verhältnisse gleichermaßen - also *biopsychosozial* - ausgerichtet sein.

Das biopsychosoziale Behandlungsmodell ist ein Konzept der Systemtheorie und wurde auf der Grundlage von Bertalanffy und Weiss in den 1970er Jahren von George Engel ausformuliert und propagiert. Die Natur ist dabei auf einem Kontinuum hierarchisch geordnet (vgl. Abb. 1). Die komplexeren und größeren Einheiten bauen sich über den weniger komplexen, kleineren Einheiten auf (Egger 2005, 4).

Systemhierarchien:

Konzeptuelles Netzwerk von physischen (materiellen) Begriffen

Biosphäre

Gesellschaft, Nation

Kultur, Subkultur

Gemeinde, Gemeinschaft

Familie

2-Personen-Beziehung

Person

(physiologische Gestalt und molares Verhalten)

Organe

Gewebe

Organellen

Moleküle

Atome

Subatomare Teilchen

Abbildung 1: Originäres biopsychosoziales Modell nach Engel (1975, 1976)
in Egger (2005, 4)

Jedes Niveau dieser Hierarchie stellt ein organisiertes dynamisches System oder eine "Ganzheit" dar. Alle Ebenen sind miteinander verbunden, so dass nichts isoliert existiert. Änderungen oder Störungen einer Systemebene wirken sich auf die anderen Ebenen, vor allem auf die direkt angrenzenden Bereiche, aus und können dort zu weiteren Störungen führen oder durch das System ausgeglichen werden (Egger 2005, 5). Zellen, Organe, Körperfunktionen, die Psyche des Patienten sowie das soziale und gesellschaftliche Umfeld sind für Entstehung und Verlauf einer Erkrankung interaktiv verantwortlich (Schüssler und Söllner 2004, 502; Adler und Hemmeler 2000, 3).

Das biopsychosoziale Behandlungsmodell nach Engel (1975, 1976) erlaubt eine Verknüpfung der einzelnen Faktoren, die eine Erkrankung beeinflussen. Abbildung 2 veranschaulicht die Interaktion der biologischen, der psychischen und der soziokulturellen Komponenten, die eine Rückenschmerz Erkrankung maßgeblich beeinflussen. Inzwischen gilt das biopsychosoziale Modell als das am häufigsten zitierte Paradigma, mit dem versucht wird, die Beziehung zwischen Körper und Geist zu erklären (Egger 2005, 3). Obwohl der Begriff biopsychosozial inzwischen zur medizinischen Alltagssprache gehört, ist der Wandel von einer biomedizinischen zu einer biopsychosozialen Behandlungsweise noch nicht vollständig vollzogen (Egger 2005, 3). Die Ursache liegt nach Rudolf (2000, 1) in der schnell voranschreitenden Technisierung der Medizin und der fachspezifischen Ausbildung von Ärzten und Therapeuten. Moderne und umfangreiche Diagnostikmaßnahmen mindern die gesellschaftliche und individuelle Bereitschaft, einer ganzheitlichen Behandlungsstrategie zu folgen.

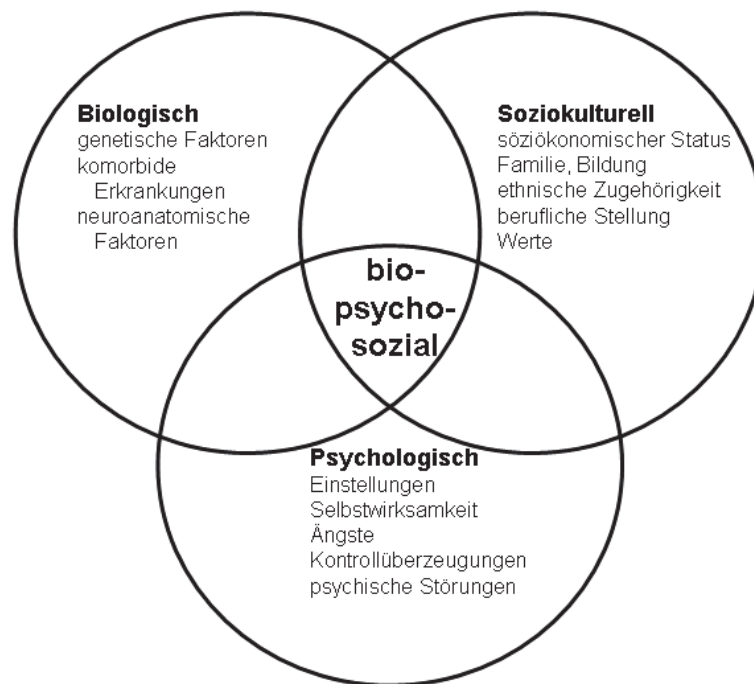


Abbildung 2: Das biopsychosoziale Behandlungsmodell nach Engel (1977)
in Lühmann (2008, 6)

1.4.1 Interaktion zwischen Körper und Seele

Der moderne Zivilisationsprozess beruhte lange auf dem Prinzip der Trennung von Körper und Seele. Seit dem 18. Jahrhundert bemühte sich die Medizin, die Leistungsfähigkeit des Körpers zu verbessern und seine Funktionen zu kontrollieren, indem Affekte, Bewegungslust und innere Triebe unterdrückt wurden (Rudolf 2000, 1; Großklaus 1991, 4). Die Frage nach dem Verhältnis der körperlichen und der geistig-seelischen Seite des Menschen bewegte sich zwischen zwei Polen – dem *Monismus*, der entweder nur das seelisch-geistige Sein anerkennt oder die Wirklichkeit auf ihren physisch-materiellen Aspekt reduziert, und der von Descartes aufgestellten *dualistischen* Wechselwirkungstheorie, nach der die Trennung von Körper und Geist impliziert, dass sich zwei unabhängige, jeweils in sich geschlossene Systeme gegenüberstehen, die sich wechselseitig beeinflussen (Nielsen 2007, 8).

Über die biochemischen Voraussetzungen für einen Zusammenhang zwischen Körper und Seele musste aufgrund geringer Forschungserkenntnisse lange Zeit spekuliert werden. Inzwischen ist die Einheit von Soma und Psyche neurobiologisch gefestigt. Eine Trennung ist naturwissenschaftlich nicht mehr haltbar. Nicht nur die Großhirnrinde, sondern auch die inneren Regelkreise im Stammhirn, Mittelhirn, Zwischen-

hirn sowie im limbischen System bestimmen das in der assoziativen Hirnrinde erzeugte Bewusstsein, das Verhalten, die Wahrnehmung, die Kognition und das Erleben des Menschen (Gottwald 2007, 121).

1.4.2 Gesundheit und Krankheit aus biopsychosozialer Sicht

„Es hängt viel davon ab, was wir überhaupt krank nennen, und nicht jedes Kopfweg braucht als Krankheit anerkannt zu werden. Danach gelten dann nicht alle, die zum Arzte kommen, als krank; aber auch nicht alle, die krank sind, gehen zum Arzte.“ (von Weizsäcker 1949)

Das Verständnis von Gesundheit und Krankheit sowie ihre sprachliche Beurteilung sind vielschichtig. Als gesund wird im Allgemeinen die körperliche Beschwerde- und Symptommfreiheit und das störungsfreie Funktionieren der Organe und des Bewegungsapparats sowie eine optimale geistige und körperliche Leistungsfähigkeit angesehen. Krankheit ist im Gegensatz dazu ein von außen zugetragener Störfaktor, der partiell auf den Körper wirkt und der das individuelle Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit negativ beeinflusst.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts etablierte sich die dualistische Sicht von Gesundheit und Krankheit. Der *modus deficiens* als biomedizinisches Konzept, das sich auf natürliche (empirische) Tatsachen bezieht, definierte Gesundheit und Krankheit als gegensätzliche Pole eines gemeinsamen Kontinuums. Neu entdeckte medizinische Möglichkeiten initiierten einen naturwissenschaftlichen Umbruch, der Krankheit zunehmend quantitativ, mit dem Ziel einer möglichst scharfen Abgrenzung von Gesundheit und als Abweichung von der Norm zu erklären versuchte (Schlicht und Brand 2007, 58). Die Frage „Was lässt die Menschen krank werden“ war das Leitthema in der medizinisch-therapeutischen Versorgung. Mit Hilfe moderner Technik, mit Messinstrumenten und Referenzwerten wird weiterhin versucht, die Gesundheit oder die Krankheit des Patienten exakt festzustellen. Der Begriff „gesund“ steht dabei als Synonym für als „normal“ eingestufte Messwerte (Brand 2010, 50).

Spricht man von *der* Gesundheit, so entsteht der Eindruck, als sei diese ein eindeutig beschreibbarer und festgelegter Zustand. Doch durch vor dem soziokulturellen Hintergrund unterschiedlich wirkende Faktoren oder aber mit fortschreitendem Lebensalter ist sie in stetem Wandel (Schiffer 2008, 36). Gesundheit ist ein dynamischer Zu-

stand, der durch individuelles Tun und gesellschaftliche Strukturen beeinflusst wird und durch objektive und subjektive Anteile gekennzeichnet ist. Beispielsweise gibt es Menschen, die sich völlig gesund fühlen, aber an einer unentdeckten Tumorerkrankung leiden. Andererseits fühlen sich Menschen krank, obwohl die Medizin keine körperlichen Ursachen dafür feststellen kann (Brand 2010, 50; Schlicht und Brand 2007, 59).

Dem biopsychosozialen Ansatz folgend, bedeutet Gesundheit die ausreichende Kompetenz des Menschen, beliebige Störungen auf beliebigen Systemebenen¹⁹ autoregulativ zu bewältigen. Nicht das Fehlen pathogener Mechanismen oder das Nichtvorhandensein von Störungen auf der psychosozialen Ebene bedeuten Gesundheit, sondern die Fähigkeit, die pathogenen Faktoren wirksam zu kontrollieren (Egger 2005, 5). Der Mensch wird krank, wenn der Organismus die autoregulative Kompetenz zur Bewältigung auftretender Störungen nicht ausreichend zur Verfügung stellen kann. Wegen der parallelen Verschaltung der Systemebenen ist es nicht bedeutsam, auf welcher Ebene eine Störung generiert wird, sondern welchen Schaden sie auf der jeweiligen Systemebene, aber auch auf den über- und untergeordneten Systemen zu bewirken imstande ist (ebd. 2005, 5).

1.5 Zusammenfassung

In Deutschland ist das Krankheitsbild "Rückenschmerz" in den letzten Jahren zunehmend häufiger geworden und verursacht inzwischen hohe finanzielle Belastungen im Gesundheitswesen und am Arbeitsplatz (Bigos et al. 2001, 431; Hildebrandt et al. 1996, 192). Als Hauptverursacher der erheblichen Krankheitskosten gelten dabei die chronischen Schmerzzustände, die in der Regel über die Schmerzdauer definiert werden (Hüppe und Raspe 2009, 1). Trotz moderner Diagnostik- und Präventionsmaßnahmen sowie zahlreicher therapeutischer Interventionen steigt die Zahl der erkrankten Personen an (Dickreiter 2004, 687).

Der dem Rückenschmerz zugrunde liegende Pathomechanismus reicht von seltenen und spezifischen Ursachen wie beispielsweise Tumoren oder Frakturen, die erhebliche Beschwerden verursachen können, zu meist unbedenklichen Belastungsschmerzen als Zeichen der körperlichen Beanspruchung bei mangelnder Fitness (Pfungsten und Hildebrandt 2011, 432).

¹⁹ Vgl. Abb. 2, Das biopsychosoziale Behandlungsmodell nach Engel (1977).

Bei vielen der an Rückenschmerzen leidenden Personen kann keine auslösende somatische Struktur identifiziert werden (Strathmann 2008, 534). Als Ursache für diese auch unspezifisch genannten Rückenbeschwerden wird eine inaktive Lebensweise angenommen. Die Bedeutung psychologischer Mechanismen für die Aufrechterhaltung der Schmerzzustände nimmt bei chronischen Rückenbeschwerden und Rezidiven zu (Pfungsten und Hildebrandt; 2011, 438; Pfingsten, 2004, 233).

Insbesondere der chronische unspezifische Rückenschmerz muss als komplexes Phänomen verstanden werden, in dem biologische, psychische und soziale Faktoren eng miteinander verknüpft sind und den Krankheitsverlauf gleichermaßen beeinflussen. Körperlicher Befund und Befinden des Betroffenen liegen oft weit auseinander (Uhlemann 2004, 235; Reck, 1998, 130; Hildebrandt et al. 1996, 191). Die frühzeitige körperliche und soziale Aktivierung und umfassende Information des Patienten über den zumeist gutartigen Verlauf ihrer Erkrankung kann nach Pfingsten und Hildebrandt (2011, 432) eine Chronifizierung der Beschwerden verhindern.

Bereits seit 1980 gibt es ein Klassifikationssystem für Krankheiten, das einem biopsychosozialen Konzept folgt. Körperliche und seelische Gründe sind als gleichwertige Faktoren für Entwicklung und Verlauf einer Rückenschmerz Erkrankung akzeptiert (Dunkel 2007, 17). Die praktische Übernahme dieser biopsychosozialen Leitlinie in die Behandlungspraxis ist bisher jedoch kaum erfolgt (Peschel 2005, 44).

Aufgrund seiner Lage ist der Rücken ein besonderer Körperteil, der die größte Fläche des menschlichen Körpers ausmacht, sich aber dem eigenen Blickfeld entzieht. Eine gezielte Wahrnehmung des Rückens und damit auch der Haltung der Wirbelsäule ist nur eingeschränkt möglich (Dunkel 2007, 81). Obwohl die Wirbelsäule das Bewegungsorgan des Körpers ist - ausgestattet mit einer erheblichen Mobilität - wird sie in der medizinisch-therapeutischen Praxis häufig als statisches Achsenorgan behandelt (Hodges 2009, 13; Mareès 2002, 7; Witte et al. 1999, 678).

Funktionsstörungen der Wirbelsäule sind bei Personen mit Rückenschmerzen häufig zu beobachten (Niemier und Seidel 2011, 8). Nach Hamilton (1997, 17) gelten segmentale Fehlpositionen und Fehlbewegungen als Mitverursacher des lumbalen Rückenschmerzes.

Die Grundlage der Haltungs- und Bewegungssteuerung bildet das sensomotorische System. Es gilt als wesentlicher Schutzfaktor für die Wirbelsäulenstrukturen (Laube und Anders 2009, 448). Chronische Erkrankungen im Bereich des Bewegungsappa-

rats führen zu Störungen des sensomotorischen Systems, insbesondere zu Schwächen in der Informationsaufnahme (Wahrnehmung) und infolgedessen zu einer defizitären Bewegungsausführung (Wilke und Froböse 2010, 141). Bei Rückenschmerzpatienten konnten Veränderungen in der Propriozeption als Teilbereich des sensomotorischen Systems nachgewiesen werden, die unter anderem auf minimale Verletzungen in den Bewegungssegmenten zurückgeführt werden (Laube und Anders 2009, 448; Laube und Hildebrandt 2000, 536).

Neben den sensomotorischen Mängeln liegt bei Rückenschmerzpatienten auch eine muskuläre Insuffizienz vor (Hildebrandt 2003, 415). Im Vergleich zu beschwerdefreien Personen treten signifikante Kraft- und Koordinationsdefizite der Rumpfmuskulatur in Kombination mit einer eingeschränkten Beweglichkeit der Wirbelsäule auf (Schilgen 2002, 160).

Die Rumpfmuskulatur ist wesentlich an Prozessen der Haltung und Bewegung beteiligt. Funktionell-anatomisch werden zwei Muskelsysteme unterschieden: das *lokale* und das *globale* Muskelsystem (Hildebrandt 2003, 412; Bergmark 1989, 1). Die Muskeln des lokalen Systems sind tiefe eingelenkige und gelenknahe Fasern, deren Aufgabe es ist, die Bewegung zwischen den spinalen Segmenten zu kontrollieren (Hodges 2009, 29; Laube und Anders 2009, 442; Albrecht 2003, 51). Gemeinsam mit der Gelenkkapsel nehmen sie die Gelenkbelastung auf und schränken unerwünschte Bewegungen ein (Hildebrandt 2003, 412). Das globale System besteht aus oberflächlich gelegenen und meist mehrgelenkigen Muskelzügen, die den Thorax mit dem Becken verbinden. Es ist für die Bewegungen des Körpers verantwortlich (Laube und Anders 2009, 442; Albrecht 2003, 51; Hildebrandt 2003, 412).

Auf der Suche nach wirksamen Therapieformen ist die Körperhaltung immer wieder Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die Wirbelsäulenform und die Leistungsfähigkeit des sensomotorischen Systems und der Rumpfmuskulatur bestimmen die individuelle Haltung. Neben den somatischen Faktoren unterliegt die Körperhaltung aber auch dem Einfluss psychosozialer Faktoren (Junghanns 1986, 161). Innere Haltung und körperlicher Ausdruck sind untrennbar miteinander verbunden (Dunkel 2007, 82). Chronischer Rückenschmerz kann als Ausdruck einer Dysfunktion der körperlichen und psychischen Regulationsprozesse verstanden werden (ebd. 2007, 83).

Rückenschmerz wird häufig als eine organpathologische Erkrankung - und dabei meist als Wirbelsäulenbeschwerde - behandelt, die eine Trennung der körperlichen und seelischen Vorgänge im Menschen voraussetzt. Zwischen dem „objektiven“ Gesundheitszustand und der subjektiven Gesundheitseinschätzung des Patienten sowie der subjektiven Beurteilung der Erkrankung durch den behandelnden Arzt besteht häufig jedoch nur ein moderater Zusammenhang (Dunkel 2007, 11; Schlicht und Brand 2007, 57).

Psychische und soziale Faktoren, die den Verlauf einer Krankheit beeinflussen und das individuelle Krankheitsverhalten modifizieren, werden von den Krankheitsmodellen der heutigen Medizin, die Krankheiten als Störungen von Mechanismen innerhalb des Organismus deuten, nicht erfasst (Adler und v. Uexküll 2000, 3). Anhand des auf die pathogenen Faktoren fokussierten biomechanischen Modells können komplexe biopsychosoziale Phänomene wie der Rückenschmerz nur eingeschränkt erklärt werden (Galert und Kania 2008, 178). Vor allem korrelieren Röntgenbilder und die bei Rückenschmerzpatienten existierenden Defizite hinsichtlich Kraft, Ausdauer, Koordination und Propriozeption nur mäßig mit dem Ausmaß der Schmerzen und dem Grad der subjektiven Beeinträchtigung (Egle und Hoffmann 2003, 8; Hildebrandt 2003, 417).

2 Studie über die Wirbelsäulenfunktion bei chronischem Rückenschmerz

Auf der Grundlage des gegenwärtigen Forschungsstands zur Wirbelsäulenfunktion bei Personen mit Rückenschmerzen soll mit dieser Untersuchung die Funktion der Wirbelsäule (Inklinationswinkel, Beckenneigung und Krümmungswinkel der Brust- und Lendenwirbelsäule im aufrechten Stand sowie in der Vor- und Rückbeuge) und ihre segmentalen Verhältnisse bei chronischen unspezifischen Rückenbeschwerden dargestellt und zum anderen die Beziehung dieser Parameter zur Schmerzproblematik charakterisiert werden. Dabei gilt es, die dargelegten Besonderheiten der Lebenssituation der Betroffenen zu berücksichtigen.

2.1 Methodik

Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht die Wirbelsäulenfunktion bei 165 Rückenschmerzpatienten und gibt Auskunft über deren Körperhaltung und die Beweglichkeit der spinalen Segmente. Die Gesamtpopulation besteht aus 84 männlichen und 81 weiblichen Testpersonen, die in der Mehrzahl in einem Vollzeitarbeitsverhältnis stehen.

Die Datenerhebung für das Projekt konnte nach Überwindung organisatorischer Schwierigkeiten im März 2010 begonnen werden und erstreckte sich über insgesamt 9 Monate. Die sozialwissenschaftlichen Daten wurden über einen Fragebogen zur Selbsteinschätzung erfragt. Die haltungs- und bewegungsbestimmenden Parameter der Wirbelsäule wurden mit dem 1994 von Dr. Nikola Seichert (Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung der Rehaklinik Bellikon) erstmals vorgestellten und 1999 in Kooperation mit der Firma IDIAG entwickelten Gerät MediMouse® zur strahlungsfreien Wirbelsäulenmessung erhoben.

Zur Überprüfung des Fragebogens und des technischen Ablaufs der Messung erfolgte Anfang 2010 ein Pretest an 15 Versuchspersonen. Der Pretest ergab eine dem kalkulierten Rahmen entsprechende Dauer der einzelnen Untersuchungen und diente vor allem der Überprüfung der Erhebungsinstrumente. Auf dieser Basis wurde anschließend die Hauptstudie durchgeführt.

2.1.1 Auswahl der Probanden

Einschlusskriterien waren die Merkmale Rückenschmerz - gleich welcher Ausprägung - und bereits erfolgte Therapieversuche, die nicht zu einer nachhaltigen Besserung der Beschwerden führten. Eine ärztlich gestützte Diagnose der Rückenbeschwerden musste nicht vorliegen. Die Probanden wurden in der jeweiligen Institution durch den Arzt oder die Krankenschwester persönlich angesprochen und der Testleiterin vorgestellt. In einem Vorgespräch wurden die Probanden über Inhalte, Ziele, Freiwilligkeit der Teilnahme sowie datenschutzrechtliche Bestimmungen aufgeklärt.

Bei der Auswahl der Stichprobe konnte aus organisatorischen Gründen nicht nach dem Zufallsprinzip vorgegangen werden. Es konnten nur Rückenschmerzpatienten berücksichtigt werden, die in den jeweiligen Betrieben beim Arzt oder der Krankenschwester vorstellig wurden.

Um zu gewährleisten, dass die Probanden die Voraussetzungen zur Teilnahme an der Untersuchung erfüllten, wurden folgende Auswahlkriterien entwickelt und vor der Untersuchung an den aufnehmenden Arzt und die Krankenschwester weitergegeben: Bei den Testteilnehmern sollte es sich um Personen mit länger andauernden oder rezidivierenden Rückenschmerzen handeln. Zum Zeitpunkt der Untersuchung konnten die Teilnehmer schmerzfrei sein. Als weiteres Einschlusskriterium wurden chronische unspezifische Rückenschmerzen definiert, die durch eine ärztliche Diagnose, zum Beispiel „LWS-Syndrom“ oder „HWS-Syndrom“, festgestellt worden waren.

Zusätzlich wurden folgende Ausschlusskriterien vor Beginn der Untersuchung festgelegt: Eine Teilnahme war nicht möglich, wenn akut radikuläre, entzündliche oder tumorbedingte Schmerzen vorlagen sowie eine Bandscheibenoperation bevorstand oder Wirbelsäulenbewegungen in Flexion, Extension oder Lateralflexion kontraindiziert waren. Ebenso mussten Rückenschmerzpatienten, die nicht über ausreichende Deutschkenntnisse in Schrift und Sprache verfügten, von der Untersuchung ausgeschlossen werden.

2.1.2 Befragung

Zur Erfassung des Beschwerdebilds und psychosozialer Faktoren wie Schulbildung und beruflicher Tätigkeit sowie körperlicher Aktivität wurde ein Fragebogen mit 60 Items konstruiert.

Die Gestaltung des Fragebogens erfolgte nach den in den Sozialwissenschaften üblichen Verfahren zur Erstellung eines schriftlichen Erhebungsinstruments (vgl. Singer 1978, 49ff). Wegen der angestrebten höheren Bedeutungsäquivalenz wurden vorwiegend geschlossene Fragetypen verwendet. Die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten sind dabei Bestandteil der Fragestellung und dienen der Präzisierung des angesprochenen Themas beziehungsweise Problems des Befragten (ebd. 1978, 76).

Über Meinungsfragen wurden persönliche Einstellungen der Testteilnehmer zu verschiedenen Therapiemaßnahmen erfragt. Um dabei den größtmöglichen Informationsgehalt zu gewährleisten, kam eine 5-stufige Antwortskala (Likert-Skala²⁰) zum Einsatz (vgl. Kirchhoff et al. 2008, 22).

Die Probanden füllten im Beisein der Testleiterin einen Fragebogen mit drei Themenschwerpunkten aus. Es wurden Angaben zu soziodemographischen Daten, zur individuellen Schmerzsymptomatik sowie zur körperlichen Aktivität und zu den durchgeführten Therapiemaßnahmen erfragt. Ein Aufklärungsblatt über die datenschutzrechtlichen Bestimmungen sowie die Zusage der anonymen Behandlung ihrer Daten wurde jedem Testteilnehmer mit dem Fragebogen ausgehändigt.

Nach Aufklärung der Probanden über die oben angesprochenen Ausschlusskriterien wurde nach der Befragung die strahlungsfreie Wirbelsäulenmessung durchgeführt. Die Bearbeitung des Fragebogens und die Wirbelsäulenmessung dauerten pro Testteilnehmer zusammen etwa 30 Minuten.

2.1.3 Wirbelsäulenmessung

Die MediMouse® ist ein elektronisches Messgerät, das zur strahlenfreien Bestimmung der sagittalen und frontalen Rückenform und Beweglichkeit sowie zur Beurteilung von Stellung und Beweglichkeit der Bewegungssegmente in verschiedenen Körperpositionen entwickelt wurde. Dabei wird die Rückenkontur vom siebten Halswirbel bis zum Sacrum dokumentiert. Es werden die Gelenkwinkel zwischen den einzelnen Wirbelsäulensegmenten registriert sowie Länge, Inklinationswinkel (lokale Neigung der Wirbelsäule relativ zum Lot) und Flexions- beziehungsweise Extensionswinkel der Wirbelsäule insgesamt, der Brustwirbelsäule und der Lendenwirbel-

²⁰ In der Likert-Skala wird das Ausmaß der Zustimmung oder Ablehnung zu vorgegebenen Meinungen erfragt, indem die Fragebatterie durch Antwortvorgaben abgestuft ist (Kirchhoff et al. 2008, 22). Die Likert-Skala wird gemäß Singer (1978, 113) in der folgenden Datenanalyse als Ordinal-Skala behandelt.

säule sowie der Hüftgelenke gemessen (Idiag 2008, 7). Nach Seichert (2003, 4) liefert die MediMouse®-Messung zuverlässige Aussagen über die Form und die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule, ausgedrückt als „segmentale Winkel“. Diese korrelieren mit den Winkeln der Wirbelkörper aus Röntgen-Funktionsaufnahmen, sind aber nicht mit ihnen identisch.

Nach Angaben des Geräteherstellers Idiag (2004, 2) wird über einen rekursiven Algorithmus aus der oberflächlichen Form des Rückens die lokale Kontur und die Krümmung der darunterliegenden knöchernen Wirbelsäule berechnet. Über den Vergleich verschiedener Körperhaltungen errechnet das MediMouse®-System die Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule und prüft das Bewegungsverhalten ihrer Segmente.

Die Rückenmessungen in der sagittalen Ebene wurden am stehenden Probanden in den Körperpositionen "Aufrecht", "Flexion" und "Extension", die Messungen in der Frontalebene entsprechend in den Stellungen "Aufrecht", "Lateralflexion rechts" und "Lateralflexion links" durchgeführt. Alle Testpersonen bekamen den gleichen definierten Haltungsauftrag²¹.

Das Messgerät wird von Hand mit moderatem Anpressdruck entlang der Wirbelsäule (vom HWK 7 bis zur Rima ani, entsprechend SWK 3) auf den Dornfortsätzen geführt. Dabei bleibt der Hautkontakt erhalten und der Messkopf passt sich den Rückenkonturen an.

Es wurden folgende Parameter zu Bestimmung der Wirbelsäulenform erhoben: Der Inklinationswinkel der Haltung als Verbindungslinie zwischen dem ersten thorakalen Wirbelkörper und dem Sacrum. Dieser Winkel dient der Veranschaulichung der Kör-

²¹ **Testanweisung:** "Bitte nehmen Sie Ihre Gewohnheitshaltung ein. Die Arme hängen locker nach unten und Ihr Blick geht geradeaus. Der Fußabstand ist circa hüftbreit. Verteilen Sie das Körpergewicht gleichmäßig auf beide Füße und halten Sie Ihre Kniegelenke gestreckt."

Im aufrechten Stand: "Bitte nehmen Sie Ihre Gewohnheitshaltung ein. Die Arme hängen entspannt seitlich am Körper herunter und Ihr Blick geht geradeaus. Der Fußabstand ist circa hüftbreit. Verteilen Sie das Körpergewicht gleichmäßig auf beide Füße und halten Sie Ihre Kniegelenke gestreckt".

In der Flexion: "Beugen Sie sich maximal nach vorne. Die Arme hängen locker nach unten. Der Nacken wird ebenfalls gebeugt. Achten Sie darauf, dass Ihre Kniegelenke gestreckt sind."

In der Extension: "Bitte überkreuzen Sie die Arme und legen Sie Ihre Hände an die Schultern. Achten Sie darauf, dass Ihre Kniegelenke gestreckt sind und nehmen Sie das Kinn in Richtung Brust. Beugen Sie sich dann so weit wie möglich nach hinten." (Idiag 2001, 17ff).

In der Lateralflexion: "Die Beine stehen hüftbreit auseinander. Der linke Arm wird entlang dem linken Bein soweit wie möglich in Richtung Knie geführt. Der Kopf wird locker zu linken Seite gelegt." Die Messung der Lateralflexion nach rechts wird analog zur Lateralflexion nach links durchgeführt. (Idiag 2004, 16).

perhaltung; bei aufrechter Haltung steht der Proband im Lot. Dabei schneidet das vom letzten Zervikalsegment (HWK 7) gefällte Lot den Trochanter major im Bereich des Hüftgelenks und trifft die Mitte der Unterstützungsfläche der Füße. Der Inklinationswinkel beträgt in diesem Fall Null Grad (Seichert et al. 1994, 39). Nach Idiag (o. J., 8) stehen rückengesunde Menschen in der habituellen Haltung im Stand mit einer Inklinaton zwischen 5 und 10 Grad leicht vorgeneigt.

Der Inklinationswinkel repräsentiert für die Flexion und die Extension das Maß der gesamten Vor- und Rückbeuge ähnlich wie sie der Finger-Boden-Abstand für die Vorbeuge qualitativ beschreibt (Idiag 2001, 24). Es wird keine Unterscheidung vorgenommen, welche Gelenke wie stark an der Bewegung beteiligt sind (ebd. 1999, 7). Bei vorgebeugter Haltung ist der Inklinationswinkel positiv; bei Retroflexion ist er entsprechend negativ (Seichert 1994, 39).

Die Wirbelsäulenlänge wird von BWK 1 bis SWK 3 gemessen und ist maßstabsgetreu dargestellt. Aufgrund dessen ist die Konturlinie der Flexion länger als in der aufrechten Haltung - und zwar proportional zur tatsächlichen Längendehnung, die durch das "Aufklappen" der flektierten Bewegungssegmente entsteht (Idiag 1999, 6).

Der Sacrumwinkel wird als Winkel zwischen der oberflächlichen Konturlinie über dem Kreuzbein im Vergleich zum Lot definiert und steht als Maß für die Beckenstellung im Raum, da das Kreuzbein relativ unbeweglich mit dem Becken verbunden ist (Idiag 1999, 9). Damit liegt gleichzeitig eine Winkelangabe für die Hüftgelenke vor.

Die Winkelgrade der Brustwirbelsäule geben den kyphotischen Krümmungswinkel der gesamten thorakalen Wirbelsäule an. Der ermittelte Wert entspricht der Summe der segmentalen Winkel von TH 1/2 bis TH 11/12. Der Winkelwert der Lendenwirbelsäule entspricht der Summe der segmentalen Winkel von TH 12 / L 1 bis L 5 / S 1. Dabei ist zu beachten, dass das Segment TH 12 / L 1 wegen seiner großen Beweglichkeit funktionell zur Lendenwirbelsäule gezählt wird (Idiag 2004, 10).

Über den Vergleich verschiedener Körperhaltungen errechnet das MediMouse®-Programm die Winkelrichtungen der einzelnen Wirbelkörper und prüft deren Stellung zueinander sowie die Verteilung der Bewegung auf die einzelnen Segmente. Dabei gelten als auffällige Parameter die positive Winkelausrichtung (Kyphosierung) der Wirbelkörper im lumbalen Bereich der Wirbelsäule sowie die lordotische Ausrichtung der Segmente (negative Winkelgrade der Wirbelkörper) in der Brustwirbelsäule. In Abbildung 3 ist die Interpretation der Segmentwinkel dargestellt:

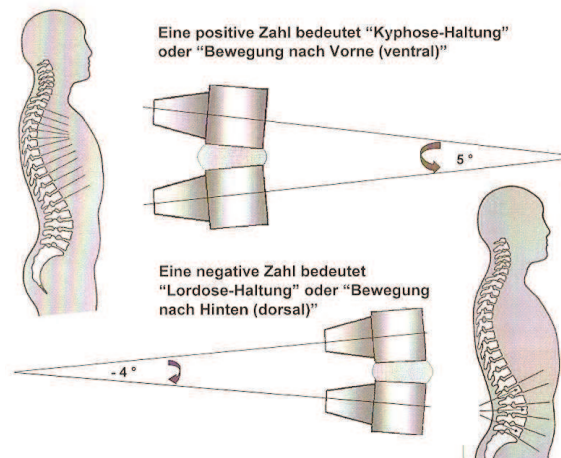


Abbildung 3: Interpretation der Segmentwinkel (nach Idiag 2004,1)

Nach Seichert (1994) wurden bei der Entwicklung des MediMouse®-Programms an 180 rückengesunden Probanden standardisierte Wirbelsäulenmessungen durchgeführt, aus denen die im folgenden dargestellten Referenzwerte für die Krümmungswinkel von Brust- und Lendenwirbelsäule sowie die Sacrum- und Hüftgelenkstellung und die Inklinationwinkel für die jeweilige Altersgruppe und das Geschlecht abgeleitet wurden (Idiag o. J., 4).

Die Referenzwerte beschwerdefreier Personen (vgl. Tab. 4 bis 9) sind in Winkelgrad dargestellt und entsprechen der Summe der segmentalen Winkel der betrachteten Wirbelsäulenabschnitte (Idiag 2001, 25). Dabei wird berücksichtigt, dass Haltung und Beweglichkeit der Wirbelsäule bei Personen ohne Rückenbeschwerden eine große interindividuelle Variabilität (Streubreiten in den Normwerten) aufweist (ebd. o. J., 4)²².

²² Positive Winkel sind als Kyphosierung beziehungsweise Flexion zu interpretieren, analog bedeuten negative Winkel eine Lordosierung beziehungsweise eine Extensionsbewegung.

Tabelle 4: Referenzwerte in Winkelgraden für beschwerdefreie Männer bis 35 Jahre

(Eigene Darstellung nach Idiag 2010)

Männer	Aufrechte Haltung	Flexion	Extension
Brustwirbelsäule	35 bis 47	51 bis 65	31 bis 53
Lendenwirbelsäule	-36 bis -20	25 bis 43	-56 bis -36
Sacrum/Hüftgelenk	6 bis 20	40 bis 70	-3 bis 13
Inklination	5 bis 11	87 bis 119	-24 bis -8

Tabelle 5: Referenzwerte in Winkelgraden für beschwerdefreie Männer von 36 bis 50 Jahre

(Eigene Darstellung nach Idiag 2010)

Männer	Aufrechte Haltung	Flexion	Extension
Brustwirbelsäule	36 bis 50	48 bis 60	27 bis 51
Lendenwirbelsäule	-33 bis -19	24 bis 36	-50 bis -34
Sacrum/Hüftgelenk	3 bis 17	42 bis 64	-6 bis 12
Inklination	4 bis 10	87 bis 109	-22 bis -4

Tabelle 6: Referenzwerte in Winkelgraden für beschwerdefreie Männer über 50 Jahre

(Eigene Darstellung nach Idiag 2010)

Männer	Aufrechte Haltung	Flexion	Extension
Brustwirbelsäule	39 bis 55	49 bis 67	31 bis 53
Lendenwirbelsäule	-35 bis -19	9 bis 29	-48 bis -32
Sacrum/Hüftgelenk	5 bis 21	41 bis 71	-1 bis 15
Inklination	6 bis 14	78 bis 102	-12 bis 0

Tabelle 7: Referenzwerte in Winkelgraden für beschwerdefreie Frauen bis 35 Jahre

(Eigene Darstellung nach Idiag 2010)

Frauen	Aufrechte Haltung	Flexion	Extension
Brustwirbelsäule	31 bis 47	45 bis 65	24 bis 52
Lendenwirbelsäule	-44 bis -24	22 bis 38	-67 bis -47
Sacrum/Hüftgelenk	11 bis 29	58 bis 84	7 bis 25
Inklination	4 bis 12	104 bis 128	-24 bis -6

Tabelle 8: Referenzwerte in Winkelgraden für beschwerdefreie Frauen von 36 bis 50 Jahre
(Eigene Darstellung nach Idiag 2010)

Frauen	Aufrechte Haltung	Flexion	Extension
Brustwirbelsäule	38 bis 56	49 bis 69	32 bis 52
Lendenwirbelsäule	-50 bis -30	10 bis 34	-63 bis -41
Sacrum/Hüftgelenk	13 bis 33	49 bis 79	9 bis 31
Inklination	5 bis 13	85 bis 119	-15 bis 3

Tabelle 9: Referenzwerte in Winkelgraden für beschwerdefreie Frauen über 50 Jahre
(Eigene Darstellung nach Idiag 2010)

Frauen	Aufrechte Haltung	Flexion	Extension
Brustwirbelsäule	40 bis 58	54 bis 72	38 bis 58
Lendenwirbelsäule	-44 bis -26	1 bis 27	-70 bis -32
Sacrum/Hüftgelenk	10 bis 28	52 bis 80	7 bis 27
Inklination	6 bis 14	84 bis 110	-14 bis 2

2.1.4 Datenanalyse

Nach Ordnung der Rohdaten in einer Variablenliste erfolgte die Datenbearbeitung mit dem Statistikprogramm SPSS (IBM SPSS Statistics) Version 18. Im Anschluss an die formale Datenaufbereitung wurden die intervallskalierten Daten über das arithmetische Mittel und die Standardabweichung als Streuungsparameter erfasst und einer inhaltlichen Konsistenzprüfung unterzogen. Alle intervallskalierten Variablen wurden im Hinblick auf ihren plausiblen Wertebereich (unterer und oberer Maximalwert) überprüft (Sachs 1974, 219). Nach Prüfung auf Normalverteilung wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests (vgl. Sachs 1974, 256ff) festgestellt, dass sich die vorliegenden Messdaten als normalverteilt darstellten. Um jedoch Extremwerte der Schmerzpatienten in der statistischen Analyse berücksichtigen zu können, erfolgte die Auswertung über nichtparametrische Verfahren.

Das Hauptaugenmerk galt der Überprüfung von Korrelationen der naturwissenschaftlich objektiven Parameter der Wirbelsäule untereinander sowie zwischen den Wirbelsäulenmessdaten und den sozialwissenschaftlichen Daten aus der Befragung. Wei-

terhin wurden die metrischen Daten der Wirbelsäulenmessungen in Sagittal- und Frontalebene auf geschlechtsspezifische Unterschiede untersucht.

Aufgrund der unterschiedlichen Skalierung des gesamten Datenmaterials wurden die folgenden statistischen Prüfverfahren angewendet:

Der Rangkorrelationkoeffizient (r) nach Spearman als nichtparametrisches Prüfverfahren wurde zur Kontrolle der Korrelation zwischen den ordinalskalierten Daten der Befragung und den intervallskalierten Variablen der Wirbelsäulenmessung und zur Kontrolle der Korrelationen zwischen den intervallskalierten Wirbelsäulenmessdaten verwendet.

Über die partielle Korrelationsanalyse wurden Zusammenhänge unter Kontrolle verschiedener Einflussfaktoren genauer geprüft, um eventuelle Scheinkorrelationen zwischen den Variablen aufzudecken und auszuschließen (Bühl 2008, 349ff).

Der Chi²-Test wurde zur Überprüfung der Unabhängigkeit nominaler beziehungsweise nominal- und ordinalskalierter Variablen herangezogen (Brosius 2011, 416; Bühl 2008, 247).

Der Frage nach den geschlechtsspezifischen Unterschieden hinsichtlich der Wirbelsäulenmesswerte wurde mit dem t-Test für unabhängige Stichproben (Student 1908 in Sachs 1974, 109) nachgegangen.

Bei der Darstellung der Ergebnisse der Korrelationsanalysen wurden die üblichen Signifikanzniveaus beachtet: $p > 0.05$ nicht signifikant, $p \leq 0.05$ schwach signifikant (*), $p \leq 0.01$ signifikant (**) und $p \leq 0.001$ hoch signifikant (***) (Sachs 1974, 92ff).

Aufgrund des Erhebungsdesigns und der damit verbundenen Filterführung der Befragung enthalten einige Variablen fehlende Werte, beispielsweise, wenn einer Person eine entsprechende Frage durch die Filterführung nicht gestellt wurde.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Deskriptive Auswertung der Befragung

Die Bearbeitung der Untersuchungsergebnisse erfolgt zunächst deskriptiv. Die erhobenen Variablen aus Befragung und Wirbelsäulenmessung werden als eindimensionale Häufigkeitsverteilungen in Diagrammform dargestellt und im Folgenden diskutiert.

Personenmerkmale

Die soziobiographischen sowie berufsbezogenen Merkmale der befragten Personen sind Abbildung 4 zu entnehmen:

Männer und Frauen bilden jeweils etwa die Hälfte der Stichprobe. Die Mehrzahl der Probanden ist verheiratet oder lebt in einer festen Partnerschaft. Etwa ein Drittel (36 %) lebt allein und hat keinen festen Partner.

Das durchschnittliche Alter der Probanden beträgt 45,78 Jahre. Die jüngste Versuchsperson ist zum Untersuchungszeitpunkt 18 Jahre alt, der älteste Teilnehmer 68 Jahre. Die in der Studie am stärksten vertretene Altersgruppe ist zwischen 36 und 50 Jahre alt. Damit werden in der Mehrzahl Daten von „im Berufsleben stehenden Rückenschmerzpatienten“ erhoben.

Fast alle Teilnehmer besitzen einen Schulabschluss. 60 % der befragten Personen verfügen über einen Haupt- oder Realschulabschluss, höhere Bildungsabschlüsse wie Fachhochschulreife (13 %) und Abitur (25 %) sind weniger häufig vertreten.

Die meisten der Testpersonen gehen einer Vollbeschäftigung nach. 20 % der Probanden arbeiten in Teilzeit und 8 % sind nicht mehr berufstätig oder arbeiten im Haushalt. 2 Versuchspersonen haben wegen ihrer anhaltenden Rückenschmerzen einen Antrag auf Verrentung gestellt.

42 % der Testpersonen gehen einer vorwiegend sitzenden Tätigkeit nach. Bei 41 % ist die Arbeitstätigkeit körperlich belastend.

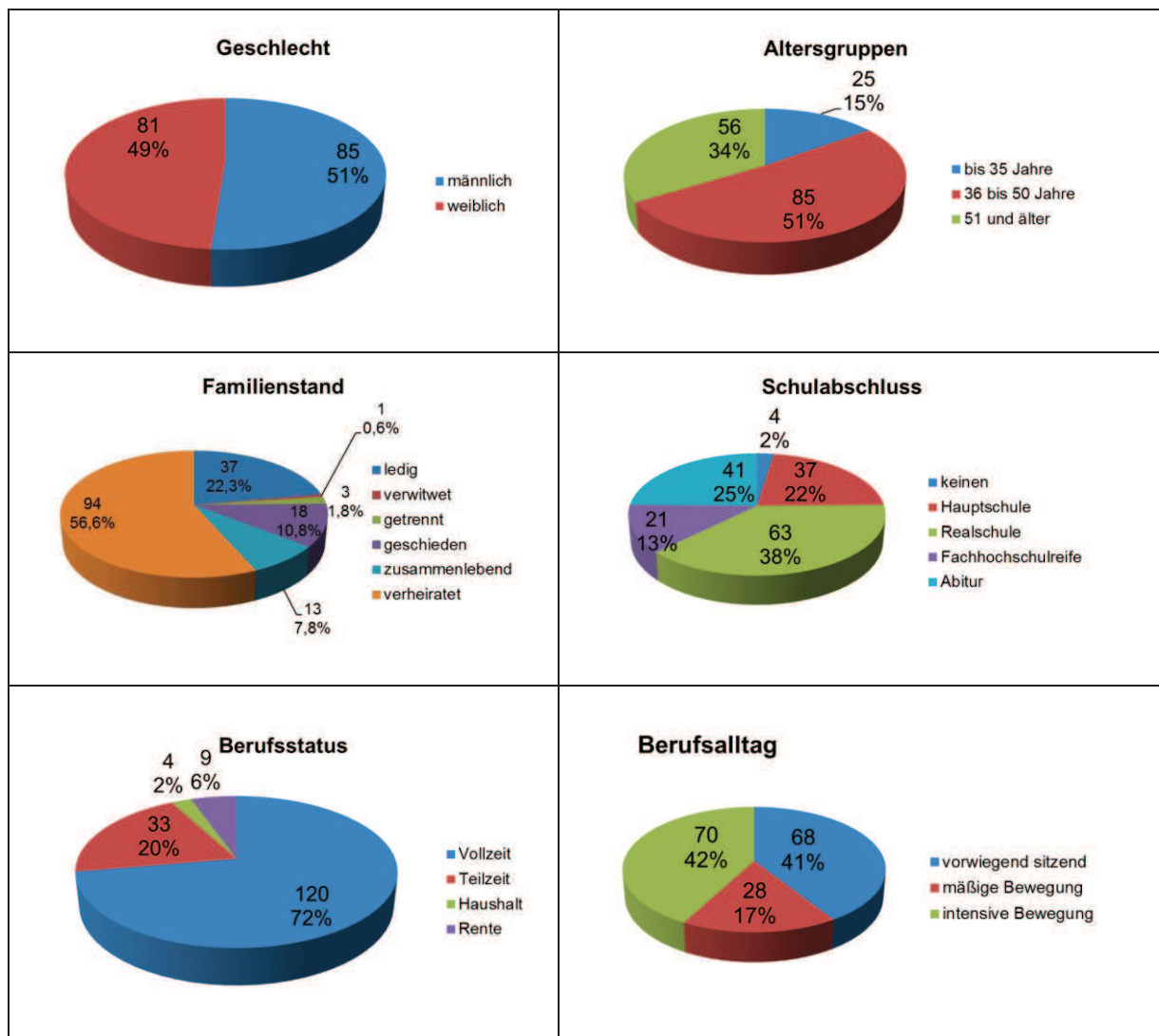


Abbildung 4: Personenmerkmale

Schmerzanamnese

Abbildung 5 gibt Auskunft über die krankheitsspezifischen Daten der Stichprobe. Ein Großteil der Testteilnehmer leidet bereits seit mehr als 6 Monaten an Rückenschmerzen und zählt nach Kröner-Herwig (2007, 11) zur Gruppe der chronisch schmerz erkrankten Menschen. Dieser Personenkreis hat im Verlauf seiner Rückenschmerz erkrankung bereits einen Arzt aufgesucht und daraufhin verschiedene Diagnostik- und Therapiemaßnahmen in Anspruch genommen.

72,9 % der befragten Personen berichten von Kreuzschmerzen mit Ausstrahlungen in andere Rückenareale. Am häufigsten betroffen ist der zervikale Bereich. Nur wenige Probanden leiden ausschließlich an lumbalen Rückenschmerzen oder an Beschwerden, die selektiv in der Brust- oder Halswirbelsäule auftreten.

Die Schmerzhäufigkeit wird aufgrund der Subjektivität von Schmerzempfindungen über die Items "gelegentlich", "häufig" und "sehr häufig" erfasst. Die Befragung ergibt, dass 40 % der Testpersonen unter "gelegentlichen" und 41 % unter "häufigen" Rückenschmerzen leiden. 19 % geben an, dass ihre Rückenschmerzen "sehr häufig" auftreten.

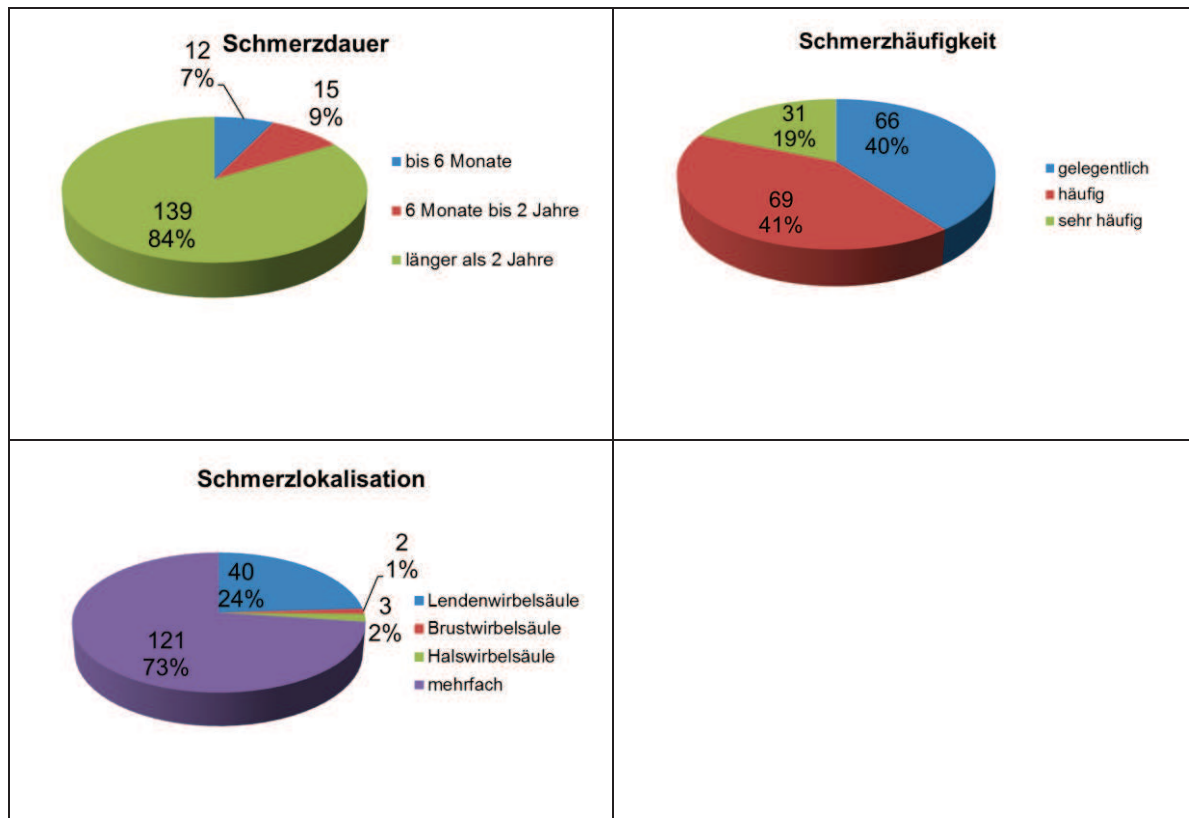


Abbildung 5: Schmerzvariablen

In Abbildung 6 sind die rückenschmerzauslösenden Bedingungen dargestellt. Über eine fünfstufige Likert-Skala bewerten die Testteilnehmer verschiedene Faktoren hinsichtlich ihrer schmerzauslösenden Wirkung. Die erfragten Schmerzauslöser definieren ein subjektiv erlebtes körperliches oder seelisches Geschehen, das in einem zeitlich direkten Zusammenhang mit dem Auftreten der Rückenbeschwerden steht.

Beschwerdeauslöser sind vor allem somatische Faktoren wie körperliche Anstrengung oder Bewegungsmangel. Für die Mehrzahl der Probanden (63 %) besteht kein Zusammenhang zwischen psychischer Belastung und dem Auftreten ihrer Rückenschmerzen.

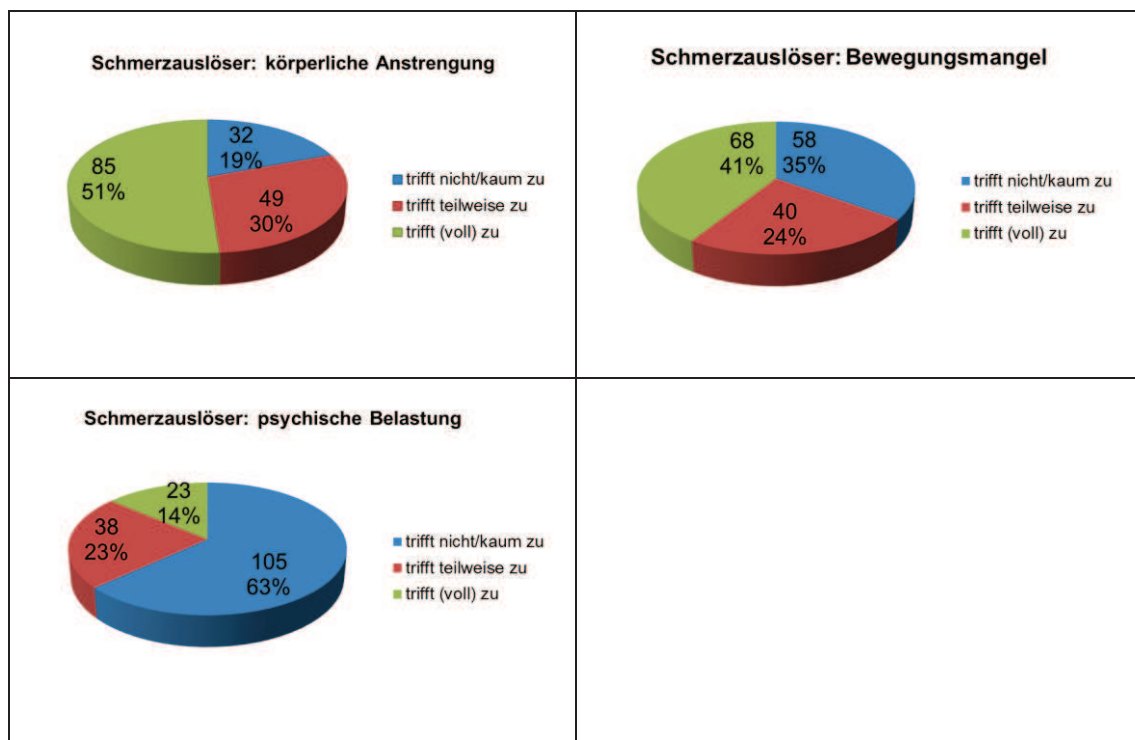


Abbildung 6: Subjektiv erlebte Schmerzauslöser

Im Vergleich zur vorhergehenden Fragestellung soll mit der Analyse der Schmerzursache herausgefunden werden, welche Faktoren nach Einschätzung der Probanden zu ihrer Rückenschmerz Erkrankung geführt haben.

77 % der Testteilnehmer machen ein komplexes Gefüge verschiedener Ursachen für den Beginn ihrer Rückenschmerz Erkrankung verantwortlich (vgl. Abb. 7). Eine alleinige pathogenetische Ursache, wie beispielsweise eine Bandscheibenerkrankung oder einen Unfall mit Beteiligung der Wirbelsäule, identifizieren nur 22 % der Probanden als Grund für ihre Beschwerden.

Ein somatisches Kausalitätskonzept wird von den Probanden häufiger vermutet als psychosoziale Faktoren. Über die Hälfte der Testteilnehmer (52 %) sieht eine Verbindung zwischen der körperlichen Belastung im Beruf und ihren Rückenbeschwerden. Aber auch Bewegungsmangel ist nach Ansicht von immerhin 45 % der Probanden der Grund für ihre Rückenschmerzen.

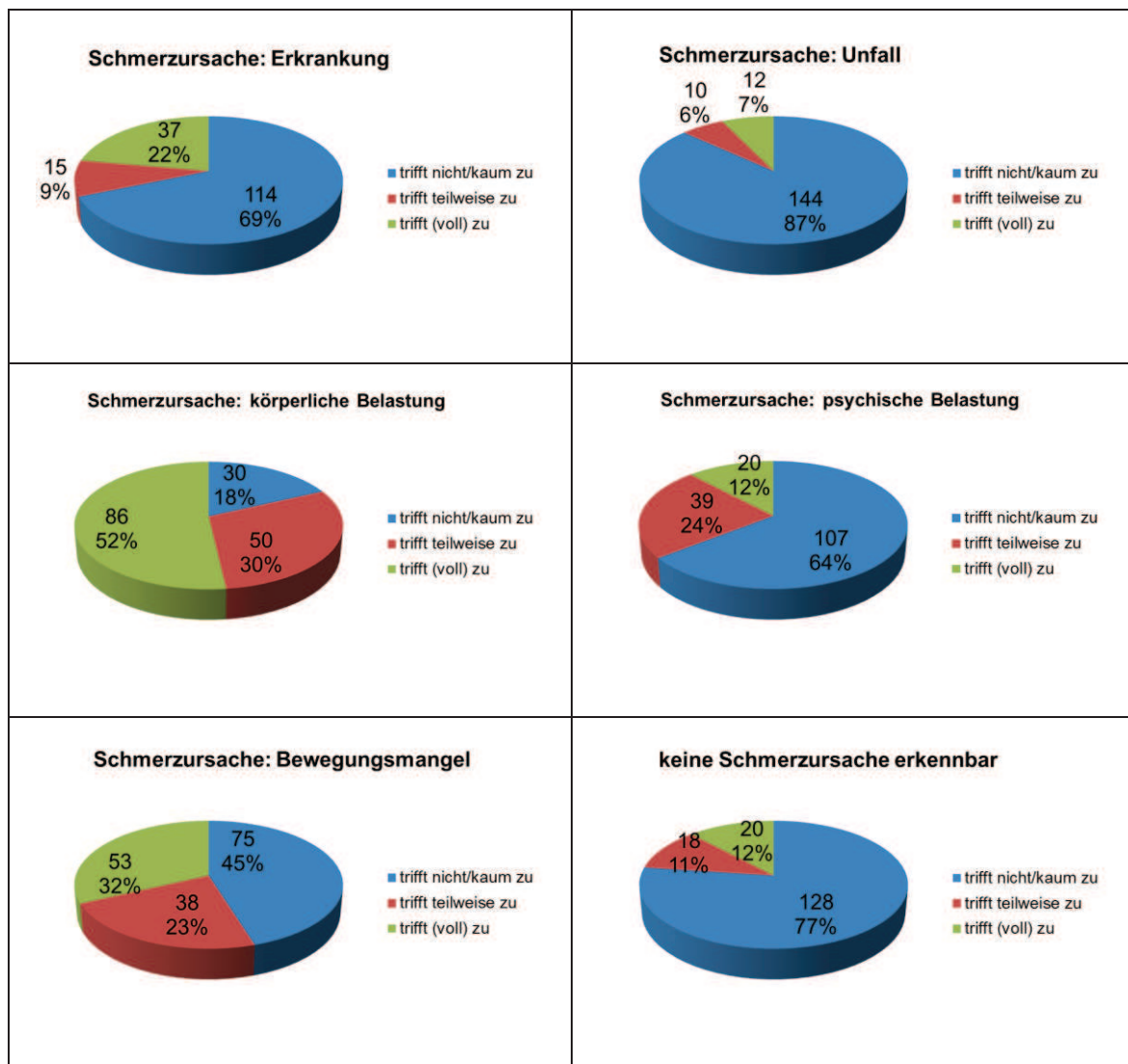


Abbildung 7: Subjektiv erlebte Schmerzursache

Bewegungsaktivität

Rückenschmerzpatienten neigen zu einem körperlichen Schonverhalten, das ein Funktionsdefizit aller Strukturen im Körper nach sich zieht und infolge der durch biologische und sozialisationsbedingte Mechanismen verursachten körperlichen Schonung zu einem Abbau der Muskulatur und zu einem Mobilitätsverlust der Wirbelsäule sowie zu einer Einbuße ihrer muskulären Sicherung führt (Basler 2011, 219; Schifferdecker-Hoch et al. 2003, 645). Die dabei unter Umständen zusätzlich beziehungsweise verstärkt auftretenden Rückenbeschwerden führen zur weiteren Schonung des Bewegungsapparats.

Regelmäßige körperliche Aktivität²³ und Sport leisten einen wertvollen Beitrag zur individuellen Gesundheit und können das Risiko für viele chronische Erkrankungen reduzieren. In Deutschland sind jedoch nur vergleichsweise wenige Menschen körperlich so ausreichend aktiv, dass sie von den positiven Wirkungen der Bewegungsbelastung profitieren können (Brand 2010, 49). Eine Untersuchung aus dem Jahre 2003, in der bundesweit mobile Rückentests zur Analyse der Funktionstüchtigkeit der Rückenmuskulatur durchgeführt wurden, zeigt, dass zwei Drittel der damals befragten Personen (N=3.337) die von der WHO empfohlene Mindestbewegungsdauer von dreimal wöchentlich 30 Minuten unterschreiten (Schifferdecker-Hoch et al. 2005, 149).

Auch die vorliegende Untersuchung fragt nach dem Bewegungsverhalten der Testteilnehmer („Wie oft sind Sie in der Regel wöchentlich sportlich aktiv?“). Ein ähnliches Ergebnis wie in der umfassenden Untersuchung aus dem Jahre 2003 wurde ermittelt: 65,1 % der in der eigenen Studie untersuchten Rückenschmerzpatienten (N=166) erreicht die empfohlene wöchentliche Mindestmenge an Bewegungsaktivität nicht. Es gelingt nur einem Drittel der Testpersonen, mindestens dreimal wöchentlich körperlich aktiv zu sein. Die durchschnittliche Wochenübungszeit der Probanden ist in Abbildung 8 dargestellt.

Hinsichtlich der körperlichen Aktivität zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede: die Testteilnehmerinnen bewegen sich deutlich häufiger als die männlichen Probanden. Nur 14 % der Frauen sind in ihrer Freizeit überhaupt nicht körperlich aktiv. Bei den Männern liegt der Anteil der bewegungsarmen Probanden mit 35 % deutlich höher.

Von den untersuchten körperlich aktiven Rückenschmerzpatienten ist die Hälfte (48 %) Mitglied in einem Sportverein oder Fitnessstudio. Von diesen Testpersonen schätzen 85 % die Intensität ihres Trainings als so intensiv ein, dass die Empfehlung zur gesundheitswirksamen körperlichen Aktivität eingehalten wird.

Bei der Betrachtung von Abbildung 8 ist zu beachten, dass die Frage nach der Intensität der sportlichen Aktivität nur von den 79 Testpersonen, die in ihrer Freizeit körperlich aktiv sind, beantwortet werden kann.

²³ Mensink (2003, 10) empfiehlt erwachsenen Personen, sich täglich mindestens eine halbe Stunde, am besten an allen Tagen der Woche, auf einem moderaten bis anstrengendem Niveau körperlich zu betätigen. Dieses Niveau sollte so gewählt sein, dass man dabei ins Schwitzen gerät und der Pulsschlag ansteigt.

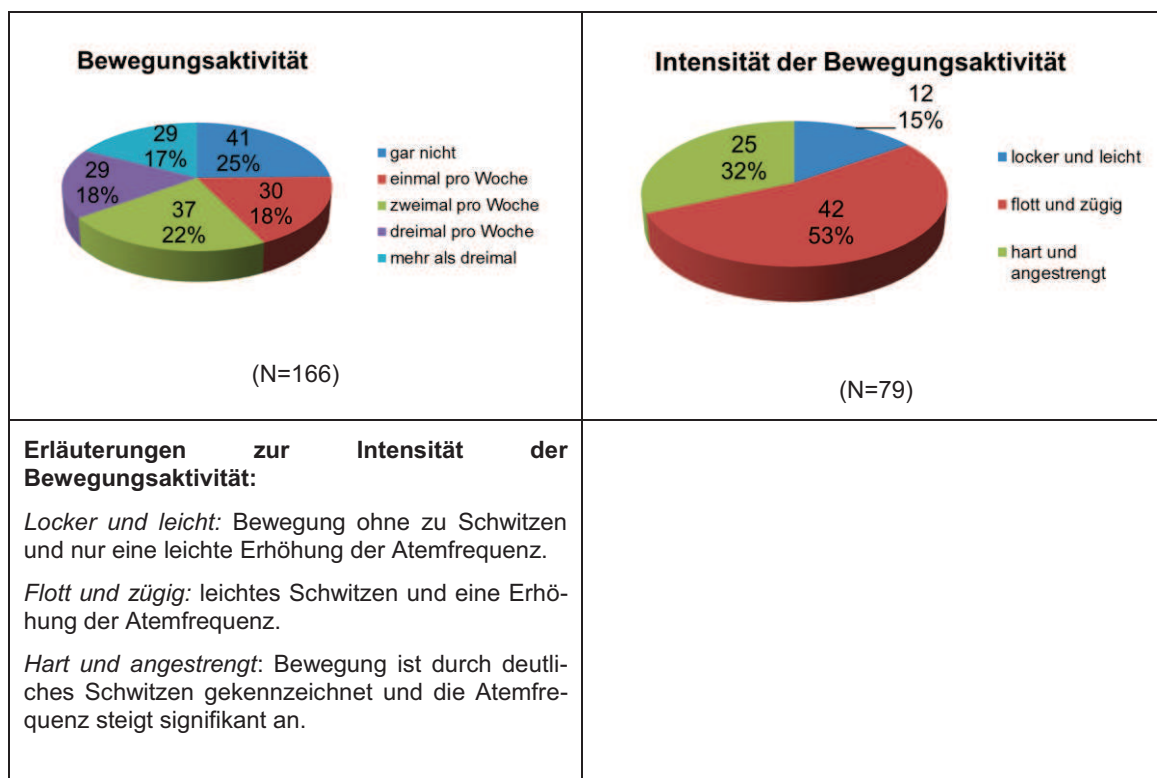


Abbildung 8: Körperliche Aktivität

Eigene Maßnahmen zur Kontrolle des Rückenschmerzes

Fast alle der Probanden (88 %) können ihre Rückenschmerzen ohne die Einnahme eines Schmerzmedikaments positiv beeinflussen. In Abbildung 9 ist die Wirkung von Bewegung und Entspannung auf die Schmerzsymptomatik dargestellt. Sowohl aktivierende als auch entspannende Maßnahmen führen zu einer Besserung der beklagten Beschwerden. Herauszustellen ist, dass Probanden in allen Berufsgruppen sowohl die körperliche Aktivierung als auch die Entspannung als nichtmedikamentöses Mittel zur Kontrolle ihrer Rückenschmerzen erkannt haben.

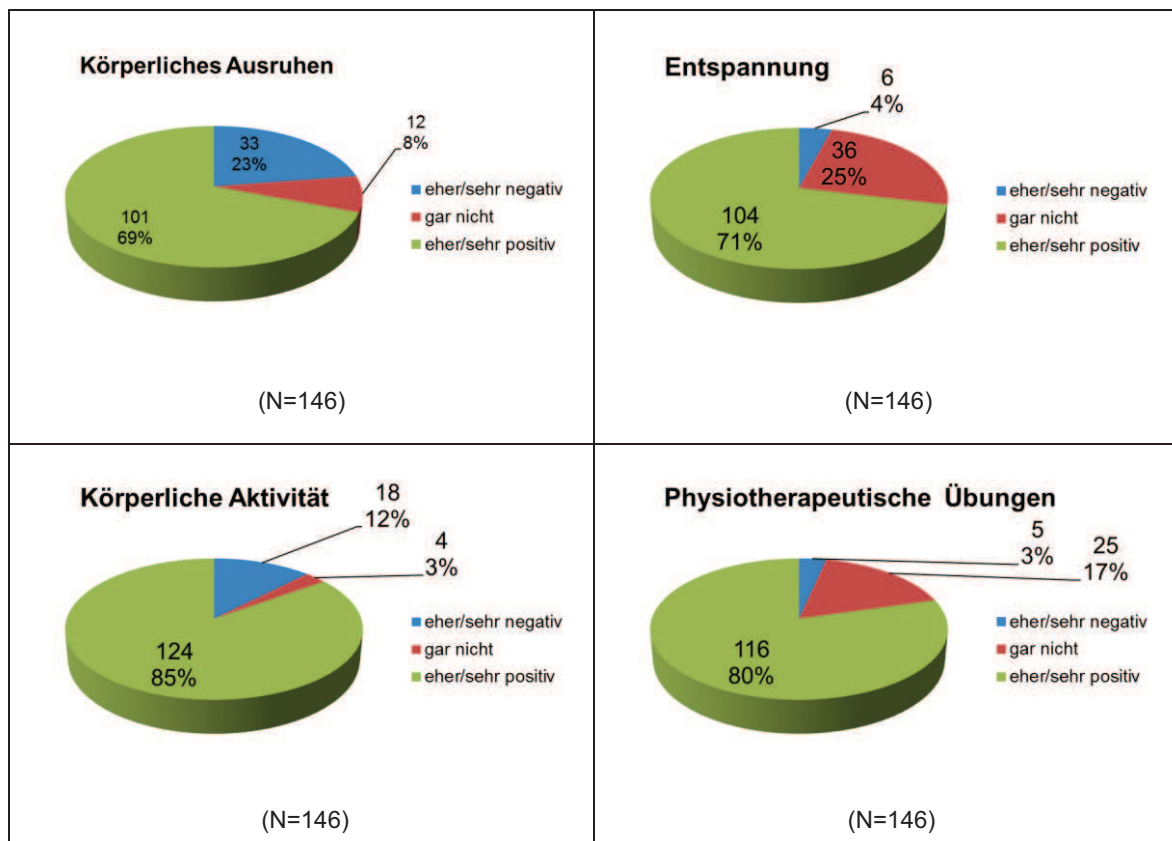


Abbildung 9: Wirkung unspezifischer Maßnahmen auf Rückenschmerzen

Bewertung der Effektivität bisher durchgeführter Therapiemaßnahmen

Nach Dickreiter (2004, 688) wird aufgrund der bestehenden Unklarheiten über die eigentliche Ursache von Rückenschmerzen eine Vielzahl von Therapiemöglichkeiten angeboten und vom Arzt verordnet. Die Testteilnehmer haben fast alle (83 %) im Verlauf ihrer Rückenschmerz Erkrankung einen Arzt aufgesucht und daraufhin unterschiedliche Therapieverfahren in Anspruch genommen.

Die verschiedenen Behandlungsstrategien werden in der Befragung hinsichtlich ihrer Effektivität bewertet. Die Ergebnisse in Abbildung 10 zeigen, dass Massagen und Wärmeanwendungen sowie Physiotherapie von den Ärzten am häufigsten verordnet werden. Beide Maßnahmen schneiden in der Testgruppe hinsichtlich ihrer Wirkung gut ab. Ein ähnliches Ergebnis erreichen Krafttraining und Chiropraktik sowie Rückenschule.

Eine medikamentöse Schmerztherapie oder eine psychosomatische Behandlung werden von deutlich weniger Referenzpersonen durchgeführt als physiotherapeutische Therapieangebote. Beide Therapieformen haben nach Ansicht der Testteilnehmer nur eine geringe Wirkung auf die bestehenden Rückenbeschwerden. 32 Pro-

banden haben sich aufgrund ihrer Rückenschmerzen in eine psychotherapeutische Behandlung begeben.

Um Fehlbeurteilungen bei der Betrachtung von Abbildung 10 zu vermeiden, ist zu beachten, dass die Anzahl der Probanden mit eigenen Erfahrungen zu den genannten Therapieangeboten variiert.

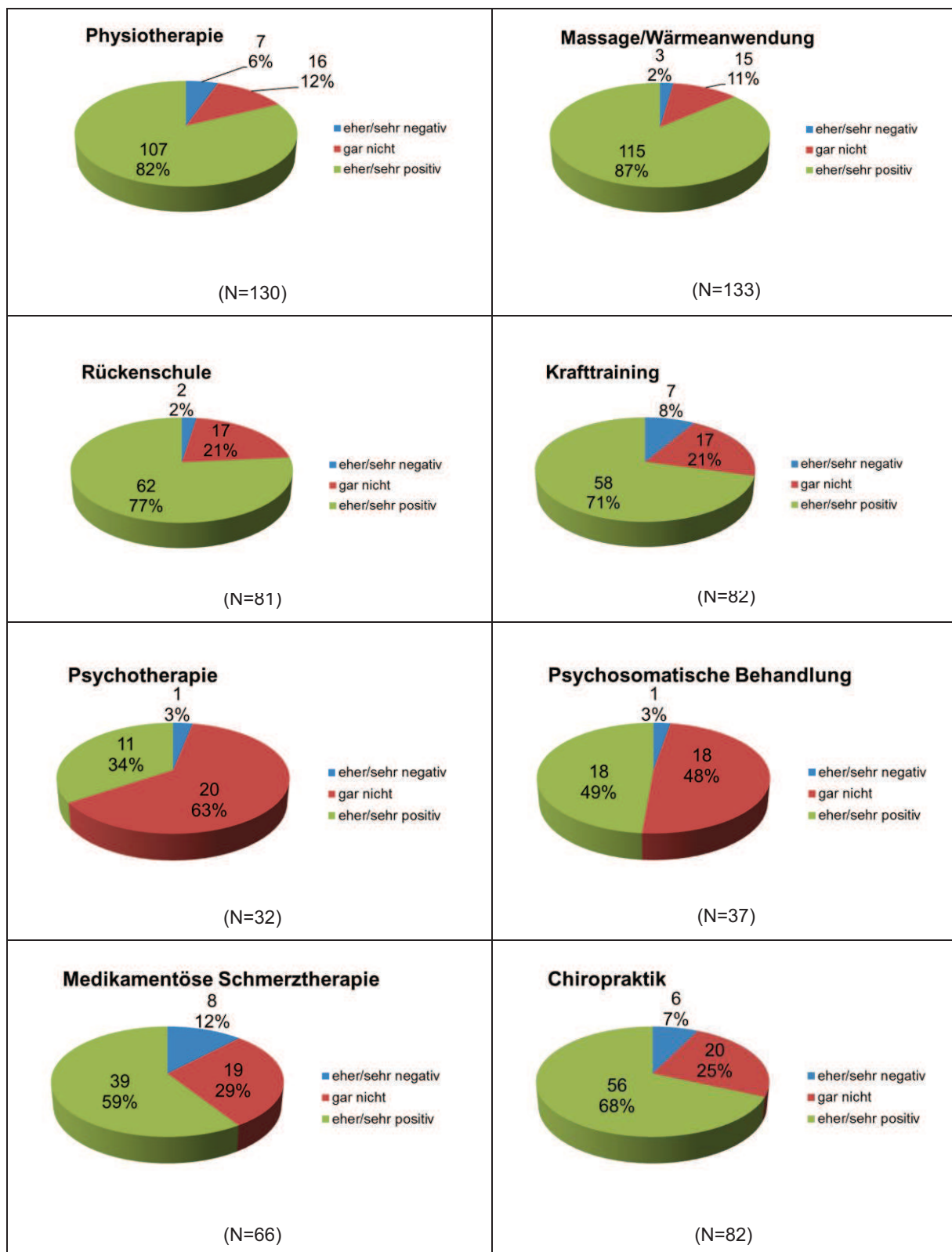
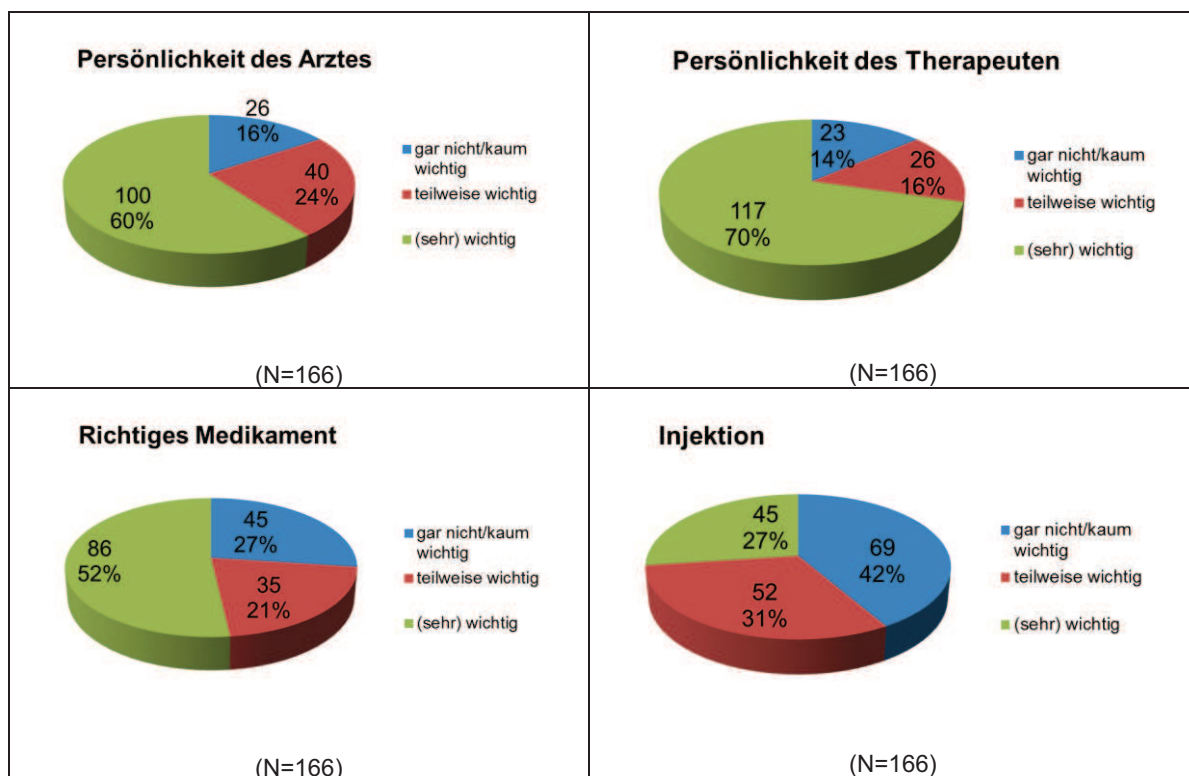


Abbildung 10: Subjektiv eingeschätzte Wirksamkeit von Therapieverfahren
(Anzahl der Probanden mit entsprechenden Erfahrungen variiert.)

Erwartungen der Probanden an die ärztliche und therapeutische Behandlung

„Wir Orthopäden sehen die meisten Patienten mit Rückenschmerzen. Viele von ihnen erwarten, dass wir mit Medikamenten oder mit dem Skalpell tätig werden.“ (Götte 2003, in Schifferdecker-Hoch et al. 2005, 152).

Die eigene Befragung stellt heraus (vgl. Abb. 11), dass die Testpersonen das Verhalten von Arzt und Therapeut als eine den Krankheitsverlauf und Behandlungserfolg mitbestimmende Komponente einschätzen. Interessant ist die Tatsache, dass die Persönlichkeit des Behandelnden in Kombination mit dem eingehenden Beratungsgespräch als der wesentliche Aspekt einer wirksamen Therapie angesehen wird. Somatisch orientierte Diagnostikmaßnahmen werden von den Probanden als für den Behandlungserfolg weniger wichtig bewertet. Eine Ausnahme ist die *Körperliche Untersuchung durch den Arzt*. Für die Testteilnehmer ist die ausführliche ärztliche Begutachtung für den Therapieerfolg sehr wichtig.



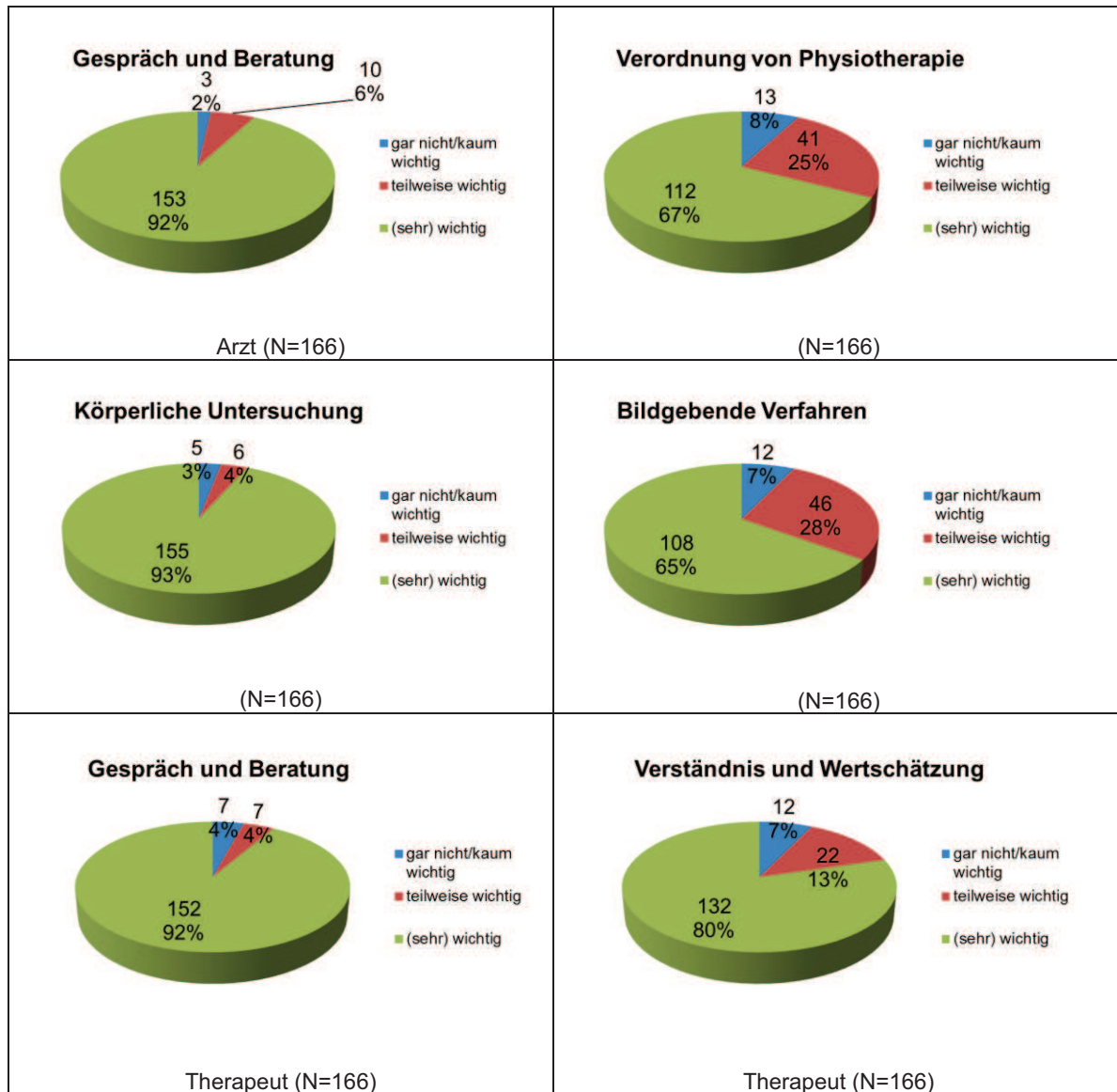


Abbildung 11: Welche Faktoren sind den Patienten in der Behandlung wichtig?

2.2.2 Deskriptive Auswertung der Wirbelsäulenmessung

2.2.2.1 Die anthropometrischen Merkmale der Probanden

Nach einer medizinischen Grundannahme korrelieren die anthropometrischen Merkmale Geschlecht, Körpergröße und Gewicht mit Morphologie, Mobilität und Gesundheit des Menschen. Wissenschaftliche Untersuchungen weisen auf das generelle gesundheitliche Risiko eines Übergewichts hin. Schifferdecker-Hoch et al. (2005, 151) identifizieren ein zu hohes Körpergewicht sogar als besonderen Belastungsfaktor für die Wirbelsäule. Auch nach Schlicht und Brand (2007, 147) begünstigen Übergewicht und Adipositas Erkrankungen des Bewegungsapparats.

Zur Überprüfung der anthropometrischen Merkmale der Testteilnehmer werden Mittelwerte und Standardabweichungen der Variablen Größe, Gewicht und Körperoberfläche²⁴ sowie das Relativgewicht nach Möhr²⁵ (vgl. Tab. 10) ermittelt. Die Angaben aus Tabelle 11 - insbesondere die Standardabweichungen und Streubreiten - belegen, dass es sich bei den untersuchten Rückenschmerzpatienten hinsichtlich ihrer Körperstruktur um eine Stichprobe mit relativ großer Variabilität handelt. Die Probanden sind durchschnittlich 174 cm groß und 77 kg schwer und haben ein mittleres Übergewicht von 13,61 %. Das entspricht nach Möhr (1987, 17) einem Übergewicht der Stufe 1.

Zwischen den Geschlechtern liegen die naturgegebenen anthropometrischen Unterschiede in Größe und Gewicht vor (vgl. Tab. 12 und 13). Die männlichen Testteilnehmer wiegen im Mittel 85 kg bei einer Körpergröße von 179 cm. Das bedeutet ein individuelles Übergewicht (Relativgewicht) von 16 %. Die Körpermaße der Frauen betragen im Mittel 168 cm Körpergröße und 68 kg Körpergewicht. Nach der Einteilung von Möhr (1987) ergibt dies für die weiblichen Referenzpersonen ein mittleres Übergewicht von 11 %.

In der vorliegenden Untersuchung haben die Männer im Mittel ein um 4,7 Prozentpunkte stärkeres Übergewicht als die weiblichen Referenzpersonen. Dieses Ergebnis belegt, dass die Frauen ihr Körpergewicht besser unter Kontrolle halten können als die männlichen Probanden. Bezüglich der Spannweite des Relativgewichts werden allerdings bei den weiblichen Testteilnehmern größere Extremwerte festgestellt.

²⁴ Als stoffwechselrelevante Variable nach dem Nomogramm von DuBois D, DuBois EF (1916) ermittelt. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. Arch Intern Medicine. 17:863-71.

²⁵ Als Relativgewicht gilt nach Möhr (1987, 14) die Abweichung des aktuellen Körpergewichts vom Optimalgewicht. Ob dieses "Übergewicht" auf eine höhere Muskelmasse zurückzuführen ist, kann nicht festgestellt werden, da keine Zuordnung der Testteilnehmer zu den körperlichen Strukturgruppen Möhrs vorgenommen wurde. Dabei differenziert er in fünf (morphologische) Körperstrukturgruppen. In der vorliegenden Untersuchung wurde zur Berechnung des Optimalgewichts eine mittlere Körperstruktur der Probanden zugrunde gelegt.

Tabelle 10: Klassifikation des Körpergewichts

(Basis: Optimalgewicht nach Möhr, 1987, 17)

Körpergewichtsstufe		Abweichung vom Optimalgewicht
Untergewicht	Stufe III	weniger als -30 %
	Stufe II	-30 % bis -20 %
	Stufe I	-20 % bis - 11 %
Normalgewicht		-10 % bis +9 %
Übergewicht <i>Fettsucht</i>	Stufe I	+10 % bis 19 %
	Stufe II	+20 % bis +29 %
	Stufe III	+30 % bis +39 %
	Stufe IV	+40 % bis +49 %
	Stufe V	+50 % und mehr

Tabelle 11: Anthropometrische Merkmale

Gesamtstichprobe (N=165)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	Spannweite
Körpergröße (in cm)	173,75	9,41	152 - 196
Gewicht (in kg)	77,05	15,72	46 - 132
Körperoberfläche (in m ²)	1,90	0,21	1,42 - 2,59
Relativgewicht (in %)	13,61	18,49	-20,7 - +74,2

Tabelle 12: Anthropometrische Merkmale (Männer)

(N=84)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	Spannweite
Körpergröße (in cm)	179,46	7,88	158 - 196
Gewicht (in kg)	85,48	13,49	50 - 132
Körperoberfläche (in m ²)	2,04	0,17	1,52 - 2,59
Relativgewicht (in %)	15,97	16,41	-18,0 - +70,2

Tabelle 13: Anthropometrische Merkmale (Frauen)

(N=81)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	Spannweite
Körpergröße (in cm)	167,81	6,88	152 - 185
Gewicht (in kg)	68,32	12,88	46 - 108
Körperoberfläche (in m ²)	1,76	0,16	1,42 - 1,76
Relativgewicht (in %)	11,16	20,24	-20,7 - +74,2

2.2.2.2 Die biometrischen Merkmale der Probanden

Wirbelsäulenfunktion in der Sagittalebene

Die Untersuchung der sagittalen Wirbelsäulenfunktion beinhaltet folgende Parameter: die Inklinationwinkel im Stand sowie in der maximalen Vor- und Rückbeuge, die Beckenneigung (Stellung des Sacrums und der Hüftgelenke) und die Krümmungswinkel von Brust- und Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung und in der maximalen Vor- und Rückbeuge sowie die Beurteilung der Segmentwinkel. Eine Messung der Halswirbelsäule ist über das verwendete Messprogramm technisch nicht möglich.

Abbildung 12 zeigt die sagittale Wirbelsäulenform eines männlichen Testteilnehmers im Stand. Als individuelle Haltungsmerkmale fallen vor allem die Beckenaufrichtung

in Verbindung mit der verstrichenen Lordosierung der Lendenwirbelsäule und die verstärkte kyphotische Stellung der mittleren Thorakalsegmente auf. Auf segmentaler Ebene lassen sich lordosierte Segmente im Bereich der unteren Brustwirbelsäule und die auffällige positive (kyphosierte) Winkelstellung des vierten Lumbalwirbels erkennen.



Abbildung 12: Sagittale Wirbelsäulenform im aufrechten Stand
(3D-Darstellung über das MediMouse®-Programm)

Der rückengesunde und gut bemuskelte Mensch steht gemäß Idiag (o. J., 8) in der habituellen Haltung mit einem Inklinationswinkel zwischen 5 und 10 Grad. Niedrige Inklinationswerte im aufrechten Stand können auf ein vorgeschobenes Becken, einhergehend mit einem dorsalen Überhang der oberen Wirbelsäulenanteile, hindeuten. Albrecht (2003, 31) vermutet, dass ein solcher Überhang zu einer wirbelsäulenbelastenden Statik und einer defizitären Ansteuerung der stabilisierenden Rückenmuskulatur führt. Nach Dordel (mündliche Mitteilung 2011) korrelieren niedrige Inklinationswerte im Stand mit einer verstärkten Fersenbelastung von mindestens 60 %. Bei diesem Personenkreis handelt es sich häufig um Menschen mit Rückenbeschwerden.

Die Kontrolle des Inklinationswinkels im Stand ergibt für die Stichprobe einen Mittelwert von 5,61 Grad (vgl. Tab. 14). Das ermittelte 25 %-Perzentil liegt bei 4 Grad, und 10 % der Testteilnehmer haben einen Inklinationswinkel von nur 2 Grad. Eine Verlagerung der Haltung nach hinten, das heißt eine Reklination²⁶, besteht bei 3 % der Testteilnehmer. Zwischen Männern und Frauen besteht eine geringe Mittelwertdifferenz von 0,18 Grad (Frauen 5,74 Grad und Männer 5,46 Grad Inklination, vgl. Tab. 15 und 16).

Die Inklinationswinkel der Flexion und Extension repräsentieren das Maß der gesamten Vor- und Rückbeuge. Für die Gesamtstichprobe wurde für die maximale Flexion ein mittlerer Inklinationswinkel von 107 Grad und für die maximale Extension ein mittlerer Inklinationswinkel von -16 Grad gemessen. Die Frauen sind in der Flexion im Mittel um 5 Grad beweglicher als die männlichen Probanden (Frauen 109 Grad und Männer 104 Grad). Dagegen zeigen die Männer in der Extension eine um im Mittel 2 Grad stärkere Rückbeugefähigkeit (vgl. Tab. 15 und 16).

Tabelle 14: Inklinationswinkel in der Sagittalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inklination Aufrecht	165	-3	14	5,61	3,050
Inklination Flexion	164	77	139	106,66	13,179
Inklination Extension	165	1	-40	-15,94	7,007
Gültige Werte (Listenweise)	164				

Tabelle 15: Inklinationswinkel in der Sagittalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inklination Aufrecht	84	-3	14	5,48	2,984
Inklination Flexion	83	77	129	104,43	11,827
Inklination Extension	84	-5	-32	-16,80	6,123
Gültige Werte (Listenweise)	83				

²⁶ Eine Reklination liegt vor, wenn die Inklination im Stand negative Werte aufweist (Idiag o. J., 8).

Tabelle 16: Inklinationswinkel in der Sagittalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inklination Aufrecht	81	-1	14	5,74	3,130
Inklination Flexion	81	77	139	108,95	14,144
Inklination Extension	81	1	-31	-14,63	7,296
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Vor allem die Winkelverhältnisse des Lenden-Kreuzbein-Übergangs bestimmen die Schwingungen der Gesamtwirbelsäule (Junghanns 1986, 158). Nach Klee (1998, 197) und Frymoyer et al. (1983, 213ff) werden Normabweichungen der Lendenwirbelsäule, insbesondere eine verstärkte lordotische Schwingung in Verbindung mit einem stark gekippten Becken, im Zusammenhang mit dem Auftreten von Rückenschmerzen diskutiert. Durch das Abknicken des Beckens gegenüber der Wirbelsäule kann es zu Scherkräften kommen (Klee 1998, 197).

Zur Charakterisierung des Lenden-Kreuzbein-Übergangs bei Rückenschmerzpatienten wird in der vorliegenden Studie der Sacrumwinkel als Maß für die Beckenstellung im Raum gemessen. Gemäß Idiag (2004, 3) steht das Becken bei einem Sacrumwinkel von annähernd 0 Grad aufgerichtet. Für die Gesamtpopulation besteht ein mittlerer Sacrumwinkel von 17,63 Grad (vgl. Tab. 17). Ausgehend von der Annahme, dass der Sacrumwinkel ein geschlechtsspezifisches Haltungsmerkmal ist, wird der Mittelwert für Männer und Frauen getrennt errechnet. Bei den weiblichen Probanden beträgt der mittlere Sacrumwinkel 21,81 Grad bei einer Spanne zwischen 7 und 36 Grad. Die männlichen Testteilnehmer haben im Mittel eine Beckenneigung von 13,60 Grad; die Werte liegen in einem Bereich zwischen 2 und 27 Grad.

Die Ergebnisse der Tabellen 18 und 19 zeigen die Beweglichkeit der Vor- und Rückbeuge im Becken-Hüftgelenk-Bereich getrennt nach Geschlecht. Die weiblichen Referenzpersonen sind in beide Bewegungsrichtungen mobiler als die Männer. In der Flexionsbewegung haben die Männer eine Spannweite von 67 Grad in einem Bewegungsbereich von 33 bis 100 Grad. Die Frauen flektieren die Wirbelsäule in einem Bereich von 50 bis 116 Grad. Die Extensionsbewegung führen die weiblichen Probanden im Mittel um 9 Grad weiter aus als die Männer. Jedoch ist die Spannweite der Bewegung bei den Frauen um im Mittel 4 Grad geringer (Frauen 26 Grad

Spannweite in einem Extensionsbereich von -8 bis -34 Grad, Männer 22 Grad Spannweite in einem Extensionsbereich von -12 bis -34 Grad).

Tabelle 17: Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke in der Sagittalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sacrum/Hüftgelenk Aufrecht	165	2	36	17,63	6,716
Sacrum/Hüftgelenk Flexion	164	33	116	73,97	13,841
Sacrum/Hüftgelenk Extension	165	34	-12	9,40	9,152
Gültige Werte (Listenweise)	164				

Tabelle 18: Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke in der Sagittalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sacrum/Hüftgelenk Aufrecht	84	2	27	13,60	4,770
Sacrum/Hüftgelenk Flexion	83	33	100	68,72	12,260
Sacrum/Hüftgelenk Extension	84	34	-12	5,18	8,050
Gültige Werte (Listenweise)	83				

Tabelle 19: Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke in der Sagittalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sacrum/Hüftgelenk Aufrecht	81	7	36	21,81	5,833
Sacrum/Hüftgelenk Flexion	81	50	116	79,35	13,359
Sacrum/Hüftgelenk Extension	81	34	-8	13,84	7,927
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Als weitere wirbelsäulenbeschreibende Parameter werden die Krümmungswinkel der Brust- und Lendenwirbelsäule bestimmt. Die Messwerte beschreiben die Ausprägung der physiologischen Schwingungen der Wirbelsäule in der Gewohnheitshaltung und die maximale Beweglichkeit der einzelnen Wirbelsäulensegmente in der Vor- und Rückbeuge.

Die in Tabelle 20 angegebenen Winkelwerte zeigen Haltung und Beweglichkeit vom ersten bis zwölften Brustwirbel. Sie entsprechen der gesamten Summe der segmentalen Winkel der Thorakalsegmente. Positive Winkel zeigen eine Kyphosierung beziehungsweise eine Flexion der Brustwirbelsegmente an; negative Winkel stehen für eine lordotische Schwingung beziehungsweise für eine Extensionsbewegung (Idiag 1999, 9).

Im Stand wurde für die Gesamtpopulation eine mittlere Brustwirbelsäulenkyphose von 47 Grad gemessen. Bei den Männern liegt der Kyphosierungswinkel im Mittel bei 49 Grad, bei den Frauen ist die Brustwirbelsäule mit einem mittleren Krümmungswinkel von 45,5 Grad flacher ausgeprägt.

Die Untersuchung der Beweglichkeit der Brustwirbelsäule ergibt für die Gesamtstichprobe eine mittlere Flexion von 59 Grad. Da nach Idiag (2004, 3) in der Streckbewegung der Wirbelsäule nur Messwerte von circa Th 11 bis Th 12 bis zum Sacrum zu interpretieren sind, bleiben die Winkelwerte der Thorakalsegmente in der Rückbeuge positiv²⁷ (im Mittel 36 Grad) und werden im Folgenden nicht interpretiert.

Die Tabellen 21 und 22 geben Aufschluss über die geschlechtsspezifischen Unterschiede im Bewegungsverhalten der Brustwirbelsäule. Die Frauen sind in der Vorbeuge bei einer mittleren Flexion von 60 Grad um 3 Grad mobiler als die männlichen Probanden (57 Grad mittlere Flexion). Die Betrachtung der Spannweite zeigt, dass die weiblichen Referenzpersonen eine um 8 Grad größere Bewegungsamplitude (22 bis 82 Grad) haben als die Männer (27 bis 79 Grad).

Tabelle 20: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BWS Aufrecht	165	17	68	47,32	9,223
BWS Flexion	164	22	82	58,77	9,722
BWS Extension	165	7	63	35,72	11,661
Gültige Werte (Listenweise)	164				

Tabelle 21: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BWS Aufrecht	84	28	68	49,02	8,142
BWS Flexion	83	27	79	57,31	9,075
BWS Extension	84	8	57	35,36	11,068
Gültige Werte (Listenweise)	83				

²⁷ In der Extensionsbewegung bleibt die Kyphosierungswinkel der Brustwirbelsäule aufgrund der Gleichgewichtsreaktion weitestgehend erhalten.

Tabelle 22: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BWS Aufrecht	81	17	64	45,54	9,969
BWS Flexion	81	22	82	60,26	10,184
BWS Extension	81	7	63	36,10	12,303
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Die für die Brustwirbelsäule definierten Winkelwerte werden analog für den lumbalen Wirbelsäulenabschnitt bestimmt. Aus Tabelle 23 ist das Krümmungsverhalten der Lendenwirbelsäule in Haltung und Bewegung von BWK 12 bis S 1 zu entnehmen. Gemäß Idiag (1999, 9) bedeuten positive Winkelwerte ebenfalls eine kyphotische Ausrichtung oder eine Flexion der Segmente. Negative Winkel zeigen die Lordosierung beziehungsweise die Extension an. Wegen seiner großen Beweglichkeit wird das Segment Th 12 bis L 1 funktionell zur Lendenwirbelsäule gezählt (ebd. 1999, 9).

Die Messdaten der Lendenwirbelsäule zeigen für die Gesamtpopulation in der aufrechten Körperhaltung einen mittleren Krümmungswinkel der Lumbalsegmente von -28 Grad. Der Lordosierungswinkel der männlichen Probanden liegt bei -24,81 Grad, bei den Frauen wird die mittlere Lordosierung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts mit -32,12 Grad gemessen. Diese Befunde belegen die geschlechtsspezifische stärkere Krümmung der Lendenwirbelsäule bei den weiblichen Testteilnehmern.

Die Gesamtpopulation beugt die Lendenwirbelsäule im Mittel um 21 Grad. Deutlich sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede: die männlichen Probanden sind in den Lendenwirbelsegmenten um 4 Grad flexibler als die Frauen und beugen bei einer mittleren Beweglichkeit von 25 Grad in einem Bereich von 4 bis 47 Grad. Die Flexionsbewegung der Frauen liegt im Mittel bei nur 17 Grad, das jedoch bei einer Spannweite von 61 Grad in einem insgesamt größeren Bewegungsbereich (-20 bis 41 Grad).

Die Messung der Rückbeuge ergibt für die gesamte Teilnehmerzahl einen mittleren Krümmungswinkel von -39 Grad. Aus den Tabellen 24 und 25 ist zu entnehmen, dass die Frauen (mittlere Krümmung -42 Grad, Spannweite -21 bis -63 Grad) in der Extensionsbewegung der Lendenwirbelsäule im Mittel um knapp 7 Grad mobiler sind als die Männer (mittlere Krümmung -36 Grad, Spannweite -3 bis -64 Grad).

Tabelle 23: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LWS Aufrecht	165	-49	-5	-28,40	7,809
LWS Flexion	164	-20	47	21,37	10,174
LWS Extension	165	-3	-64	-38,93	9,728
Gültige Werte (Listenweise)	164				

Tabelle 24: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LWS Aufrecht	84	-45	-5	-24,81	7,075
LWS Flexion	83	4	47	25,29	9,059
LWS Extension	84	-3	-64	-35,63	10,075
Gültige Werte (Listenweise)	83				

Tabelle 25: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LWS Aufrecht	81	-49	-16	-32,12	6,744
LWS Flexion	81	-20	41	17,36	9,724
LWS Extension	81	-21	-63	-42,35	8,089
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Haltungs- und Beweglichkeitsanalyse in der Sagittalebene

Die sagittale Haltungs- und Beweglichkeitsanalyse der vorliegenden Untersuchung liefert Informationen zur individuellen Wirbelsäulenhaltung und zur Winkelstellung der Bewegungssegmente in aufrechter Haltung sowie in der Vor- und Rückbeuge. Die Darstellung der nominal- und ordinalskalierten Daten erfolgt über Häufigkeitsdiagramme, die für die Gesamtstichprobe und getrennt nach Geschlecht erstellt wurden.

Die Beurteilung der individuellen Haltung und Beweglichkeit wird auf der Grundlage der Referenzwerte für beschwerdefreie Personen über das Messinstrument MediMouse® vorgenommen (Seichert 1994, 35ff). Als typische Abweichungen von der physiologischen Wirbelsäulenhaltung in der Sagittalebene gelten die flache Wirbelsäule sowie die lumbale Hyperlordosierung (Niemier und Seidel 2009, 11). Bei ei-

ner flachen Ausprägung der Wirbelsäulenschwüngen sind die spinalen Segmente deutlich beweglicher und somit instabiler als bei einer Hyperlordosierung oder Hyperkyphosierung des entsprechenden Wirbelsäulenabschnitts (Niemier und Seidel 2009, 11).

In Tabelle 26 sind die Merkmale der Haltung und Beweglichkeit dargestellt, die in der vorliegenden Studie der Charakterisierung der Wirbelsäulenfunktion zugrunde gelegt werden:

Tabelle 26: Erläuterung der sagittalen Haltungsmerkmale und der sagittalen Flexion

Parameter	Inhaltliche Erläuterung
Hochgezogene Lordosierung	Es treten negative Winkel der Wirbelkörper bis in den thorakalen Bereich auf. Bei "rückengesunden" Menschen beginnt die Lordosierung der Wirbelsäule bei TH 12 / L 1 (Idiag 2004,5).
Kyphosierte Segmente in der Lendenwirbelsäule	Positive Winkelwerte (Kyphosierung) der Wirbelkörper treten in der lordosierten Lendenwirbelsäule auf (Idiag 2004, 5).
Lordosierte Segmente in der Brustwirbelsäule	Negative Winkelwerte (Lordosierung) der Wirbelkörper treten in der kyphosierten Brustwirbelsäule auf (Idiag 2004, 5).
Flache Lendenwirbelsäule	Das Becken steht in aufgerichteter Position und führt zu einer Auflösung der Lendenlordosierung (Idiag 2004, 5).
Flache Brustwirbelsäule	Die Brustwirbelsegmente werden gestreckt und damit flacher. Die flache Brustwirbelsäule ist bei erhöhtem Muskeltonus oft unbeweglich und die Atmung kann beeinträchtigt sein (Idiag 2004, 5).
Lendenwirbelsäulenhyperlordosierung	Betonte Schwingung des lumbalen Anteils der Wirbelsäule bei verstärkter Beckenkipfung. Personen dieses Haltungstyps haben in der Regel einen hohen Muskeltonus (Albrecht 2003, 26).
Brustwirbelsäulenhyperkyphosierung	Nach hinten konvexe Krümmung im Brustabschnitt. Der Thorax ist in den oberen Partien eingesunken, die Schulterblätter stehen mit den inneren Rändern flügelartig von der hinteren Brustkorbwand ab (Tittel 1986, 85).
Flexionsbewegung	In der maximalen Flexion sollten alle gemessenen Winkelgrade positiv (kyphosiert) sein. Negative Werte im thorakalen Bereich können auf "verkürzte" neurale Strukturen hinweisen. Negative Werte im lumbalen Bereich zeigen, dass eine Lordosierung im Segment nicht aufgelöst werden kann und eine Hypomobilität vorliegt (Idiag 2004, 5). Die in aufrechter Haltung lordotische Ausrichtung des Segments kann dementsprechend in der Bewegung nach vorn nicht aufgelöst werden und verhindert eine gleichmäßig auf alle Bewegungssegmente verteilte Beugebewegung (ebd. 2004, 5).

Haltungsanalyse

Die Untersuchung der sagittalen Rückenkontur zeigt, dass bei 43,4 % der Probanden eine hochgezogene Lordosierung der Bewegungssegmente bis in den thorakalen Bereich vorliegt. Eine Hyperlordosierung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts besteht nur bei knapp 5 %. Die Lendenwirbelsäule ist bei über 30 % der Testteilnehmer sogar flach. Eine Hyperkyphosierung kommt bei 31,1% der Testteilnehmer vor und in 13,9 % der Fälle stehen die Thorakalsegmente flach (vgl. Abb. 13).

Bei einem Drittel der Testteilnehmer (30 %) treten kyphosierte Segmente in der Lendenwirbelsäule auf und bei über der Hälfte der Probanden (55,4 %) stehen einzelne Segmente der Brustwirbelsäule in lordotischer Winkelstellung. Bei Frauen kann häufiger eine hochgezogene Lordosierung der Lendenwirbelsäule und dementsprechend lordosierte Segmente in der Brustwirbelsäule festgestellt werden als bei den männlichen Probanden (vgl. Abb. 14 und 15).

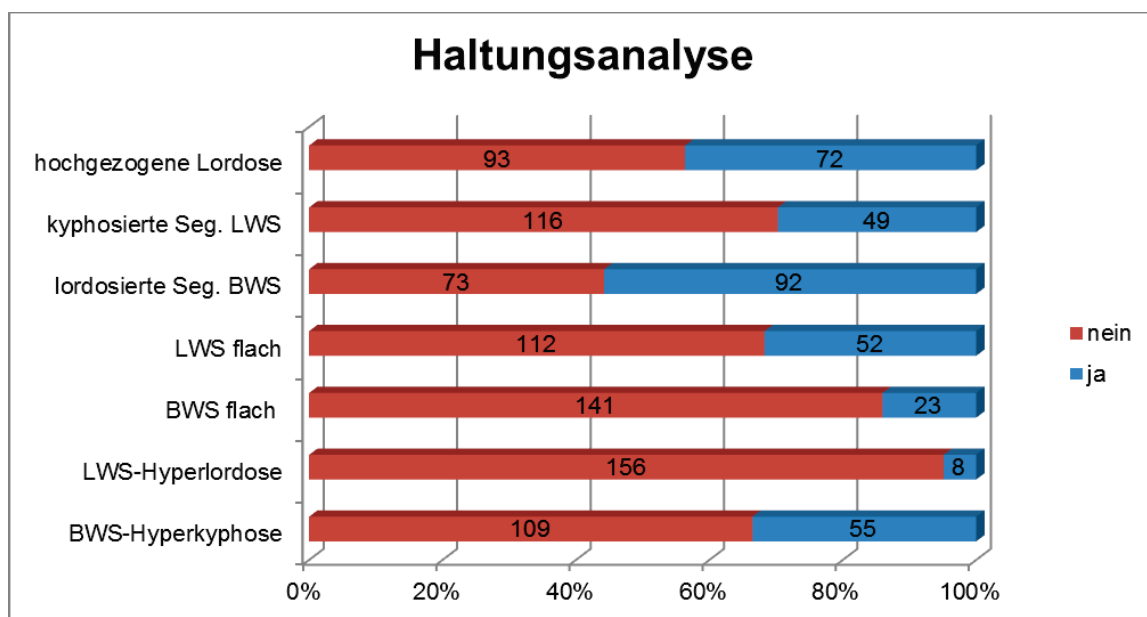


Abbildung 13: Haltungsanalyse
(N=164)

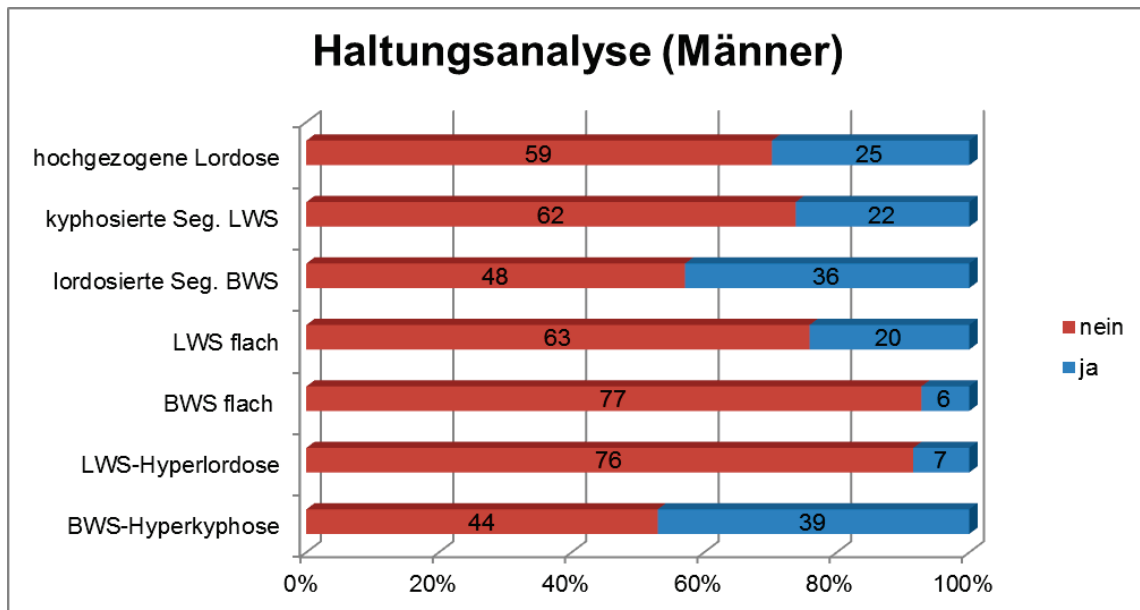


Abbildung 14: Haltungsanalyse (Männer)

(N=84)

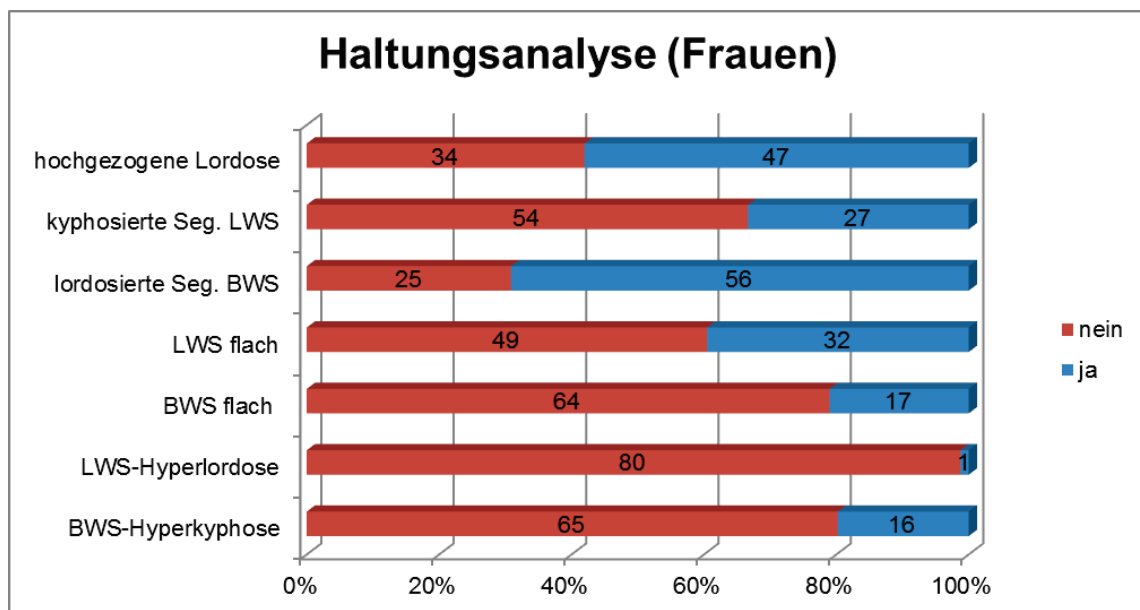


Abbildung 15: Haltungsanalyse (Frauen)

(N=81)

Beweglichkeitsanalyse

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule wird in wissenschaftlichen Untersuchungen als Gesamtmobilität²⁸ oder als segmentale Mobilität²⁹ charakterisiert und messtechnisch ermittelt (Denner 1997, 4.2). Die eigene Studie prüft die Krümmungswinkel der Brust- und Lendenwirbelsäule sowie die Sacrumstellung (Mitbewegung des Hüftgelenks) in der maximalen Vor- und Rückbeuge. Für Burton et al. (1989, 584ff) steht die Beweglichkeit der Wirbelsäule in signifikantem Zusammenhang mit Rückenbeschwerden. Nach Hamilton (1997, 17ff) hingegen korreliert der Bewegungsumfang kaum mit der Präsenz von Rückenschmerzen.

Abbildung 16 veranschaulicht die Wirbelsäulenbeweglichkeit der Probanden in der Sagittalebene. Es werden Winkelwerte für die Flexion der Brustwirbelsäule³⁰, für die Vor- und Rückbeugefähigkeit der Lendenwirbelsäule sowie für das Hüftgelenk ermittelt. Der Interpretation der Messdaten liegen die Referenzwerte des MediMouse®-Programms für beschwerdefreie Personen zugrunde.

Die Mehrzahl der Probanden ist normalbeweglich. Die hypomobilen Testteilnehmer sind vor allem in den Lumbalsegmenten eingeschränkt. In den Hüftgelenken kommt in der Vorbeuge bei circa der Hälfte der Testteilnehmer eine Hypermobilität vor, die als Kompensationsmechanismus für die mangelnde Beweglichkeit der spinalen Segmente interpretiert werden kann. Die dargelegten Ergebnisse liegen in annähernd gleicher Form für Männer und Frauen vor (vgl. Abb. 17 und 18).

²⁸ Die **Gesamtmobilität** beschreibt die maximale Bewegungsamplitude eines oder mehrerer Wirbelsäulenabschnitte in einer definierten Bewegungsebene (Sagittal- oder Frontalebene) (Denner 1997, 4.2).

²⁹ Als **segmentale Mobilität** gilt die Bewegungsamplitude zwischen zwei benachbarten Wirbelkörpern in einer definierten Bewegungsebene (Sagittal- und Frontalebene) (Denner 1997, 4.2).

³⁰ In der Brustwirbelsäule wird nur die Flexionsbewegung gemessen, da in der Extension nur Messwerte von ca. Th11 / Th12 bis zum Sacrum als Extension zu interpretieren sind. Die oberen Anteile der Brustwirbelsäule muss der Proband in der Rückbeuge zwangsläufig flektieren, um das Gleichgewicht zu halten (Idiag 2004, 3).

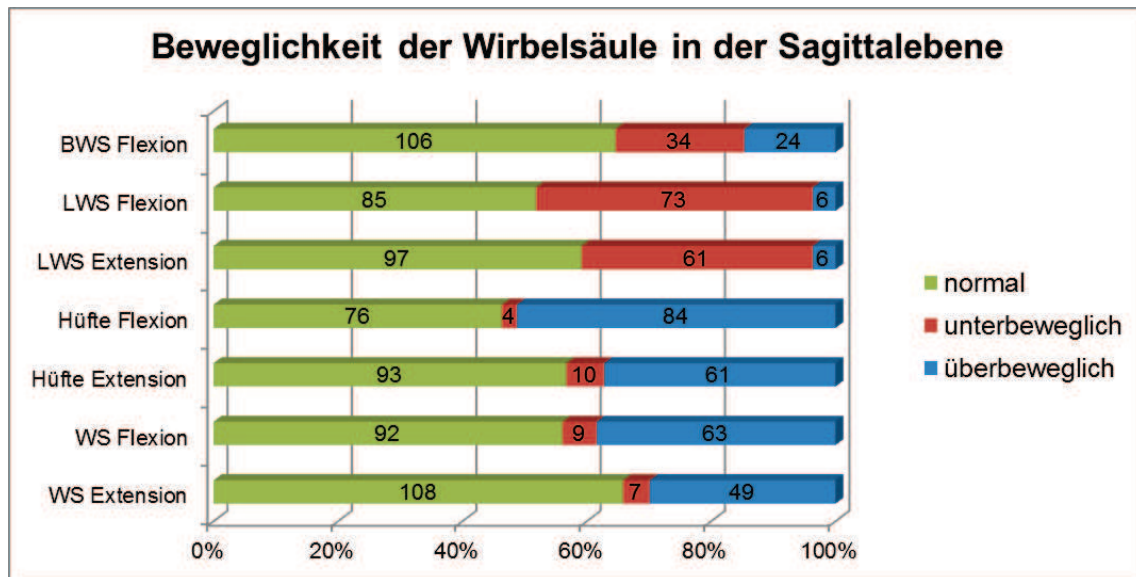


Abbildung 16: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene
(N=165)

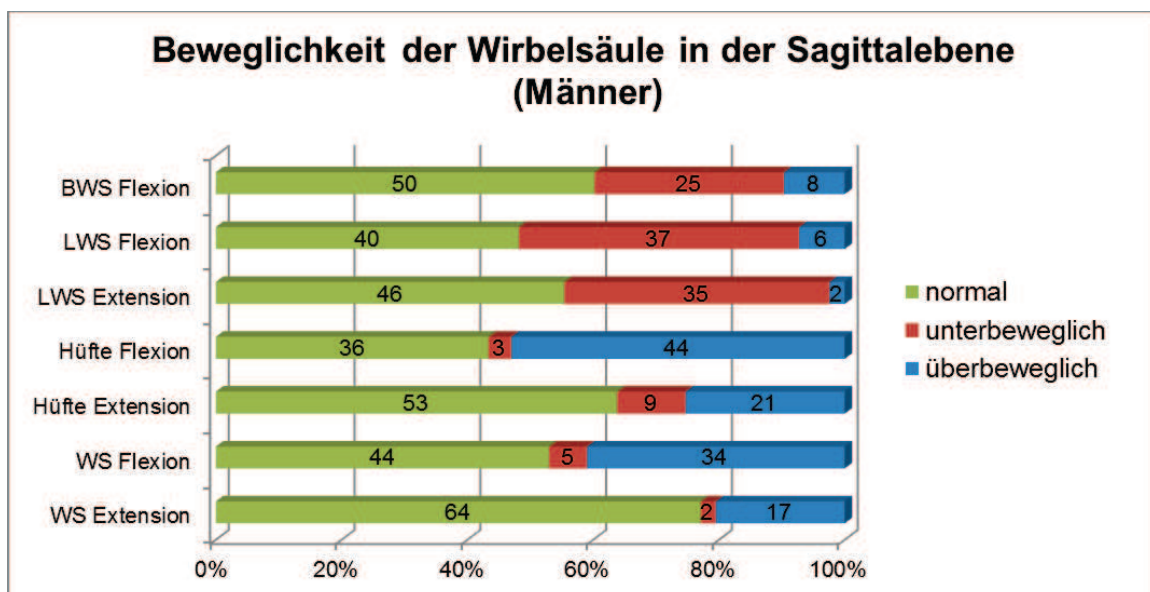


Abbildung 17: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Männer)
(N=83)

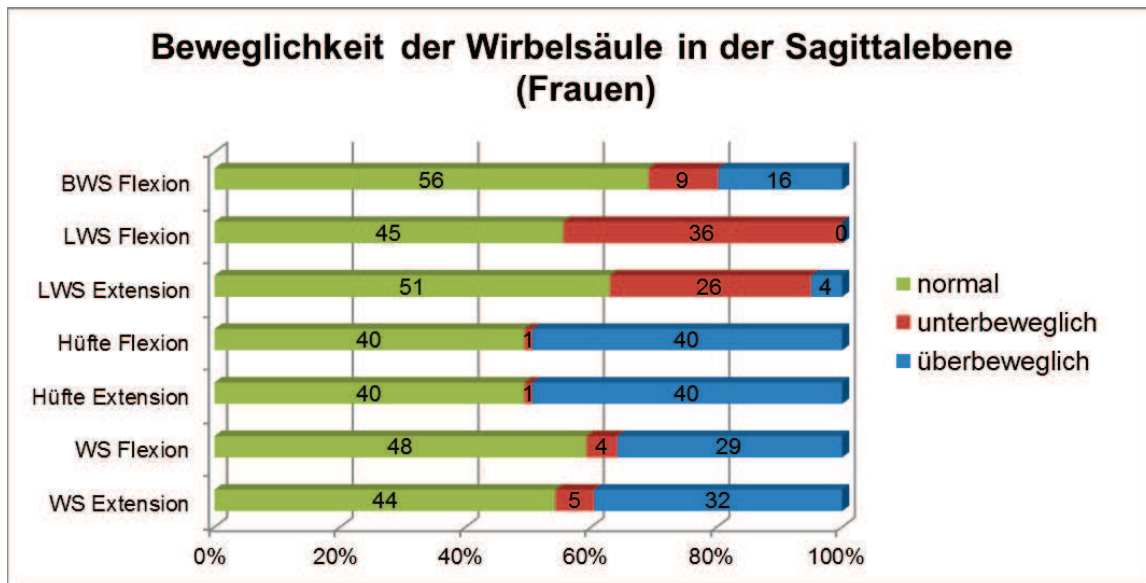


Abbildung 18: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen)

(N=81)

Segmentale Verhältnisse

Korrelationen zwischen der segmentalen Funktion und Rückenbeschwerden werden schon lange vermutet (Niemi und Seidel 2009, 8; Richardson und Hides 2009, 235). Nach Schürer (2010, 150) sind segmentale Fehlfunktionen reversible Funktionsstörungen, die als Ausdruck einer Schutzreaktion für die Wirbelsäule zu betrachten sind. Die segmentale Kontrolle der spinalen Segmente im Alltag und im Sport ist nach Richardson und Hides (2009, 235) ein wichtiger Schutzfaktor für den Rücken. Sie dient vor allem bei körperlicher Aktivität der Verteilung der einwirkenden Kräfte und dem Schutz vor zu hohen Belastungen. Die Bewegungssegmente werden dabei durch das Muskel-Bandsystem stabilisiert.

Aufgrund der eigenen Hypothese, dass bei Rückenschmerzpatienten eine gestörte segmentale Funktion vorliegt, werden die Winkelstellungen der Wirbelkörper und das Bewegungsverhalten der Segmente in der Vor- und Rückbeuge geprüft. In der vorliegenden Untersuchung ist ein funktionell auffälliges und unharmonisches Bewegungsverhalten der Wirbelsäule durch eine ungleichmäßig auf die einzelnen Segmente verteilte Gesamtbewegung gekennzeichnet (Idiag 2004, 2). Hypo- und hypermobile Segmente liegen in unmittelbarer Nachbarschaft und beeinflussen den funktionellen Bewegungsverlauf. Derartige Funktionsstörungen der Wirbelsäule zeigen sich durch segmentale Bewegungseinschränkungen mit kompensatorischen

Hypermobilitäten in den Nachbarsegmenten und Schmerzen (Niemier und Seidel 2009, 8).

Beim beschwerdefreien und wirbelsäulengesunden Menschen ist die Wirbelsäule in der Vorbeuge harmonisch gekrümmt, das heißt, die Bewegung verteilt sich gleichmäßig auf alle Bewegungssegmente. Eine funktionell beeinträchtigte Wirbelsäule ist in einzelnen Bereichen oder sogar in ganzer Länge weniger gut beweglich (Lippert 1989, 94). In der vorliegenden Untersuchung wurde bei über der Hälfte der Probanden eine unharmonisch verlaufende Beugebewegung der Wirbelsäule festgestellt (vgl. Abb. 19). Der Vergleich der Geschlechter ergibt, dass vor allem bei den weiblichen Testteilnehmern in der Beugebewegung segmentale Unregelmäßigkeiten der Wirbelsäule vorliegen (vgl. Abb. 20 und 21).

Zur Veranschaulichung eines funktionell auffälligen und unharmonischen Bewegungsverlaufs ist in Abbildung 22 die Wirbelsäule eines männlichen Probanden dargestellt. Insbesondere zwischen den unteren Thorakalsegmenten und im lumbalen Wirbelsäulenabschnitt lassen sich auffällige Winkelstellungen zwischen den Wirbelkörpern erkennen. Zum Vergleich zeigt Abbildung 23 das Bewegungsverhalten der extendierten Wirbelsäule derselben Versuchsperson. Die Segmente zeigen einen harmonischeren Verlauf. Als auffällig zu bewerten ist jedoch die kyphotisch ausgerichtete Winkelstellung des vierten und fünften Lendenwirbels zu den darüber liegenden lordotischen Wirbelkörpern.

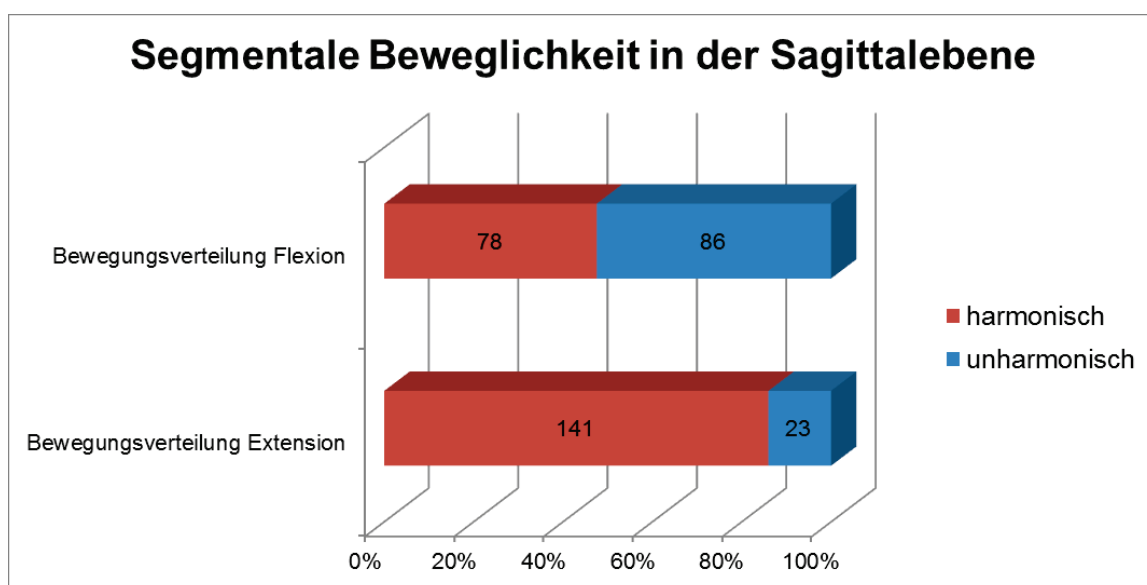


Abbildung 19:Die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene

(N=165)

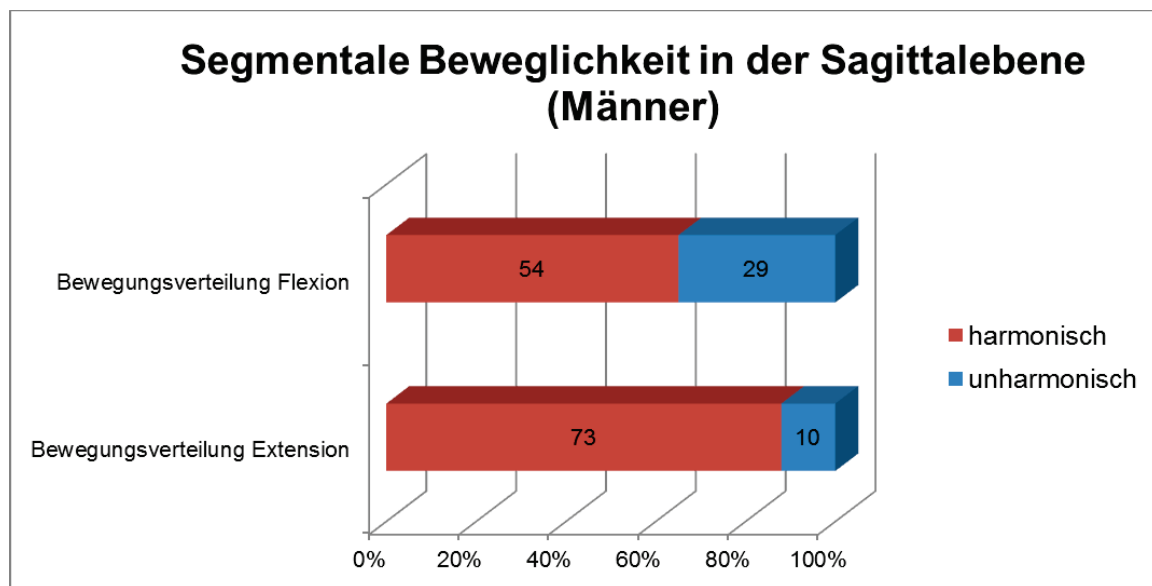


Abbildung 20: Die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Männer)
(N=83)

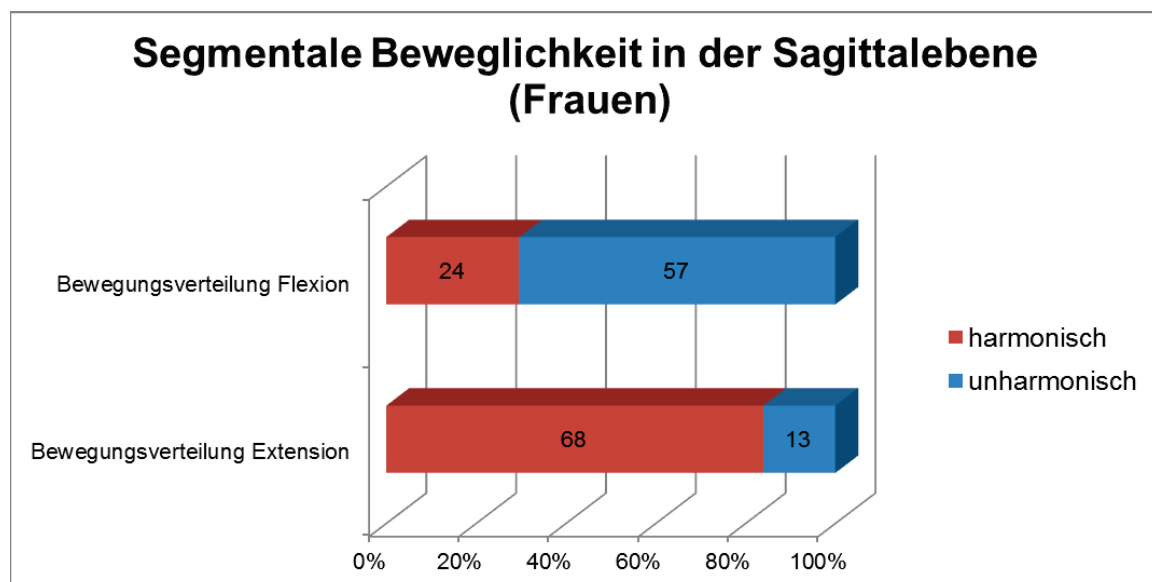


Abbildung 21: Die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen)
(N=81)



Abbildung 22: Bewegungsverhalten der spinalen Segmente in der Flexion.
(3-D-Darstellung, gemessen mit der MediMouse®).



Abbildung 23: Bewegungsverhalten der spinalen Segmente in der Extension.
(3-D-Darstellung, gemessen mit der MediMouse®)

Hypermobile Bereiche

Hypermobile Bereiche (Winkelsprünge größer als 7 Grad) von einem Segment zum nächsten werden nach Idiag (o. J., 4) als funktionell auffällig bewertet und mit dem Auftreten von Rückenschmerzen in Verbindung gebracht. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Anzahl der Winkelsprünge (vgl. Abb. 24 bis 26) und ihre Lokalisation (vgl. Abb. 27 bis 29), jeweils für die Gesamtpopulation und getrennt nach Geschlechtern in aufrechter Haltung sowie in der Vor- und Rückbeuge. Es zeigt sich, dass Frauen stärker von großen Winkelsprüngen zwischen den Wirbelkörpern betroffen sind als Männer.

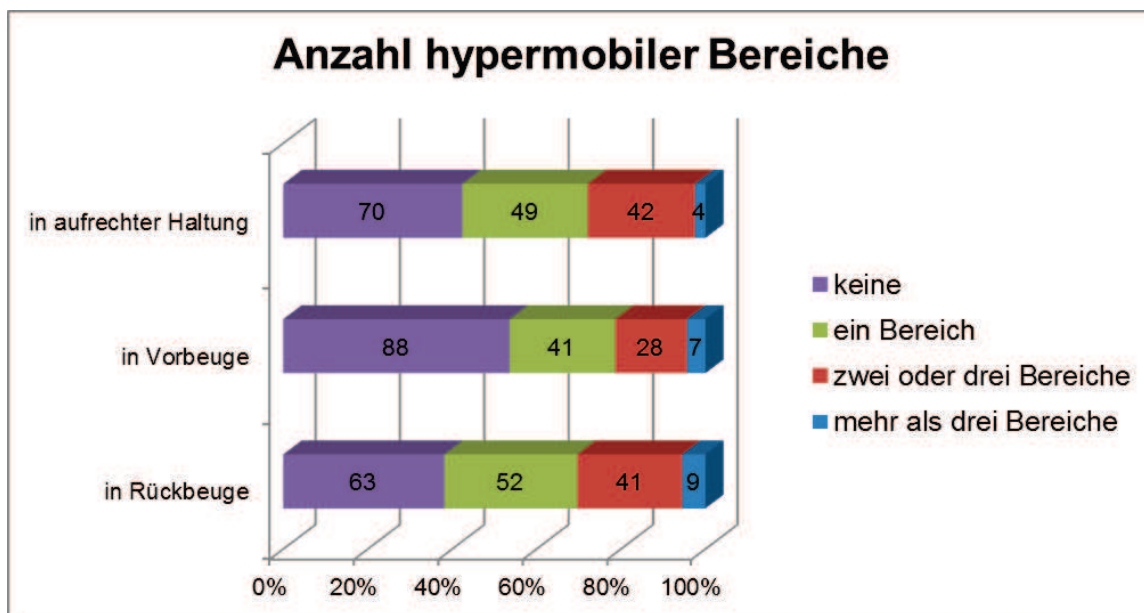


Abbildung 24: Anzahl hypermobiler Bereiche
(N=165)

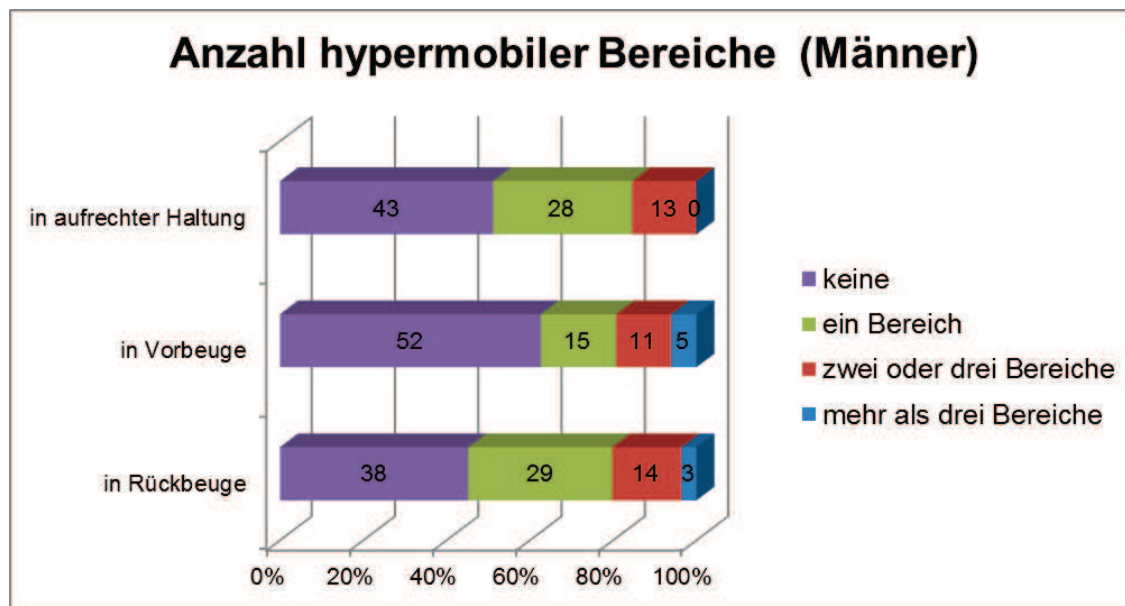


Abbildung 25: Anzahl hypermobiler Bereiche (Männer)

(N=84)

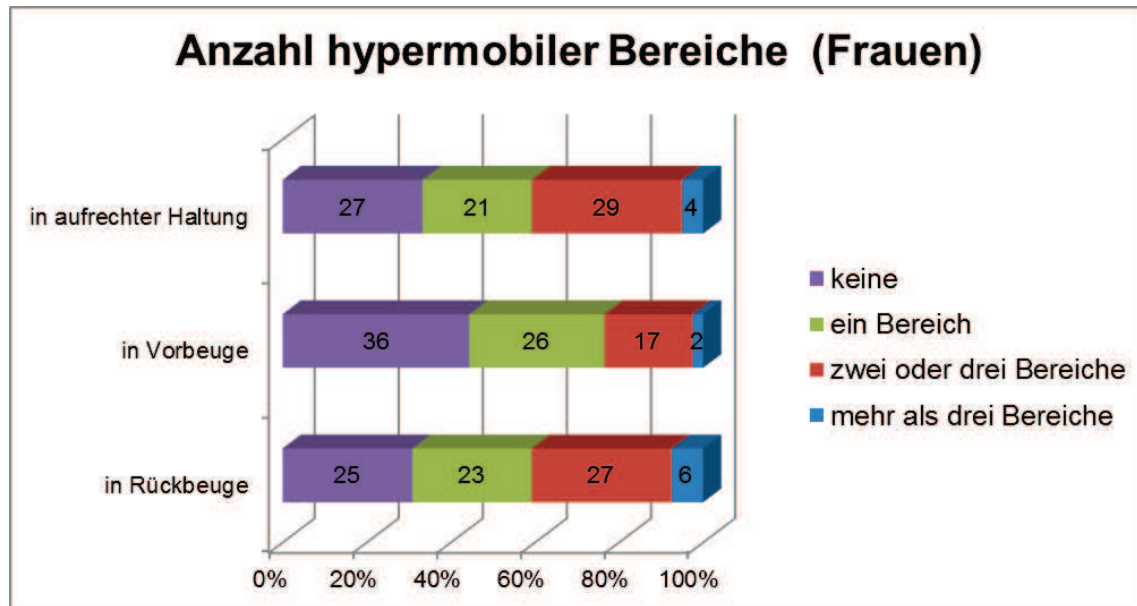


Abbildung 26: Anzahl hypermobiler Bereiche (Frauen)

(N=81)

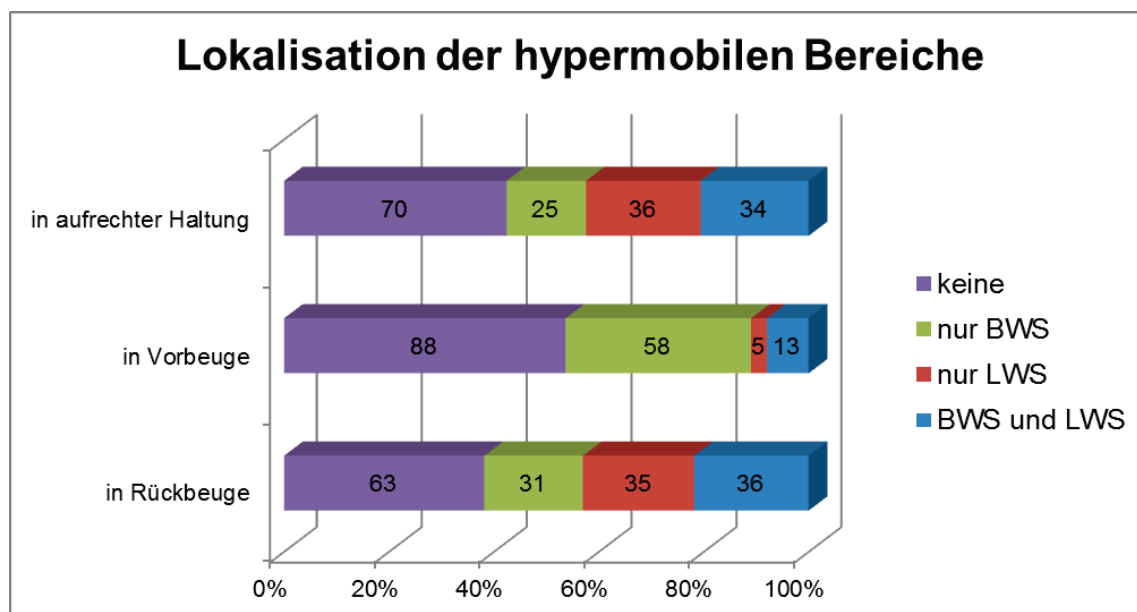


Abbildung 27: Lokalisation hypermobiler Bereiche
(N=165)

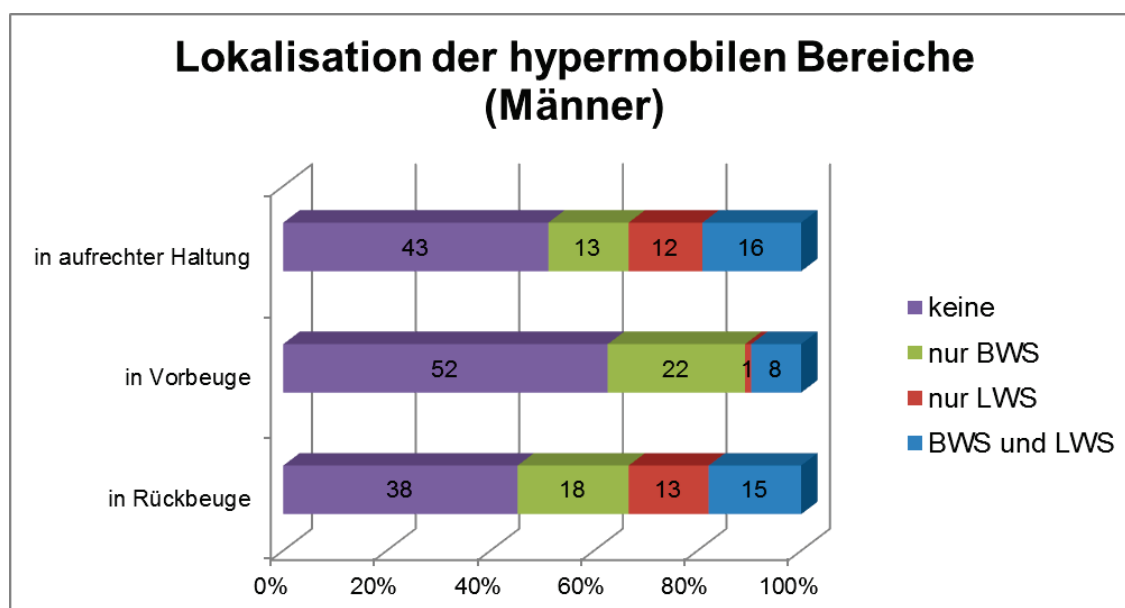


Abbildung 28: Lokalisation hypermobiler Bereiche (Männer)
(N=84)

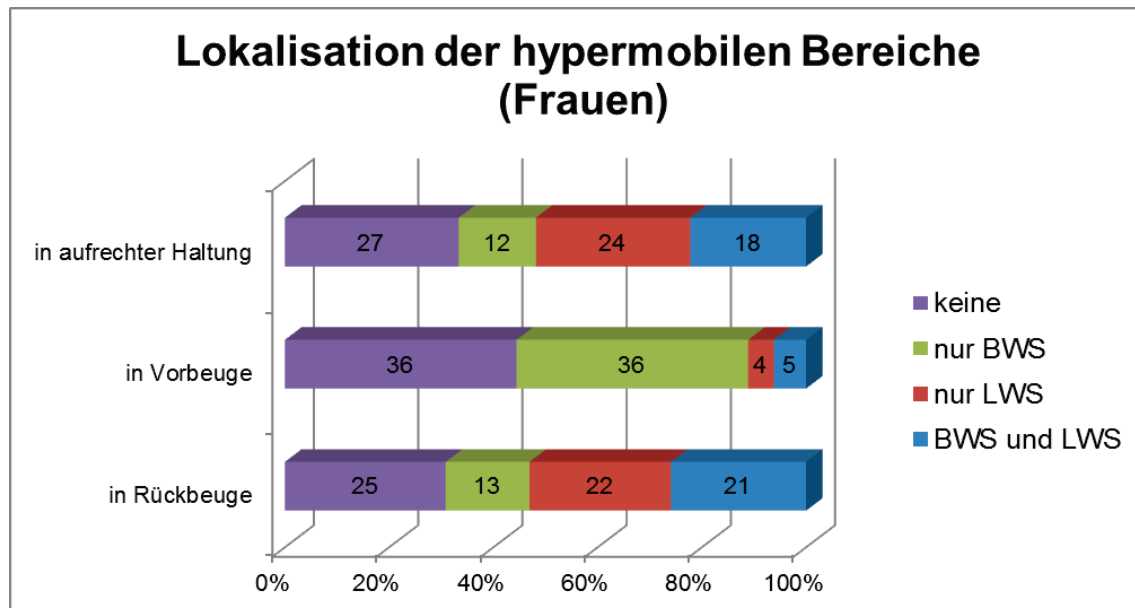


Abbildung 29: Lokalisation hypermobiler Bereiche (Frauen)
(N=81)

Wirbelsäulenfunktion in der Frontalebene

Die Untersuchung der Wirbelsäulenfunktion in der Frontalebene beinhaltet folgende Parameter: die Inklinationswinkel, die Neigung des Sacrums sowie die Winkelstellung von Brust- und Lendenwirbelsäule im aufrechten Stand und in der Lateralflexion.

Die Testpersonen haben im aufrechten Stand eine im Mittel um 1,3 Grad nach rechts³¹ geneigte Wirbelsäule. Außerdem liegen in der Stichprobe große Streubreiten hinsichtlich der Wirbelsäulenbeweglichkeit zwischen 8 bis 46 Grad vor (vgl. Tab. 27). Nach Denner (1997, 4.6) ist die Lateralflexion bei beschwerdefreien Personen häufig individuell sehr unterschiedlich und zudem altersabhängig. Die Bewegungsamplitude der Probanden ist mit im Mittel je 25 Grad gleichmäßig. Der Geschlechtervergleich zeigt, dass die männlichen Testpersonen etwa um 2 Grad beweglicher sind als die untersuchten Frauen (vgl. Tab. 28 und 29).

³¹ Negative Werte im aufrechten Stand geben eine Seitneigung der Wirbelsäule nach rechts an. Positive Werte repräsentieren eine Seitneigung nach links.

Tabelle 27: Inklinationswinkel der Wirbelsäule in der Frontalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inklination Gerade	165	-2,4	5,2	1,298	1,4141
Inklination Linksbeugung	165	8,6	46,4	25,053	6,6241
Inklination Rechtsbeugung	165	8,1	39,1	25,228	5,9591
Gültige Werte (Listenweise)	165				

Tabelle 28: Inklinationswinkel der Wirbelsäule in der Frontalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inklination Gerade	84	-1,8	5,2	1,710	1,4660
Inklination Linksbeugung	84	8,7	46,4	27,117	6,4637
Inklination Rechtsbeugung	84	8,1	39,1	25,743	5,9125
Gültige Werte (Listenweise)	84				

Tabelle 29: Inklinationswinkel der Wirbelsäule in der Frontalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inklination Gerade	81	-2,4	4,1	,870	1,2275
Inklination Linksbeugung	81	8,6	40,0	22,914	6,1237
Inklination Rechtsbeugung	81	10,0	37,2	24,695	5,9969
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Die nachfolgenden Tabellen (30, 31 und 32) geben Auskunft über die Stellung des Kreuzbeins im Stand³² und in der Links- und Rechtsbeugung. In der aufrechten Körperhaltung liegt eine mittlere Sacrumneigung von 0,03 Grad vor. In der Seitbeugung nach links und rechts kommt es zu Mitbewegungen des Kreuzbeins. Der geschlechtsspezifische Unterschied ist minimal: bei den männlichen Testteilnehmer liegt die mittlere Sacrumstellung in der Linksbeugung bei -2,5 Grad und in der Rechtsbeugung bei 1,4 Grad. Bei den Frauen ist die Neigung des Kreuzbeins während der Seitbeuge um 1,6 beziehungsweise um 0,4 Grad schwächer.

³²

Negative Winkelwerte repräsentieren im aufrechten Stand die Seitkippung des Sacrums nach links, positive Werte stehen dementsprechend für eine Neigung des Sacrums nach rechts.

Tabelle 30: Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sacrum Gerade	165	-5,2	7,9	-,028	2,1202
Sacrum Linksbeugung	165	-9,0	5,8	-1,695	2,5623
Sacrum Rechtsbeugung	165	-6,4	8,6	1,231	2,4739
Gültige Werte (Listenweise)	165				

Tabelle 31: Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sacrum Gerade	84	-5,2	3,6	-,538	1,9520
Sacrum Linksbeugung	84	-9,0	3,1	-2,461	2,4198
Sacrum Rechtsbeugung	84	-4,2	8,6	1,406	2,3611
Gültige Werte (Listenweise)	84				

Tabelle 32: Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sacrum Gerade	81	-4,2	7,9	,500	2,1694
Sacrum Linksbeugung	81	-7,4	5,8	-,901	2,4760
Sacrum Rechtsbeugung	81	-6,4	8,6	1,049	2,5878
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Die Mittelwerte der Brustwirbelsäule³³ zeigen in der aufrechten Haltung eine leichte Abweichung vom Lot um 1,2 Grad nach rechts. Die Beugung nach links ist im Mittel um 6,8 Grad größer als nach rechts (vgl. Tab. 33). Sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen sind die Thorakalsegmente nach links beweglicher als nach rechts (vgl. Tab. 34 und 35).

Tabelle 33: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Frontalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BWS Gerade	165	-7,3	15,2	1,170	3,5057
BWS Linksbeugung	165	6,6	58,0	39,630	7,8994
BWS Rechtsbeugung	165	5,7	57,2	32,873	8,7632
Gültige Werte (Listenweise)	165				

³³

Der Interpretation der Tabellen 33 bis 35 liegen für den aufrechten Stand folgende Winkel zugrunde: negative Winkelgrade kennzeichnen die Bewegung der Segmente nach links, positive Winkelgrade zeigen die Bewegung der Segmente nach rechts an.

Tabelle 34: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Frontalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BWS Gerade	84	-7,3	9,6	,921	3,2076
BWS Linksbeugung	84	22,9	58,0	39,499	7,4761
BWS Rechtsbeugung	84	14,0	57,2	33,250	8,4811
Gültige Werte (Listenweise)	84				

Tabelle 35: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Frontalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BWS Gerade	81	-6,9	15,2	1,427	3,7933
BWS Linksbeugung	81	6,6	54,5	39,765	8,3604
BWS Rechtsbeugung	81	5,7	53,2	32,481	9,0826
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Tabelle 36 zeigt, dass sich die Bewegungssegmente der Lendenwirbelsäule³⁴ in der Gesamtpopulation im Mittel um 1,6 Grad nach rechts neigen. Die Beugung der Segmente nach rechts ist im Mittel um 3 Grad größer als nach links. Der Vergleich der Geschlechter zeigt ein ähnliches Ergebnis (vgl. Tab. 37 und 38).

Tabelle 36: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Frontalebene

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LWS Gerade	165	-10,7	10,4	1,578	2,8799
LWS Linksbeugung	165	0,9	31,3	17,531	5,4944
LWS Rechtsbeugung	165	7,0	38,0	20,633	6,1626
Gültige Werte (Listenweise)	165				

Tabelle 37: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Frontalebene (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LWS Gerade	84	-6,4	5,9	1,424	2,3526
LWS Linksbeugung	84	,9	31,3	18,485	5,6415
LWS Rechtsbeugung	84	7,0	34,1	20,346	5,7517
Gültige Werte (Listenweise)	84				

³⁴ Der Interpretation der Tabellen 36 bis 38 liegen für den aufrechten Stand folgende Winkel zugrunde: negative Winkelgrade kennzeichnen die Bewegung der Segmente nach links, positive Winkelgrade zeigen die Bewegung der Segmente nach rechts an.

Tabelle 38: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Frontalebene (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LWS Gerade	81	-10,7	10,4	1,737	3,3481
LWS Linksbeugung	81	7,1	31,1	16,542	5,1886
LWS Rechtsbeugung	81	7,5	38,0	20,930	6,5846
Gültige Werte (Listenweise)	81				

Haltungs- und Beweglichkeitsanalyse in der Frontalebene

In der Frontalebene werden zur Beurteilung der Wirbelsäule folgende Merkmale überprüft: Die Geradlinigkeit der Wirbelsäule im Stand (Inklinationswinkel) und die Bewegungsamplitude zur Seite. Eine funktionell unauffällige Wirbelsäule weist nach Idiag (2004, 7) pro Segment eine Neigung von ein bis zwei Grad zur Seite auf. Mehrere aufeinander folgende Bewegungssegmente, bei denen mehr als drei Grad Neigung zur Seite gemessen werden, gelten in der vorliegenden Untersuchung als auffällig. Bei der Mehrzahl der Referenzpersonen verläuft die Wirbelsäule unauffällig (vgl. Abb. 30).

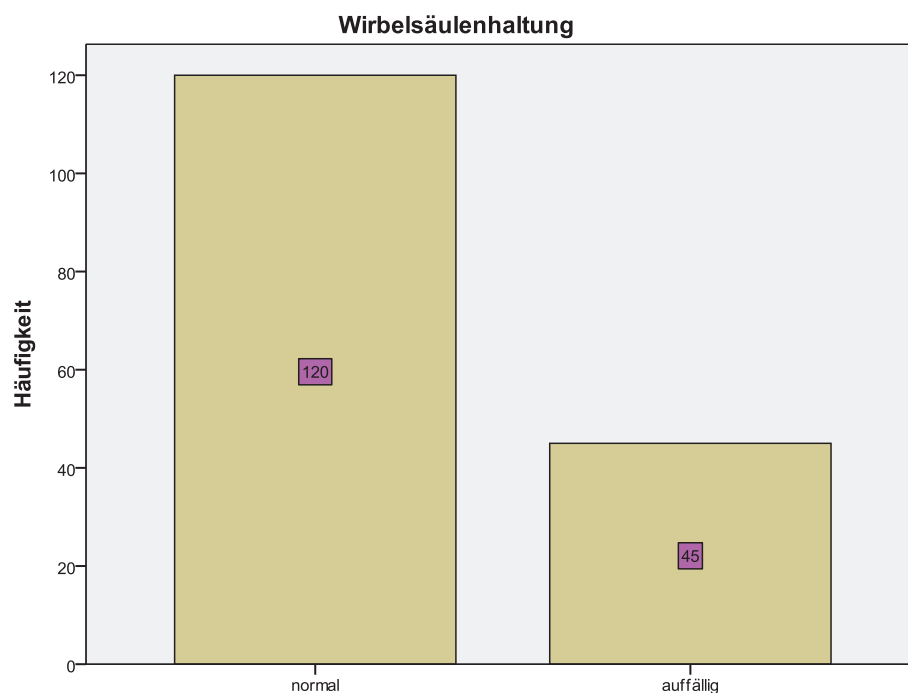


Abbildung 30: Wirbelsäulenhaltung in der Frontalebene
(N=165)

Der Überprüfung der Bewegungsamplitude liegt die Überlegung zugrunde, dass bei Rückenschmerzpatienten ein ungleicher Bewegungsausschlag zur Seite signifikant häufig vorkommt (vgl. Abb. 31). Die Beweglichkeit der Wirbelsäule wird als gleichmäßig beurteilt, wenn die Messwerte nach rechts und links in etwa gleich groß sind (Idiag 2004, 7).

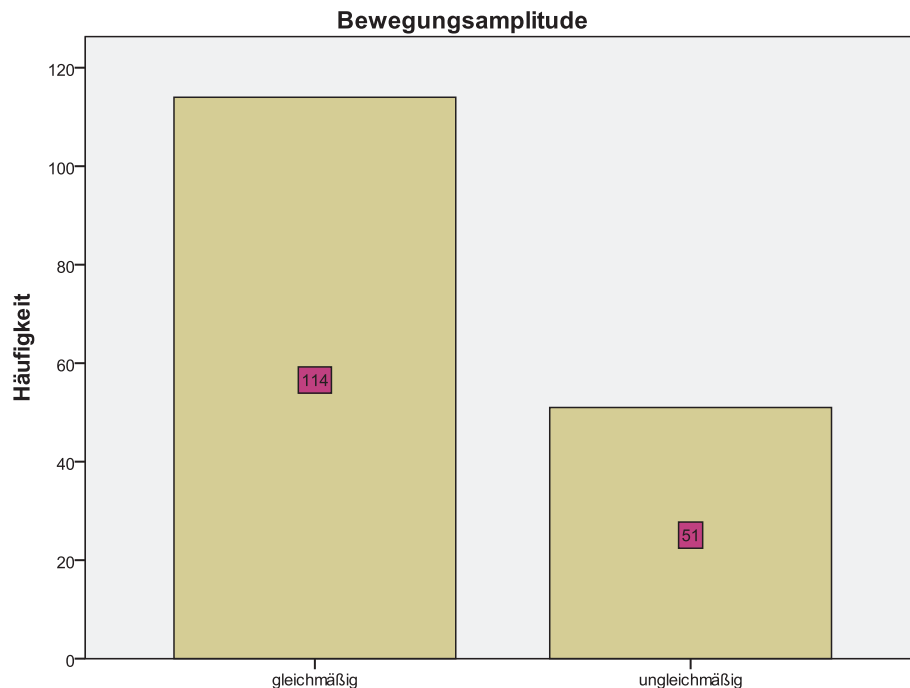


Abbildung 31: Bewegungsamplitude in der Frontalebene
(N=165)

Zur Überprüfung der Beweglichkeit in der Frontalebene wird das Ausmaß der Lateralflexion gemessen und in drei Kategorien eingeteilt: Erstens die Probanden mit einem Bewegungsausschlag von 15 bis 30 Grad, zweitens die Testpersonen, die eine Seitneigung von über 30 Grad ausführen können, und drittens die Probanden mit einer Lateralflexion von unter 15 Grad. Eine qualitative Bewertung dieser Einteilung wird nicht vorgenommen. Fast alle Referenzpersonen bewegen sich in einem Bewegungsbereich von 15 bis 30 Grad. Etwa 20 % der Probanden haben mit einer Bewegung von über 30 Grad eine sehr bewegliche Wirbelsäule (vgl. Abb. 32).

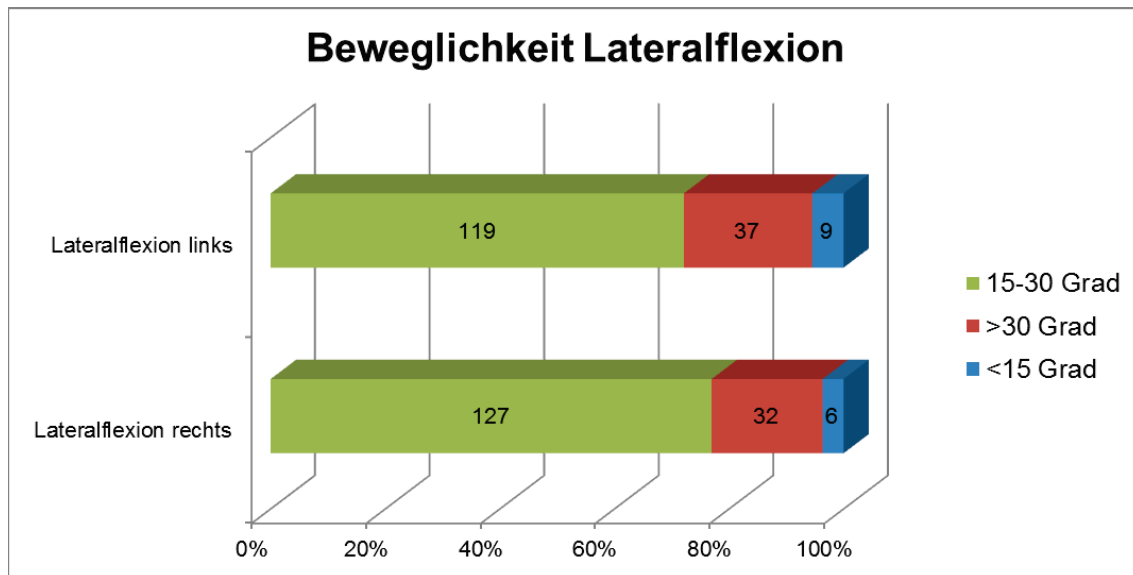


Abbildung 32: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Frontalebene
(N=165)

2.2.2.3 Zusammenfassung

Fast alle Studienteilnehmer geben an, seit mehr als sechs Monaten an Rückenschmerzen zu leiden. Die beklagten Schmerzen beschränken sich nicht auf einen Wirbelsäulenabschnitt. Es werden in der Mehrzahl lumbale Rückenschmerzen mit Ausstrahlungsschmerzen in höher gelegene Rückenareale insbesondere in den zervikalen Bereich angegeben. Im Berufsleben körperlich gering belastete Personen sind ebenso von Rückenschmerzen betroffen wie Personen mit einer hohen physischen Arbeitsbelastung.

Die Mehrzahl der Testteilnehmer hat im Verlauf ihrer Rückenschmerz Erkrankung einen Arzt konsultiert und daraufhin unterschiedliche Behandlungsverfahren in Anspruch genommen. Am häufigsten verordnete der Arzt eine physiotherapeutische Maßnahme oder Massagen und Wärmeanwendungen. Diese Behandlungen werden von den Testteilnehmern als schmerzlindernd beschrieben.

In der Stichprobe treten Rückenbeschwerden sowohl nach körperlicher Belastung als auch verursacht durch Bewegungsmangel auf. Die Schmerzursache kann von den Testteilnehmern nicht genau definiert werden. Sie machen ein komplexes Gefüge unterschiedlicher Faktoren für die Entstehung ihrer Rückenschmerz Erkrankung verantwortlich.

Fast alle Probanden können ihre Rückenschmerzen ohne die Einnahme eines Schmerzmedikaments, sondern vielmehr durch einfache unspezifische Maßnahmen wie beispielsweise „körperliches Ausruhen“ oder "Bewegungsaktivität" lindern. Dennoch ist ein Großteil der Testpersonen in seiner Freizeit körperlich wenig aktiv. Nur 18 % der befragten Personen erreichen das nach Mensink (2003, 10) als gesundheitsfördernd eingestufte Mindestmaß an Bewegungsaktivität von mindestens dreimal wöchentlich 30 Minuten Bewegung. Hier ist auf geschlechtsspezifische Unterschiede hinzuweisen: Die weiblichen Probanden bewegen sich häufiger als die männlichen Testteilnehmer.

Als Ergebnis der anthropometrischen Untersuchung lässt sich festhalten, dass für die Stichprobe ein nach Möhr (1987, 17) ermitteltes Übergewicht von 13,6 % besteht. Ein Vergleich der Geschlechter zeigt, dass die männlichen Versuchspersonen ein im Mittel um 4,7 % stärkeres Übergewicht haben als die Frauen.

Die deskriptive Auswertung der Wirbelsäulenmessdaten in der Sagittalebene zeigt, dass die Inklination als Verbindungslinie zwischen dem ersten Thorakalsegment und der Rima ani bei den Referenzpersonen circa 5 Grad Oberkörpervorneigung beträgt. Beschwerdefreie Personen weisen nach Idiag (o. J., 8) einen mittleren Inklinationswinkel von 5 bis 10 Grad auf.

Der Sacrumwinkel als wesentliches Merkmal der Körperhaltung (Klee 1998, 197) beträgt für die Gesamtstichprobe im Mittel 17 Grad. Bei den weiblichen Testteilnehmern sind Sacrumwinkel und lumbale Lordosierung stärker ausgeprägt als bei den männlichen Versuchspersonen.

Die Haltungs- und Beweglichkeitsanalyse in der Sagittalebene bestätigt, dass die spinalen Segmente ein unharmonisches Bewegungsverhalten sowohl in der aufrechten Haltung als auch in der Vor- und Rückbeuge zeigen. Sagittale Haltungsschwächen, beispielsweise eine Hyperlordosierung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts oder eine flache Brust- oder Lendenwirbelsäule, kommen jedoch selten vor.

Obwohl eine Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule mit einer Überlastung der unteren Wirbelsegmente in Verbindung gebracht wird und als Risikofaktor für Rückenschmerzen anerkannt ist³⁵, lässt sich ein signifikant häufiges Vorkommen bei den Probanden nicht bestätigen. Bei den weiblichen Versuchspersonen sind allerdings

³⁵

Vgl. Niemier und Seidel (2009, 22) und Klee (1998, 197).

eine hochgezogene Lordosierung der Segmente bis in den thorakalen Bereich sowie vermehrt lordotisch ausgerichtete Wirbelkörper in der Brustwirbelsäule zu beobachten.

Die Messergebnisse in der Frontalebene zeigen eine geradlinig verlaufende und unauffällige Wirbelsäule. Der Inklinationswinkel als Maß für die Geradlinigkeit der Wirbelsäule sowie die Stellung des Sacrums weisen in der aufrechten Körperhaltung eine minimale Seitneigung auf. Geschlechtsspezifische Unterschiede gibt es nicht.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Frontalebene zeigt für die Gesamtstichprobe sowie getrennt nach Geschlechtern eine große Variabilität. Die Mehrzahl der Probanden erreicht eine Lateralflexion in einem Bereich von 15 bis 30 Grad. Der Gesamtbewegungsausschlag nach rechts und links ist dabei annähernd gleich groß.

2.2.3 Korrelationsanalytische Prüfung der Wirbelsäulenfunktion

In der vorliegenden Querschnittuntersuchung werden die Zusammenhänge zwischen den Wirbelsäulenabschnitten untereinander, zwischen der Wirbelsäulenfunktion und der Schmerzsymptomatik sowie den anthropometrischen Merkmalen, den Arbeitsbedingungen und der körperlichen Aktivität untersucht.

2.2.3.1 Funktionelle Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Sagittalebene

Zunächst werden die funktionellen Beziehungen der Wirbelsäulenabschnitte in Haltung und Bewegung in der Sagittalebene über bivariate Korrelationen nach Spearman berechnet und zweiseitig geprüft. Um die Ergebnisse genauer zu durchleuchten und Störfaktoren beziehungsweise Scheinkorrelationen zwischen den begutachteten Variablen aufzudecken, wird bei entsprechender Fragestellung die partielle Korrelationsanalyse durchgeführt (vgl. Bühl 2008, 349ff). Der empirischen Berechnung liegen Messdaten von 165 Referenzpersonen zugrunde. Bei der Betrachtung der Korrelationen gilt es zu berücksichtigen, dass negative Winkelwerte in der Sagittalebene eine lordotische Schwingung anzeigen, während positive Winkel eine kyphotische Krümmung des entsprechenden Wirbelsäulenabschnitts ausdrücken. Um die geschlechtsspezifischen Wirbelsäulenmerkmale näher zu bestimmen, werden die Messdaten für Männer und Frauen mittels t-Test für unabhängige Stichproben getrennt untersucht.

Wirbelsäulenhaltung

Um den Einfluss der anthropometrischen Faktoren auf die Wirbelsäulenfunktion in aufrechter Haltung auszuschließen, werden Alter, Körpergröße und Körpergewicht in der nachfolgenden Berechnung als Kontrollvariablen eingesetzt. Unter diesen Voraussetzungen korreliert der Inklinationswinkel im Stand *positiv* mit der Winkelstellung von Sacrum und Hüftgelenken. In aufrechter Haltung führt eine stärkere Beckenkipfung zu einem größeren Inklinationswinkel.

Die ermittelten Korrelationen zwischen dem Neigungswinkel des Beckens und der Lordosierung der Lendenwirbelsäule entsprechen den in der Literatur beschriebenen Beziehungen zwischen dem Grad der Beckenkipfung und der Ausprägung der lumbalen Lordosierung bei beschwerdefreien Menschen (vgl. Klee 1998, 205). Der Sacrumwinkel steht dabei als zentrales Maß für die Beckenstellung und korreliert *negativ* mit der Krümmung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts bei erwartungsgemäß hohem Korrelationskoeffizienten. Je stärker das Becken der Testpersonen nach vorne kippt, desto ausgeprägter ist die lordotische Schwingung der Lendenwirbelsäule. Die zunächst festgestellte Korrelation zwischen Sacrumwinkel und thorakaler Krümmung erweist sich nach Isolierung der anthropometrischen Faktoren als Scheinkorrelation. Die Krümmungswinkel von Brust- und Lendenwirbelsäule korrelieren *negativ*, das heißt, die Ausprägungen des thorakalen und lumbalen Krümmungswinkels beeinflussen sich wechselseitig (vgl. Tab. 39).

Tabelle 39: Korrelationen zwischen den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule (Partialkorrelationsanalyse)

(Partial) Korrelationsanalyse					
	Kontrollvariable		Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Sacrum und Hüftgelenke	Alter Körpergröße Körpergewicht	Korrelation	-,110	-,749***	,344***
		Signifikanz	,165	,000	,000
		N	160	160	160
Brustwirbelsäule		Korrelation		-,375***	,062
		Signifikanz		,000	,431
		N		160	160
Lendenwirbelsäule		Korrelation			,022
		Signifikanz			,783
		N			160

Vergleich der Wirbelsäulenhaltung zwischen Männern und Frauen

Wie der Mittelwertvergleich der haltungsbestimmenden Parameter der Wirbelsäule in Tabelle 40 zeigt, unterscheidet sich die habituelle Körperhaltung bei Rückenschmerzpatienten geschlechtsspezifisch signifikant. Bei den Frauen sind sowohl die Beckenneigung als auch die Lordosierung der Lendenwirbelsäule deutlich stärker ausgeprägt als bei den männlichen Probanden. Trotz der stärkeren Lordosierung der Lumbalsegmente in aufrechter Haltung liegt bei den weiblichen Rückenschmerzpatienten ein interskapulärer Flachrücken³⁶ vor.

Tabelle 40: Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule

(Gruppenstatistiken)

Geschlecht		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Sacrum	männlich	84	13,60	4,770	,520
	weiblich	81	21,81	5,833	,648
BWS	männlich	84	49,02	8,142	,888
	weiblich	81	45,54	9,969	1,108
LWS	männlich	84	-24,81	7,075	,772
	weiblich	81	-32,12	6,744	,749
Inklination	männlich	84	5,48	2,984	,326
	weiblich	81	5,74	3,130	,348

(t-Test für unabhängige Stichproben)

	Levene-Test der Var. Gleichheit		Test für die Mittelwert-Gleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)
Sacrum	2,203	,140	-9,925	163	,000
Brustwirbelsäule	2,110	,148	2,460	163	,015
Lendenwirbelsäule	,467	,496	6,792	163	,000
Inklination	,093	,760	-,556	163	,579

³⁶ Untersuchungen von Seichert (1994, 41) konnten einen interskapulären Flachrücken als geschlechtsspezifisches Haltungsmerkmal bei beschwerdefreien Frauen nachweisen.

Korrelationen zwischen der sagittalen und frontalen Wirbelsäulenhaltung

In der vorliegenden Untersuchung wird angenommen, dass zwischen der sagittalen und frontalen Wirbelsäulenhaltung funktionelle Beziehungen bestehen. Um zu überprüfen, ob die anthropometrischen Merkmale als Störfaktoren wirken, wird eine partielle Korrelationsanalyse gerechnet³⁷ (vgl. Tab. 41):

Nach Isolierung von Alter, Körpergröße und -gewicht steht die sagittale Beckenneigung in einem *positiven* Zusammenhang mit der Seitneigung von Sacrum³⁸ und Lumbalsegmenten. Je größer der Beckenneigungswinkel nach vorn ist, desto stärker neigen sich Kreuzbein (Tendenz nach rechts) und Lendenwirbelsäule (Tendenz nach links) zur Seite. Gleichmaßen besteht eine *negative* Korrelation zwischen der lordotischen Schwingung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts und der Seitneigung des Kreuzbeins in der Frontalebene. Bei Testpersonen mit einer starken lumbalen Lordosierung neigt sich das Kreuzbein signifikant häufig zur Seite (Tendenz nach rechts).

Tabelle 41: Korrelationen zwischen den sagittalen und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule (Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariablen		Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene	Winkelstellung der Lumbalsegmente in der Frontalebene
Winkelstellung des Sacrums in der Sagittalebene	Alter Körpergröße Körpergewicht	Korrelation	,183*	,182*
		Signifikanz (2-seitig)	,020	,020
		N	160	160
Lordosierung der Lendenwirbelsäule in Sagittalebene		Korrelation	-,236**	-,146
		Signifikanz (2-seitig)	,003	,065
		N	160	160

³⁷ In Tabelle 41 werden die Wirbelsäulenabschnitte dargestellt, zwischen denen Korrelationen ermittelt werden können.

³⁸ Kennzeichnung der Winkelgrade des Sacrums in der Frontalebene: Seitneigung des Sacrums nach rechts ist mit einem *positiven* Vorzeichen und die Seitneigung nach links ist mit einem *negativen* Vorzeichen gekennzeichnet.

Wirbelsäulenbeweglichkeit

Flexion

Der Inklinationswinkel als Maß für die Gesamtbeugung des Rumpfes beziehungsweise der Wirbelsäule steht in einer starken *positiven* Beziehung zur Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke ($r=,794$). Es zeigt sich zudem ein wenn auch schwächerer aber ebenfalls *positiver* Zusammenhang zwischen Inklinationswinkel und Winkelstellung der Lumbalsegmenten. Dieser Befund zeigt, dass bei Rückenschmerzpatienten vor allem die Beweglichkeit der Hüftgelenke für eine große Bewegungsamplitude nach vorn verantwortlich ist (vgl. Tab. 42).

Die *negative* Korrelation zwischen dem Inklinationswinkel und der Beweglichkeit der Brustwirbelsäule deutet darauf hin, dass durch eine Hypermobilität in den Hüftgelenken die Flexion in den thorakalen Segmenten abnimmt oder dass eine geringe Flexionsfähigkeit der Thorakalsegmente zu einer größeren Mobilität in den Hüftgelenken führt.

Die Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule korreliert *negativ* mit der Mobilität von Sacrum und Hüftgelenken. Die Interpretation dieses Befundes ist in zwei Richtungen möglich: Einerseits ist belegt, dass durch die verstärkte Beweglichkeit in den Hüftgelenken die Beugefähigkeit sowohl im thorakalen als auch im lumbalen Wirbelsäulenabschnitt abnimmt, andererseits kann durch eine bessere Beweglichkeit in den Hüftgelenken eine defizitäre Beweglichkeit der Wirbelsäulenabschnitte kompensiert werden.

Zwischen dem thorakalen und dem lumbalen Wirbelsäulenabschnitt untereinander besteht ein *negativer* Zusammenhang, der darauf hindeutet, dass durch eine stärkere Flexion der Lumbalsegmente die Beugung der Brustwirbelsäule ebenfalls schwächer wird.

Tabelle 42: Korrelationen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Flexion

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Brustwirbelsäule Flexion	Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination (Gesamtbeugung)
Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Korrelation	1,000	-,253***	-,277***	,794***
	Signifikanz		,001	,000	,000
	N	164	164	164	164
Brustwirbelsäule Flexion	Korrelation	-,253***	1,000	-,237**	-,235**
	Signifikanz	,001		,002	,002
	N	164	164	164	164
Lendenwirbelsäule Flexion	Korrelation	-,277***	-,237**	1,000	,247***
	Signifikanz	,000	,002		,001
	N	164	164	164	164

Extension

Wie aus Tabelle 43 deutlich wird, können Versuchspersonen eine große Rückbeuge³⁹ entweder durch eine starke Beckenaufrichtung oder durch eine starke Lordosierung der Lumbalsegmente erreichen. Der Inklinationswinkel (maximal mögliche Bewegung nach hinten) steht dabei zum einen in einer *positiven* Beziehung zur Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke, zum anderen in einem ebenfalls *positiven* Zusammenhang zur Extension in der Lendenwirbelsäule.

Tabelle 43: Korrelationen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Extension

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lendenwirbelsäule Extension	Inklination (Gesamtstreckung)
Sacrum und Hüftgelenke Extension	Korrelation	1,000	-,592***	,346***
	Signifikanz		,000	,000
	N	164	164	164
Lendenwirbelsäule Extension	Korrelation	-,592***	1,000	,325***
	Signifikanz	,000		,000
	N	164	164	164

³⁹

Nach idiag (2004, 3) wird in der Brustwirbelsäule nur die Flexionsbewegung beurteilt, da in der Extension nur Messwerte von ca. Th11/Th12 bis zum Sakrum als Extension zu interpretieren sind.

Vergleich der Wirbelsäulenbeweglichkeit zwischen Männern und Frauen

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen bei beschwerdefreien Personen unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Mobilität der Wirbelsäule. Nach Weineck (1983, 196) und Knebel (1985, 82) haben Frauen aufgrund von hormonellen Unterschieden und einer dadurch bedingten geringeren Gewebedichte eine im Durchschnitt bessere Gelenkbeweglichkeit als Männer. Burton und Tillotson (1988, 106ff) stellten bei der Untersuchung der sagittalen Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule fest, dass beschwerdefreie Männer höhere Beweglichkeitswerte in der Flexion aufweisen, während beschwerdefreie Frauen in der Extension des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts beweglicher sind. Dopf et al. (1994, 586ff) hingegen können keine geschlechtsspezifischen Mobilitätsunterschiede in der Sagittalebene nachweisen.

Die eigenen Messdaten belegen für Personen mit Rückenschmerzen, dass die weiblichen Probanden in der Flexion beweglicher sind als die männlichen Testteilnehmer. Zurückzuführen ist dieses Ergebnis auf die bessere Mobilität der weiblichen Referenzpersonen im Bereich des Beckens und der Hüftgelenke. Die Lumbalsegmente sind bei den Frauen deutlich unbeweglicher als den männlichen Probanden (vgl. Tab. 44). Hier stellt sich die Frage, ob die defizitäre Beweglichkeit der Lumbalsegmente für das häufigere Auftreten von Rückenschmerzepisoden verantwortlich sein kann.

Im Vergleich zu den Frauen erreichen die männlichen Probanden in der Rückbeuge über die stärkere Aufrichtung des Beckens eine größere Bewegungsamplitude. Die Beweglichkeit der Lumbalsegmente unterscheidet sich zwischen den Geschlechtern ebenfalls hoch signifikant. Die weiblichen Testteilnehmer können die Lumbalsegmente in der Rückbeuge deutlich stärker lordosieren als die Männer (vgl. Tab. 45). Die eigene Untersuchung zur Wirbelsäulenmobilität von Rückenschmerzpatienten kommt zu vergleichbaren Ergebnissen wie Burton und Tillotson (1988, 106ff) bei beschwerdefreien Personen.

Tabelle 44: Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Flexion

(Gruppenstatistiken)

Geschlecht		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Flexion Sacrum	männlich	83	68,72	12,260	1,346
	weiblich	81	79,35	13,359	1,484
Flexion BWS	männlich	83	57,31	9,075	,996
	weiblich	81	60,26	10,184	1,132
Flexion LWS	männlich	83	25,29	9,059	,994
	weiblich	81	17,36	9,724	1,080
Flexion Inklination	männlich	83	104,43	11,827	1,298
	weiblich	81	108,95	14,144	1,572

(t-Test für unabhängige Stichproben)

	Levene-Test der Var. Gleichheit		Test für die Mittelwert-Gleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)
Flexion Sacrum	,001	,974	-5,308	162	,000
Flexion Brustwirbelsäule	,345	,558	-1,957	162	,052
Flexion Lendenwirbelsäule	,099	,754	5,406	162	,000
Flexion Inklination	1,386	,241	-2,221	162	,028

Tabelle 45: Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Extension

(Gruppenstatistiken)

Geschlecht		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Extension Sacrum	männlich	84	5,18	8,050	,878
	weiblich	81	13,84	7,927	,881
Extension LWS	männlich	84	-35,63	10,075	1,099
	weiblich	81	-42,35	8,089	,899
Extension Inklination	männlich	84	-16,80	6,123	,668
	weiblich	81	-14,63	7,296	,811

(t-Test für unabhängige Stichproben)

	Levene-Test der Var. Gleichheit		Test für die Mittelwert-Gleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)
Extension Sacrum	,008	,929	-6,961	163	,000
Extension Lendenwirbelsäule	2,752	,099	4,710	163	,000
Extension Inklination	2,383	,125	-2,070	163	,040

Korrelationen zwischen der sagittalen und frontalen Wirbelsäulenbeweglichkeit

Die partielle Korrelationsanalyse zeigt nach Ausschluss der anthropometrischen Faktoren, dass zwischen der sagittalen und frontalen Wirbelsäulenmobilität statistisch nachweisbare Beziehungen bestehen (vgl. Tab. 46). Diese Korrelationen werden auf dem 5%-Niveau signifikant und haben einen maximalen Korrelationskoeffizienten von $r = ,223$. Rückenschmerzpatienten, die in der Sagittalebene beweglich sind, haben dementsprechend auch eine große Bewegungsamplitude zur Seite.

Tabelle 46: Korrelationen zwischen der sagittalen und frontalen Beweglichkeit

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariablen		Inklinationswinkel nach links <i>Frontalebene</i>	Inklinationswinkel nach rechts <i>Frontalebene</i>
Inklinationswinkel Vorbeuge Sagittalebene	Alter Körpergröße Körpergewicht	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	,223** ,004 159	,174* ,027 159
Inklinationswinkel Rückbeuge Sagittalebene		Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	-,210** ,007 157	-,200* ,011 157

2.2.4.2 Funktionelle Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Frontalebene

Gemäß der sagittalen Untersuchung werden auch die funktionellen Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Frontalebene korrelationsstatistisch auf Zusammenhänge geprüft. Der Berechnung der Korrelationskoeffizienten liegen die in Tabelle 47 dargestellten Vorzeichen zugrunde. Entsprechend dieser Vorzeichen werden auch negative Korrelationskoeffizienten erwartet.

Tabelle 47: Darstellung der für die statistischen Prüfverfahren verwendeten Vorzeichen

	Wirbelsäulenhaltung im aufrechten Stand	Wirbelsäulenbeweglichkeit Lateralflexion nach <i>links</i>	Wirbelsäulenbeweglichkeit Lateralflexion nach <i>rechts</i>
Sacrum	+ Seitneigung nach rechts - Seitneigung nach links	- Seitneigung nach links	+ Seitneigung nach rechts
Brustwirbelsäule	+ Seitneigung nach links - Seitneigung nach rechts	+ Seitneigung nach links	+ Seitneigung nach rechts
Lendenwirbelsäule	+ Seitneigung nach links - Seitneigung nach rechts	+ Seitneigung nach links	+ Seitneigung nach rechts
Inklinationswinkel	+ Seitneigung nach links - Seitneigung nach rechts	+ Seitneigung nach links	+ Seitneigung nach rechts

Wirbelsäulenhaltung

Zunächst werden die Beziehungen zwischen den haltungsbestimmenden Parametern partialkorrelationsanalytisch untersucht (vgl. Tab. 48). Um den Einfluss von Alter, Körpergröße und Körpergewicht auf die Wirbelsäulenfunktion auszuschließen, werden diese Faktoren als Kontrollvariablen eingesetzt. Unter diesen Voraussetzungen zeigt sich, dass zwischen der Winkelstellung des Sacrums und dem Inklinationswinkel als Maß für die Geradlinigkeit der Wirbelsäule ein *negativer* Zusammenhang besteht, der zeigt, dass bei Testpersonen, deren Kreuzbein im Stand eine Seitneigung aufweist, signifikant häufig eine Neigung der gesamten Wirbelsäule auftritt.

Zwischen Sacrumstellung und der Winkelstellung der Lumbalsegmente liegt eine *positive* Beziehung bei einem Korrelationskoeffizienten von $r=,592$ vor. Testpersonen mit einer Seitneigung des Kreuzbeins zeigen häufig eine entsprechende Gegen-

schwingung der Lumbalsegmente. Zwischen den Winkelstellungen von Brust- und Lendenwirbelsäule untereinander besteht ein *negativer* Zusammenhang. Das heißt, bei einer verstärkten Seitneigung eines Wirbelsäulenabschnitts kommt es in der Regel zu einer entsprechenden Gegenschwingung des benachbarten Abschnitts der Wirbelsäule.

Tabelle 48: Korrelationen zwischen den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Sacrum	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Sacrum	Alter	Korrelation	1,000	,066	,592***	-,483***
	Körpergröße	Signifikanz		,401	,000	,000
	Körpergewicht	N	160	160	160	160
Brustwirbelsäule		Korrelation		1,000	-,569***	-,309***
		Signifikanz			,000	,000
		N		160		
Lendenwirbelsäule		Korrelation			1,000	,163*
		Signifikanz				,038
		N			160	160

Vergleich der Wirbelsäulenhaltung zwischen Männern und Frauen

Für den Inklinationswinkel in aufrechter Haltung und die Winkelstellung des Sacrums zeigen sich hoch signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede. Bei den männlichen Versuchspersonen ist der Inklinationswinkel als Maß für die Geradlinigkeit der Wirbelsäule in aufrechter Haltung signifikant größer. Gleichzeitig liegt eine Seitneigung des Kreuzbeins nach links vor. Bei den Frauen tendiert das Kreuzbein dagegen nach rechts (vgl. Tab 49). Ob die frontale Stellung des Sacrums im aufrechten Stand mit der Rückenschmerzsymptomatik korreliert, wird im nachfolgenden Teil dieser Forschungsarbeit zu klären sein.

Tabelle 49: Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den haltungsbestimmenden Parametern der Wirbelsäule in der Frontalebene

(Gruppenstatistiken)

Geschlecht		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Sacrum	männlich	84	-,538	1,9520	,2130
	weiblich	81	,500	2,1694	,2410
Brustwirbelsäule	männlich	84	,921	3,2076	,3500
	weiblich	81	1,427	3,7933	,4215
Lendenwirbelsäule	männlich	84	1,424	2,3526	,2567
	weiblich	81	1,737	3,3481	,3720
Inklination	männlich	84	1,710	1,4660	,1600
	weiblich	81	,870	1,2275	,1364

(t-Test für unabhängige Stichproben)

	Levene-Test der Var. Gleichheit		Test für die Mittelwert-Gleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)
Sacrum	,386	,535	-3,234	163	,001**
Brustwirbelsäule	,389	,534	-,926	163	,356
Lendenwirbelsäule	6,683	,011*	-,693	163	,487
Inklination	2,446	,120	3,979	163	,000***

Wirbelsäulenbeweglichkeit

Um die funktionellen Beziehungen der Wirbelsäulenabschnitte untereinander bei der Lateralflexion *nach links* zu überprüfen, zeigt die Korrelationsanalyse nach Spearman (vgl. Tab. 50) eine *negative* Beziehung zwischen der Winkelstellung des Sacrums und dem Inklinationswinkel. Je stärker die Seitneigung des Kreuzbeins nach links ist, desto größer ist die Bewegungsamplitude der Wirbelsäule (Inklinationswinkel). Die *negative* Beziehung zwischen Sacrumwinkel und Winkelstellung der Lumbalsegmente zeigt erwartungsgemäß, dass bei starker Neigung des Kreuzbeins die Bewegungsamplitude der Lumbalsegmente größer wird.

Tabelle 50: Korrelationen zwischen den Krümmungswinkeln der Wirbelsäule bei Lateralflexion nach links

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum links	Brustwirbelsäule links	Lendenwirbelsäule links	Inklination links
Sacrum links	Korrelation	1,000	-,035	-,253**	-,602***
	Signifikanz		,635	,001	,000
	N	165	165	165	165
Brustwirbelsäule links	Korrelation		1,000	,072	,350***
	Signifikanz			,359	,000
	N		165	165	165
Lendenwirbelsäule links	Korrelation			1,000	,797***
	Signifikanz				,000
	N			165	165

Die Ergebnisse für die Lateralflexion *nach rechts* zeigen ein anderes Bild (vgl. Tab. 51): Eine Beziehung zwischen Sacrumstellung und Inklinationwinkel kann hier nicht identifiziert werden. Es besteht jedoch ein starker *positiver* Zusammenhang zwischen der Winkelstellung der Lendenwirbelsäule und dem Inklinationwinkel ($r=,840$). Je stärker die Lumbalsegmente lateralflektieren, desto größer ist die Bewegungsamplitude. Außerdem zeigt sich ein, wenn auch schwächerer, *positiver* Zusammenhang zwischen der kyphotischen Winkelstellung der Thorakalsegmente und der Inklination, der in dieselbe Richtung zeigt.

Tabelle 51: Korrelationen zwischen den Krümmungswinkeln der Wirbelsäule bei Lateralflexion nach rechts

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum rechts	Brustwirbelsäule rechts	Lendenwirbelsäule rechts	Inklination rechts
Sacrum rechts	Korrelation	1,000	-,120	-,119	,199*
	Signifikanz		,123	,127	,010
	N	165	165	165	165
Brustwirbelsäule rechts	Korrelation		1,000	,168*	,414***
	Signifikanz			,031	,000
	N		165	165	165
Lendenwirbelsäule rechts	Korrelation			1,000	,840***
	Signifikanz				,000
	N			165	165

Vergleich der Wirbelsäulenbeweglichkeit zwischen Männern und Frauen

Wie aus Tabelle 52 ersichtlich, haben die männlichen Testpersonen eine größere Bewegungsamplitude als die Frauen. Dieser Befund kann darauf zurückzuführen sein, dass die männlichen Testpersonen weniger häufig von Rückenschmerzepisoden betroffen sind. Eindeutige geschlechtsspezifische Unterschiede bestehen im Inklinationswinkel nach links und in der Stellung des Sacrums nach links. Die männlichen Probanden sind in der Lendenwirbelsäule bei der Lateralflexion nach links beweglicher als die Frauen.

Tabelle 52: Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule

(Gruppenstatistiken)

Geschlecht		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Sacrum Lateralflexion links	männlich	84	-2,461	2,4198	,2640
	weiblich	81	-,901	2,4760	,2751
Sacrum Lateralflexion rechts	männlich	84	1,406	2,3611	,2576
	weiblich	81	1,049	2,5878	,2875
BWS Lateralflexion links	männlich	84	39,499	7,4761	,8157
	weiblich	81	39,765	8,3604	,9289
BWS Lateralflexion rechts	männlich	84	33,250	8,4811	,9254
	weiblich	81	32,481	9,0826	1,0092
LWS Lateralflexion links	männlich	84	18,485	5,6415	,6155
	weiblich	81	16,542	5,1886	,5765
LWS Lateralflexion rechts	männlich	84	20,346	5,7517	,6276
	weiblich	81	20,930	6,5846	,7316
Inklination links	männlich	84	27,117	6,4637	,7052
	weiblich	81	22,914	6,1237	,6804
Inklination rechts	männlich	84	25,743	5,9125	,6451
	weiblich	81	24,695	5,9969	,6663

(t-Test für unabhängige Stichproben)

	Levene-Test der Var. Gleichheit		Test für die Mit- telwert- Gleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)
Sacrum Lateral- flexion links	,153	,696	-4,092	163	,000***
Sacrum Lateral- flexion rechts	,466	,496	,925	163	,356
Brustwirbelsäu- le Lateralflexion links	,667	,415	-,216	163	,829
Brustwirbelsäu- le Lateralflexion rechts	,006	,936	,562	163	,575
Lenden- wirbelsäule Lateralflexion links	,040	,842	2,300	163	,023*
Lenden- wirbelsäule Lateralflexion rechts	2,196	,140	-,607	163	,545
Inklinationswin- kel links	,085	,771	4,285	163	,000***
Inklinationswin- kel rechts	,076	,783	1,130	163	,260

2.2.3.2 Sagittale Wirbelsäulenfunktion und Rückenschmerz

Wirbelsäulenhaltung und Rückenschmerz

Aus Tabelle 53 wird deutlich, dass zwischen der habituellen Körperhaltung der Referenzpersonen und den erhobenen Daten zur Schmerzsymptomatik *keine* statistischen Beziehungen bestehen. Die eigene Annahme, dass ein niedriger Inklinationswinkel in aufrechter Haltung mit Rückenbeschwerden korreliert, kann durch die Ergebnisse der Korrelationsanalyse statistisch *nicht* abgesichert werden.

Tabelle 53: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Schmerzdauer	Korrelation	,025	-,039	,027	,087
	Signifikanz	,755	,623	,734	,269
	N	165	165	165	165
Schmerzhäufigkeit	Korrelation	,152	,001	-,128	,005
	Signifikanz	,051	,992	,102	,952
	N	165	165	165	165
Schmerzlokalisierung	Korrelation	,096	-,047	-,068	,034
	Signifikanz	,221	,551	,383	,667
	N	165	165	165	165

Wirbelsäulenhaltung und Schmerzauslöser

Die Ergebnisse in Tabelle 54 zeigen, dass der Neigungswinkel des Beckens mit dem Faktor Bewegungsmangel *positiv* korreliert. Vor allem bei Personen mit starker Beckenkipfung kommt Bewegungsmangel als schmerzauslösender Faktor in Frage. Zwischen Bewegungsmangel und der lordotischen Schwingung der Lendenwirbelsäule besteht eine *negative* Korrelation, die darauf hinweist, dass bewegungsarme Probanden in der Regel eine stärkere lumbale Lordosierung aufweisen als körperlich aktive Testpersonen. Im Gegensatz dazu beklagen physisch stark belastete Testpersonen Rückenschmerzen bei einer zur kyphotischen Fehlstellung tendierenden Brustwirbelsäule. Zwischen der psychischen Belastung der Testteilnehmer und den haltungsbestimmenden Parametern werden keine statistisch bedeutsamen Korrelationen ermittelt.

Tabelle 54: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzauslösern

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Körperlicher Anstrengung	Korrelation	-,125	,171*	,045	,130
	Signifikanz	,110	,028	,566	,095
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Bewegungsmangel	Korrelation	,248***	-,060	-,203**	-,008
	Signifikanz	,001	,448	,009	,924
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Psychischer Belastung	Korrelation	,058	-,105	-,063	-,210**
	Signifikanz	,463	,179	,424	,007
	N	165	165	165	165

Segmentwinkel in aufrechter Haltung und Rückenschmerz

Funktionsstörungen der Wirbelsäule auf segmentaler Ebene werden inzwischen als eigenständiger Risikofaktor für unspezifische chronische Rückenschmerzen gesehen (Niemier und Seidel 2009, 8; Larsen 2005, 3; Idiag 2004, 3). Hierbei kann es sich um eine Noziafferenz handeln, die vom Wirbelgelenk, der dazugehörigen Muskulatur, den afferenten Nerven oder auch von Haut oder Knochen stammen kann und im Tractus spinothalamicus eine überschwellige Erregung auslöst. Diese Erregung wird über Axonkollaterale ins Vorderhorn des Rückenmarks geleitet und führt zu einer motorischen Systemaktivierung, bei der über die Alpha- und Gamma-Motoneurone vor allem die tiefe und später auch die höher gelegene segmentale Muskulatur zur Kontraktion gebracht wird. Wird ein Bewegungssegment überlastet oder durch eine andauernde muskuläre Spannung in eine Zwangshaltung gebracht, sendet es ebenfalls nozizeptive Reize nach zentral (Schürer 2010, 150).

In der vorliegenden Studie sind die funktionellen Verhältnisse der Wirbelsäule durch hyper- und hypomobile Bereiche sowie durch die Winkelausrichtungen der einzelnen Wirbelkörper⁴⁰ im Wirbelsäulenverlauf gekennzeichnet (Idiag 2004, 4). Nach zweisei-

⁴⁰ In der vorliegenden Forschungsarbeit gilt die kyphotische Ausrichtung eines Bewegungssegments im Lumbalbereich sowie die Lordosierung eines Wirbelkörpers im thorakalen Wirbelsäulenabschnitt als funktionelle Fehlausrichtung.

tiger Prüfung mittels Korrelationsanalyse nach Spearman und Chi²-Test stehen die geprüften funktionellen Verhältnisse in *keinem* statistisch nachweisbaren Zusammenhang zu den Schmerzvariablen (vgl. Tab. 81 bis 85 im Anhang).

Wirbelsäulenbeweglichkeit und Rückenschmerz

Verschiedene Forschungsarbeiten vermuten eine Beziehung zwischen einer defizitären Wirbelsäulenbeweglichkeit und Rückenschmerzen (Saur et al. 1996, 248). In diesem Zusammenhang verglichen Seeds et al. (1988, 121ff) die Mobilität der Brust- und Lendenwirbelsäule zwischen Rückenschmerzpatienten und beschwerdefreien Personen. Beide Gruppen wurden in identischer Weise getestet. Die Autoren fanden heraus, dass bei den an Rückenschmerzen leidenden Männern und Frauen ein Mobilitätsdefizit der Wirbelsäule von 26 bis 48 % in allen Bewegungsebenen vorlag. Auch Kieser (1991, in Denner 1997, 2.19) konnte bei Rückenschmerzpatienten eine defizitäre Mobilität des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts in der Sagittalebene nachweisen.

In der vorliegenden Untersuchung wird die Beweglichkeit der Wirbelsäule zur Schmerzdauer, Schmerzhäufigkeit und zur Lokalisation der Beschwerden in Beziehung gesetzt. Die Einteilung der Wirbelsäulenmobilität erfolgt auf Basis der Referenzdaten für beschwerdefreie Personen in ordinalskalierten Variablen (hypomobil, normalbeweglich und hypermobil). Es zeigt sich, dass lediglich die Flexionsbeweglichkeit der Lendenwirbelsäule schwach mit der Schmerzdauer korreliert. Insgesamt liegt aber *keine* statistische Beziehung zwischen der Wirbelsäulenbeweglichkeit und den Schmerzvariablen vor. Sowohl hypomobile als auch normalbewegliche und hypermobile Testteilnehmer leiden gleichermaßen unter Rückenbeschwerden (vgl. Tab. 86 im Anhang).

Wirbelsäulenbeweglichkeit und Schmerzauslöser

Um den Einfluss der anthropometrischen Faktoren auf die Wirbelsäulenbeweglichkeit auszuschließen, wird eine partielle Korrelationsanalyse unter Kontrolle von Alter, Körpergröße und Körpergewicht gerechnet (vgl. Tab. 55):

Zwischen dem Neigungswinkel des Beckens und der körperlichen Belastung besteht unter diesen Voraussetzungen ein *negativer* Zusammenhang, der im Einklang mit

der *positiven* Beziehung zwischen Flexionsbewegung der Thorakalsegmente und physischer Anstrengung steht. Je geringer die Beckenkipfung und je stärker die thorakale Wirbelsäule in der maximalen Vorbeuge flektiert, desto häufiger geben die Probanden körperliche Belastung als Auslöser für ihre Rückenschmerzen an. Zwischen Inklinationswinkel und körperlicher Anstrengung zeigt sich eine ebenfalls *negative* Beziehung, die darauf hinweist, dass Referenzpersonen, die bei körperlicher Anstrengung über Rückenschmerzen klagen, eine geringe Bewegungsamplitude in der Vorbeuge aufweisen.

Zwischen dem Ausmaß der Rückbeugebewegung und den Schmerzauslösern liegen nach Ausschluss der anthropometrischen Faktoren korrelationsanalytisch *keine* signifikanten Beziehungen vor (vgl. Tab. 87 im Anhang).

Tabelle 55: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenflexion und Schmerzauslösern

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Brustwirbelsäule Flexion	Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination Flexion
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Körperlicher Anstrengung	Alter Körpergröße Körpergewicht	Korrelation	-,251***	,192*	-,020	-,226**
		Signifikanz	,001	,015*	,797	,004
		(2-seitig)				
		N	159	159	159	159
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Bewegungsmangel		Korrelation	,140	,168*	-,140	,093
		Signifikanz	,076	,033	,077	,242
		(2-seitig)				
		N	159	159	159	159
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Psychischer Belastung		Korrelation	,094	-,079	-,021	,056
		Signifikanz	,236	,320	,793	,481
		(2-seitig)				
		N	159	159	159	159

Segmentwinkel in der Vorbeuge und Rückenschmerz

In der Oberkörpervorbeuge sollten sich im Idealfall alle Wirbelkörper funktionsgemäß flektieren beziehungsweise eine kyphotische Winkelstellung einnehmen (Larsen 2005, 3; Idiag 2004, 5). Lordotisch ausgerichtete Wirbelkörper in der Wirbelsäulenflexion deuten auf eine Hypomobilität einzelner oder mehrerer Bewegungssegmente hin. Abbildung 33 zeigt die Wirbelsäule einer weiblichen Versuchsperson in der ma-

ximalen Vorbeuge. Deutlich zu erkennen ist die defizitäre Beweglichkeit beziehungsweise die fehlende kyphotische Ausrichtung der unteren Thorakal- und der Lumbalsegmente.

Um zu überprüfen, ob die fehlende kyphotische Ausrichtung der Wirbelkörper mit Rückenschmerzen korreliert, werden die Schmerzvariablen über den Chi²-Test mit den segmentalen Winkeln in Beziehung gesetzt. Die zweiseitige Prüfung der Variablen ergibt *keine* asymptotische Signifikanz, die auf einen Zusammenhang schließen ließe (vgl. Tabelle 88 und 89 im Anhang).



Abbildung 33: Bewegungsverhalten der spinalen Segmente in der maximalen Flexion
(3-D-Darstellung, gemessen mit der MediMouse®).

2.2.3.3 Frontale Wirbelsäulenfunktion und Rückenschmerz

Wirbelsäulenhaltung und Rückenschmerz

Zwischen frontaler Wirbelsäulenhaltung und den erhobenen Daten zur Schmerzproblematik zeigen sich folgende Korrelationen (vgl. Tab. 56): Schmerzdauer und Winkelstellung des Kreuzbeins sowie Schmerzdauer und Winkelstellung der Lumbalsegmente korrelieren *positiv*. Ein ebenfalls *positiver* Zusammenhang besteht zwischen Schmerzhäufigkeit und Winkelstellung des Kreuzbeins.

Dieser Befund weist einerseits darauf hin, dass bei zunehmender Schmerzdauer und -häufigkeit signifikant oft eine Seitneigung von Kreuzbein und Lumbalsegmenten vor-

liegt, andererseits kann er aber auch bedeuten, dass die Seitneigung des unteren Rückens zu längerer Schmerzdauer und häufigeren Rückenschmerzepisoden führt.

Tabelle 56: Korrelationen zwischen Schmerzvariablen und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule im aufrechten Stand

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Schmerzdauer	Korrelation	,234**	-,016	,175*	-,044
	Signifikanz (2-seitig)	,002	,840	,025	,577
	N	165	165	165	165
Schmerz- häufigkeit	Korrelation	,237**	,078	,114	-,131
	Signifikanz (2-seitig)	,002	,322	,144	,093
	N	165	165	165	165
Schmerz- lokalisation	Korrelation	,067	,105	-,020	-,047
	Signifikanz (2-seitig)	,392	,178	,803	,545
	N	165	165	165	165

Wirbelsäulenhaltung und Schmerzauslöser

Im Rahmen der Analyse von Zusammenhängen zwischen der Wirbelsäulenhaltung und den subjektiv erlebten Schmerzauslösern (vgl. Tab. 57) kann bei zweiseitiger Prüfung eine schwach signifikante *positive* Beziehung zwischen der Winkelstellung des Sacrums und Bewegungsmangel als Schmerzauslöser ermittelt werden. Insgesamt zeigen sich aber *keine* bedeutsamen Zusammenhänge zwischen den geprüften Variablen.

Tabelle 57: Korrelationen zwischen frontaler Wirbelsäulenhaltung und den Schmerzauslösern

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Körperlicher Anstrengung	Korrelation	,092	,089	,085	-,098
	Signifikanz	,239	,255	,277	,212
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Bewegungsmangel	Korrelation	,190*	-,029	,106	-,146
	Signifikanz	,014	,714	,177	,062
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Psychischer Belastung	Korrelation	,097	-,071	,117	,045
	Signifikanz	,213	,365	,133	,569
	N	165	165	165	165

Wirbelsäulenbeweglichkeit und Rückenschmerz

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen der frontalen Wirbelsäulenbeweglichkeit und der Schmerzsymptomatik, so ergibt sich folgendes Ergebnis (vgl. Tab. 58 und 59): Die Schmerzhäufigkeit korreliert *positiv* mit der Winkelstellung des Sacrums in der Seitbeuge nach links sowie *negativ* mit der Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule nach links. Dies bedeutet, dass Probanden mit häufig auftretenden Schmerzepisoden unbeweglicher sind als Personen, die weniger von Rezidiven betroffen sind. Im Gleichklang mit diesem Befund tritt im genannten Personenkreis häufiger eine verstärkte Mitbewegung des Sacrums während der Lateralflexion auf. Zwar handelt es sich um Korrelationen mit einem geringen Koeffizienten, diese werden aber als signifikant ausgewiesen.

Tabelle 58: Korrelationen zwischen Schmerzvariablen und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach links

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum links	Brustwirbelsäule links	Lendenwirbelsäule links	Inklination links
Schmerz- dauer	Korrelation	,143	-,074	-,034	-,127
	Signifikanz (2-seitig)	,068	,344	,660	,104
	N	165	165	165	165
Schmerz- häufigkeit	Korrelation	,235**	,011	-,165*	-,227**
	Signifikanz (2-seitig)	,002	,886	,035	,003
	N	165	165	165	165
Schmerz- lokalisation	Korrelation	,112	-,113	-,120	-,145
	Signifikanz (2-seitig)	,153	,149	,125	,064
	N	165	165	165	165

Tabelle 59: Korrelationen zwischen Schmerzvariablen und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach rechts

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum rechts	Brustwirbelsäule rechts	Lendenwirbelsäule rechts	Inklination rechts
Schmerz- dauer	Korrelation	-,086	-,063	-,152	-,160*
	Signifikanz (2-seitig)	,274	,424	,052	,041
	N	165	165	165	165
Schmerz- häufigkeit	Korrelation	,039	-,031	-,068	-,068
	Signifikanz (2-seitig)	,617	,697	,387	,385
	N	165	165	165	165
Schmerz- lokalisation	Korrelation	-,043	-,124	-,039	-,098
	Signifikanz (2-seitig)	,583	,112	,619	,208
	N	165	165	165	165

Wirbelsäulenbeweglichkeit und Schmerzauslöser

In der Gesamtstichprobe haben 51 % der Probanden "Körperliche Anstrengung" und 41 % "Bewegungsmangel" als schmerzauslösende Faktoren identifiziert. Die Annahme, dass zwischen den schmerzauslösenden Faktoren und der Wirbelsäulenbeweglichkeit in der Frontalebene eine statistische Beziehung besteht, wird im Folgenden überprüft (vgl. Tab. 60 und 61). Das Ergebnis zeigt, dass Bewegungsmangel mit den Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in der Seitbeuge *negativ* korreliert. Referenzpersonen, die aufgrund von Bewegungsmangel Rückenschmerzen beklagen haben eine geringere Bewegungsamplitude als Personen, die körperlich aktiv sind.

Tabelle 60: Korrelationen zwischen Schmerzauslösern und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach links

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum links	Brustwirbelsäule links	Lendenwirbelsäule links	Inklination links
<i>Schmerzen aufgrund: Körperlicher Anstrengung</i>	Korrelation	-,055	,150	-,082	,000
	Signifikanz (2-seitig)	,485	,055	,294	,996
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund: Bewegungs- mangel</i>	Korrelation	,183*	-,018	-,103	-,0162*
	Signifikanz (2-seitig)	,019	,817	,189	,037
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund: Psychischer Belastung</i>	Korrelation	,042	-,113	,048	-,036
	Signifikanz (2-seitig)	,589	,149	,541	,647
	N	165	165	165	165

Tabelle 61: Korrelationen zwischen Schmerzauslösern und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach rechts

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum rechts	Brustwirbelsäule rechts	Lendenwirbelsäule rechts	Inklination rechts
Schmerzen aufgrund: <i>Körperlicher Anstrengung</i>	Korrelation	,063	,093	-,130	-,043
	Signifikanz	,421	,233	,097	,586
	(2-seitig)				
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund: Bewegungs- mangel</i>	Korrelation	,015	-,161*	-,102	-,172*
	Signifikanz	,851	,039	,193	,027
	(2-seitig)				
	N	165	165	165	165
<i>Schmerzen aufgrund: Psychischer Belastung</i>	Korrelation	,016	-,146	-,088	-,148
	Signifikanz	,836	,062	,261	,059
	(2-seitig)				
	N	165	165	165	165

Ungleichmäßige Bewegungsamplitude und Rückenschmerz

Um die Zusammenhänge zwischen einer ungleichmäßigen Bewegungsamplitude zur Seite und Rückenschmerzen zu ermitteln, werden die entsprechenden Variablen über den Chi²-Test zweiseitig geprüft. Die Ergebnisse zeigen *keine* signifikanten Korrelationen (vgl. Tabelle 90 und 91 im Anhang⁴¹).

2.2.3.4 Geschlechtsspezifische Merkmale der Rückenschmerzsymptomatik

Die Teilnehmer der Studie geben in der Mehrzahl an, schon mehrere Jahre an Rückenschmerzen zu leiden. Die weiblichen Referenzpersonen sind dabei noch stärker betroffen als die Männer. Insgesamt 79,8 % der männlichen Versuchspersonen leiden bereits länger als zwei Jahre an Rückenschmerzen. Bei den Frauen ist diese Quote mit 87,7 % noch höher. Die Prüfung über den Chi²-Test ergibt allerdings keinen Zusammenhang zwischen Schmerzdauer und Geschlecht (vgl. Tab. 62).

Die Häufigkeit des Auftretens von Rückenschmerzepisoden ist allerdings hoch signifikant geschlechtsabhängig. 76,4 % der weiblichen Versuchspersonen leiden häufig bis sehr häufig unter Rückenschmerzen. Bei den männlichen Probanden sind es nur

⁴¹ Bei der Interpretation der Tabelle 90 gilt es zu bedenken, dass 33,3 % der Felder eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf haben und somit das Ergebnis lediglich als Tendenz zu interpretieren ist.

34 % (vgl. Tab. 63). Forschungsarbeiten von Altinel et al. (2008, 328ff) und Chenot et al. (2008, 578ff) zu personalen Risikofaktoren bestätigen dieses Ergebnis.

Tabelle 62: Korrelation zwischen Schmerzdauer und Geschlecht

(Kreuztabelle)

		Schmerzdauer			Gesamt
		bis 6 Monate	bis 2 Jahre	länger als 2 Jahre	
Geschlecht	männlich	8 9,5%	9 10,7%	67 79,8%	84 100,0%
	weiblich	4 4,9%	6 7,4%	71 87,7%	81 100,0%
Gesamt		12 7,3%	15 9,1%	138 83,6%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,995 ^a	2	,369
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,89.

Tabelle 63: Korrelation zwischen Schmerzhäufigkeit und Geschlecht

(Kreuztabelle)

		Schmerzhäufigkeit			Gesamt
		gelegentlich	häufig	sehr häufig	
Geschlecht	männlich	47 56,0%	27 32,1%	10 11,9%	84 100,0%
	weiblich	19 23,5%	41 50,6%	21 25,9%	81 100,0%
Gesamt		66 40,0%	68 41,2%	31 18,8%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	18,616 ^a	2	,000
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 15,22.

Geschlechtsspezifische Merkmale der sagittalen Wirbelsäulenhaltung

Da flach gestellte Segmente beweglicher und instabiler sind als hyperlordosierte, beziehungsweise hyperkyphosierte Segmente (Niemi und Seidel 2009, 11), kommt die vorliegende Untersuchung zu der Annahme, dass der bei den weiblichen Referenzpersonen festgestellte interskapuläre Flachrücken in Kombination mit einer hochgezogenen Lordosierung der Bewegungssegmente bis in den Thorakalbereich zu häufigeren Schmerzepisoden bei Frauen beiträgt. Die getrennt nach Geschlechtern durchgeführte Datenanalyse zeigt jedoch, dass die Ausprägung der sagittalen Krümmungswinkel bei den weiblichen Referenzpersonen *nicht* mit der Schmerzsymptomatik korrelieren (vgl. Tab. 92 und 93 im Anhang).

2.2.3.5 Anthropometrische Merkmale und Wirbelsäulenfunktion

Sagittale Wirbelsäulenhaltung

Um die Bedeutung von Körpergröße und Körpergewicht im Zusammenhang mit der Wirbelsäulenfunktion bei Rückenschmerzpatienten näher zu analysieren, werden zunächst die sagittalen Krümmungswinkel der Wirbelsäule zu den anthropometrischen Variablen in Beziehung gesetzt.

Die Beckenneigung steht bei Rückenschmerzpatienten in *negativer* Korrelation zur Körpergröße. Je größer die Versuchsperson ist, desto geringer ist der Neigungswinkel des Beckens. Zwischen Körpergröße und Winkelstellung der Lumbalsegmente besteht eine *positive* Beziehung, die darauf hinweist, dass große Referenzpersonen in der Regel eine flach gestellte Lendenwirbelsäule haben (vgl. Tab. 64).

Zwischen dem absoluten Körpergewicht der Testpersonen und der sagittalen Wirbelsäulenhaltung bestehen ebenfalls signifikante Zusammenhänge (vgl. Tab. 65): Die partielle Korrelationsanalyse unter Ausschluss des Faktors Größe zeigt eine *positive* Beziehung zwischen dem Gewicht der Probanden und der Winkelstellung der Thorakalsegmente sowie dem Inklinationswinkel. Bei schweren Referenzpersonen tritt vermehrt eine starke kyphotische Schwingung der Brustwirbelsäule und ein großer Inklinationswinkel auf.

Um die Zusammenhänge zwischen dem Relativgewicht (prozentuales Übergewicht) und den haltungsbestimmenden Parametern der Wirbelsäule zu überprüfen, wird eine Partialkorrelationsanalyse gerechnet, bei der die Körpergröße als Kontrollvariable

eingesetzt wird (vgl. Tab. 66): Das Ergebnis zeigt, dass das Relativgewicht der Testteilnehmer bei mittlerem Korrelationskoeffizienten in *positiver* Beziehung zum Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule und in ebenfalls *positiver* Beziehung zum Inklinationswinkel steht. Auch die Schwingung der Brustwirbelsäule und der Inklinationswinkel im Stand ist bei übergewichtigen Referenzpersonen stärker ausgeprägt als bei schlanken Probanden.

Tabelle 64: Korrelationen zwischen Körpergröße und den haltungsbestimmenden Parametern in der Sagittalebene

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Körpergröße	Relativgewicht	Korrelation	-,419***	-,029	,413***	,016
		Signifikanz	,000	,714	,000	,836
		(2-seitig)				
		N	162	162	162	162

Tabelle 65: Korrelationen zwischen Körpergewicht und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Körpergewicht	Körpergröße	Korrelation	-,068	,387***	,038	,393***
		Signifikanz	,387	,000	,629	,000
		(2-seitig)				
		N	162	162	162	162

Tabelle 66: Korrelationen zwischen Relativgewicht und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Relativgewicht	Körpergröße	Korrelation	,015	,402***	-,049	,412***
		Signifikanz (2-seitig)	,853	,000	,537	,000
		N	162	162	162	162

Sagittale Wirbelsäulenbeweglichkeit

Zur Prüfung der Frage, ob Körpergröße und -gewicht sowie das Relativgewicht mit der Wirbelsäulenbeweglichkeit im Zusammenhang stehen, und um den Einfluss des Alters ausschließen zu können, wird eine entsprechende Partialkorrelationsanalyse gerechnet (vgl. Tab. 67 und 68):

In der *Vorbeuge* liegt zwischen Körpergröße und Flexion der Lumbalsegmente eine enge *positive* Beziehung vor, die im Einklang mit der *negativen* Korrelation zwischen Körpergröße und Beckenneigung steht. Große Versuchspersonen flektieren den lumbalen Wirbelsäulenabschnitt während der Rumpfvorbeuge stärker als kleine Personen. Die *negative* Korrelation zum Sacrumwinkel repräsentiert dabei die verstärkte Beckenaufrichtung in Verbindung mit der Beugung der Lumbalsegmente. Unter der Flexionsbewegung bleibt das Becken bei großen Testpersonen stärker aufgerichtet als bei kleinen Probanden. Dies kann als eine biomechanische Teilfunktion der Schwerpunktrückverlagerung zur Standsicherung in der Rumpfvorbeuge interpretiert werden.

In der *Rückbeuge* besteht ein starker *negativer* Zusammenhang zwischen Körpergröße und Beckenkipfung. Zwischen Körpergewicht und Beckenkipfung liegt eine etwas schwächere ebenfalls *negative* Beziehung vor. Große und schwere Versuchsperson richten in der Rückbeuge das Becken stärker auf als kleine und leichte Personen. Dieser Befund bestätigt die ermittelten geschlechtsspezifischen Unterschieden, die belegen, dass die männlichen Referenzpersonen in der Extension eine stärkere Beckenaufrichtung ausführen als die Frauen.

Körpergröße und Körpergewicht korrelieren *positiv* mit der Extension der Lumbalsegmente. Große und schwere Testteilnehmer erzielen geringere Winkelwerte in der Rückbeuge als kleine und leichte Probanden. Insgesamt erhöht sich mit zunehmender Körpergröße und Körpergewicht die Tendenz, die in der Rückbeuge verstärkte Aufrichtung des Beckens durch eine Abflachung der lordotischen Lendenwirbelsäulenschwungung zu kompensieren. Das Relativgewicht steht in *keinem* signifikanten Zusammenhang zur Wirbelsäulenextension.

Tabelle 67: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Merkmalen und der Wirbelsäulenflexion
(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Brustwirbelsäule Flexion	Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination Flexion
Körpergröße	Alter	Korrelation	-,184*	-,038	,324***	,011
		Signifikanz (2-seitig)	,019	,631	,000	,894
		N	161	161	161	161
Körpergewicht		Korrelation	-,152	-,039	,099	-,082
		Signifikanz (2-seitig)	,053	,618	,210	,297
		N	161	161	161	161
Relativgewicht		Korrelation	-,022	,040	-,141	-,082
		Signifikanz (2-seitig)	,776	,616	,072	,299
		N	161	161	161	161

Tabelle 68: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Wirbelsäulenextension
(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontroll- variablen		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lendenwirbel- säule Extension	Inklination Extension
Körpergröße	Alter	Korrelation	-,476***	,423***	-,114
		Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,145
		N	162	162	162
Körpergewicht		Korrelation	-,259***	,201*	,031
		Signifikanz (2-seitig)	,001	,010	,698
		N	162	162	162
Relativ- gewicht		Korrelation	,059	-,099	,142
		Signifikanz (2-seitig)	,456	,208	,069
		N	162	162	162

Frontale Wirbelsäulenhaltung

Die Ergebnisse in Tabelle 69 bis 71 zeigen die Beziehungen zwischen der Wirbelsäulenhaltung in der Frontalebene und den anthropometrischen Merkmalen. Es zeigen sich *negative* Beziehung zwischen Körpergröße und Winkelstellung des Sacrums sowie ein *positiver* Zusammenhang zwischen Körpergröße und Inklinationwinkel. Bei großen Personen kommt es häufiger zu einer Seitneigung des Beckens nach links bei gleichzeitiger Neigung der Wirbelsäule zu gleichen Seite als bei kleinen Referenzpersonen. Zwischen Körpergewicht beziehungsweise Relativgewicht und Inklinationwinkel besteht ein *positiver* Zusammenhang, der darauf hindeutet, dass bei schweren oder übergewichtigen Probanden häufiger eine Seitneigung der Wirbelsäule in aufrechter Haltung auftritt, als bei leichten oder normalgewichtigen Testteilnehmern.

Tabelle 69: Korrelationen zwischen Körpergröße und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Körpergröße	Relativgewicht	Korrelation	-,203**	-,139	-,024	,276***
		Signifikanz	,009	,076	,759	,000
		(2-seitig)				
		N	162	162	162	162

Tabelle 70: Korrelationen zwischen Körpergewicht und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Körpergewicht	Körpergröße	Korrelation	-,141	-,026	,085	,356***
		Signifikanz	,072	,741	,280	,000
		(2-seitig)				
		N	162	162	162	162

Tabelle 71: Korrelationen zwischen Relativgewicht und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Relativgewicht	Körpergröße	Korrelation	-,126	-,018	,089	,344***
		Signifikanz	,109	,817	,256	,000
		(2-seitig)				
		N	162	162	162	162

Frontale Wirbelsäulenbeweglichkeit

Die Beziehungen zwischen der Wirbelsäulenbeweglichkeit in der Frontalebene und den anthropometrischen Personenmerkmalen werden bei Nullsetzung des Faktors Alter partialkorrelationsanalytisch überprüft (vgl. Tab. 72 und 73): Alle Korrelationen werden auf dem 5%-Niveau signifikant und haben einen maximalen Korrelationskoeffizienten von $r=-,307$. Insbesondere das Körpergewicht korreliert mit der Wirbelsäulenmobilität in der Frontalebene. Interessanterweise sind schwere Referenzpersonen beweglicher als leichte Probanden.

Tabelle 72: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Beweglichkeit der Wirbelsäule nach links

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum links	Winkelstellung Brustwirbelsäule links	Winkelstellung Lendenwirbelsäule links	Inklination links
Körpergröße	Alter	Korrelation	-,186*	-,070	,034	,123
		Signifikanz (2-seitig)	,017	,371	,666	,116
		N	162	162	162	162
Körpergewicht		Korrelation	-,307***	-,004	,197*	,285***
		Signifikanz (2-seitig)	,000	,955	,041	,000
		N	162	162	162	162
Relativgewicht		Korrelation	-,213**	,025	,209**	,229**
		Signifikanz (2-seitig)	,006	,750	,007	,003
		N	162	162	162	162

Tabelle 73: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Beweglichkeit der Wirbelsäule nach rechts

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum rechts	Winkelstellung Brustwirbelsäule rechts	Winkelstellung Lendenwirbelsäule rechts	Inklination rechts
Körpergröße	Alter	Korrelation	-,094	-,048	-,058	-,054
		Signifikanz (2-seitig)	,229	,538	,460	,492
		N	162	162	162	162
Körpergewicht		Korrelation	,073	,216**	-,080	,071
		Signifikanz (2-seitig)	,354	,006	,308	,364
		N	162	162	162	162
Relativgewicht		Korrelation	,146	,299***	-,062	,104
		Signifikanz (2-seitig)	,063	,000	,428	,186
		N	162	162	162	162

2.2.3.6 Anthropometrische Merkmale und Rückenschmerz

Um zu überprüfen, ob übergewichtige Referenzpersonen stärker von Rückenschmerzen betroffen sind als normalgewichtige Probanden und in welcher Beziehung Körpergröße und absolutes Körpergewicht zu den erhobenen Schmerzvariablen stehen, wird die Korrelationsanalyse nach Spearman gerechnet. Das Ergebnis in Tabelle 74 zeigt, dass das Relativgewicht der Testpersonen *nicht* mit ihren Rückenschmerzen korreliert. Körpergröße und Körpergewicht aber in einem *negativen* Zusammenhang mit der Schmerzhäufigkeit stehen. Kleine und leichte Versuchspersonen leiden diesbezüglich häufiger unter Rückenschmerzen als große und schwere Menschen.

Zur Prüfung der Frage, ob die anthropometrischen Merkmale mit den Schmerzauslösern in Beziehung stehen, lassen sich *negative* Zusammenhänge zwischen den geprüften Variablen und Bewegungsmangel identifizieren (vgl. Tab. 75). Kleine und leichte Testpersonen geben diesbezüglich häufiger Bewegungsmangel als auslösenden Faktor an als große und schwere Probanden.

Tabelle 74: Korrelationen zwischen Schmerzvariablen und anthropometrischen Merkmalen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Körpergröße	Körpergewicht	Relativgewicht
Schmerzdauer	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	-,109 ,240 165	-,076 ,331 165	,001 ,987 165
Schmerzhäufigkeit	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	-,276*** ,000 165	-,197* ,011 165	-,032 ,683 165
Schmerz- lokalisation	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	-,125 ,111 165	-,065 ,404 165	-,021 ,788 165

Tabelle 75: Korrelationen zwischen Schmerzauslösern und anthropometrischen Merkmalen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Körpergröße	Körpergewicht	Relativgewicht
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Körperlicher Anstrengung	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	,026 ,738 165	,098 ,209 165	,055 ,482 165
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Bewegungsmangel	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	-,159* ,041 165	-,263*** ,001 165	-,185* ,017 165
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Psychischer Belastung	Korrelation Signifikanz (2-seitig) N	-,110 ,160 165	-,131 ,092 165	-,075 ,341 165

2.2.3.7 Berufsalltag und Wirbelsäulenfunktion

Sagittale Wirbelsäulenfunktion (Haltung und Beweglichkeit)

Sowohl für die sagittalen Krümmungswinkel der Wirbelsäule in aufrechter Haltung als auch für die Krümmungswinkel in Vor- und Rückbeuge werden Korrelationen zum Berufsalltag der Testteilnehmer berechnet. Um zu überprüfen, welchen Einfluss das Geschlecht auf die Zusammenhänge zwischen physischer Arbeitsbelastung und sagittaler Wirbelsäulenfunktion hat, werden die Korrelationsanalysen getrennt für die Geschlechter durchgeführt. Bei der geschlechtsspezifischen Auswertung zeigt sich, dass die Ausprägung der Krümmungswinkel in habitueller Haltung und in der Vor- und Rückbeuge *nicht* auf die physische Beanspruchung der Testpersonen zurückzuführen ist, sondern eher als geschlechtsspezifische Merkmale zu interpretieren sind (vgl. Tab. 94 bis 96 im Anhang).

Segmentwinkel

Der eigenen Annahme folgend, dass zwischen den hypermobilen Bereichen (größer als 7 Grad) der Wirbelsäule und dem Berufsalltag der Testteilnehmer signifikante Zusammenhänge bestehen, werden bivariate Korrelationen gerechnet. Die Ergebnisse lassen deutlich werden, dass zwischen der körperlichen Belastung im Beruf und dem Auftreten von hypermobilen Bereichen im Wirbelsäulenverlauf *keine* statistisch nachzuweisenden Beziehungen bestehen (vgl. Tab. 97 im Anhang).

2.2.3.8 Berufsalltag und Rückenschmerz

In wissenschaftlichen Untersuchungen wird angenommen, dass sowohl Bewegungsmangel während langanhaltendem Sitzen als auch eine körperlich schwere Tätigkeit als Risikofaktoren für Rückenschmerzen gelten (Schiltenswolf 2006, 78; Lengsfeld et al. 2000, 111).

Die eigene Studie kommt zu dem Ergebnis, dass Personen mit sitzender Tätigkeit ebenso häufig und dauerhaft unter Rückenbeschwerden leiden wie Personen, die einer schweren körperlichen Arbeit nachgehen (vgl. Tab. 76). Die *negative* Beziehung zwischen Berufsalltag und Schmerzlokalisierung zeigt, dass Testpersonen mit vorwiegend sitzender Tätigkeit in der Regel Schmerzen in der Lendenwirbelsäule angeben. Dem Gesamtergebnis zufolge steht physische Beanspruchung im Ar-

beitsalltag in keinem Zusammenhang mit der Rückenschmerz Erkrankung der Probanden.

Tabelle 76: Korrelationen zwischen Berufsalltag und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzdauer	Schmerzhäufigkeit	Schmerzlokalisierung
Berufsalltag	Korrelation	,011	-,106	-,179*
	Signifikanz	,891	,176	,021
	N	165	165	165

Durch die Ergebnisse in Tabelle 77 können Zusammenhänge zwischen der individuellen Arbeitsbelastung und den Schmerzauslösern statistisch abgesichert werden. Zwischen Berufsalltag und körperlicher Anstrengung als schmerzauslösendem Faktor besteht ein *positiver* Zusammenhang. Hingegen korreliert der Berufsalltag *negativ* mit Bewegungsmangel und psychischer Belastung. Referenzpersonen, die körperlich hart arbeiten, bewerten in der Regel ihre körperliche Anstrengung als Schmerzauslöser. Im Vergleich dazu nehmen Probanden mit vorwiegend sitzender Tätigkeit Bewegungsmangel und psychische Belastung als Auslöser für das Auftreten einer Rückenschmerzepisode wahr.

Tabelle 77: Korrelation zwischen Berufsalltag und Schmerzauslösern

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzen aufgrund: Körperlicher Anstrengung	Schmerzen aufgrund: Bewegungsmangel	Schmerzen aufgrund: Psychischer Belastung
Berufsalltag	Korrelation	,317***	-,374***	-,310***
	Signifikanz	,000	,000	,000
	N	165	165	165

2.2.3.9 Bewegungsaktivität und Wirbelsäulenfunktion

Sagittale Wirbelsäulenfunktion (Haltung und Beweglichkeit)

Um den Einfluss der anthropometrischen Faktoren bei der Berechnung der Zusammenhänge zwischen Bewegungsaktivität und Wirbelsäulenfunktion auszuschließen, werden Alter, Körpergröße und Körpergewicht als Kontrollvariablen eingesetzt. Das

Ergebnis zeigt, dass zwischen körperlicher Aktivität und den morphologischen Gegebenheiten der Wirbelsäule und zwischen körperlicher Aktivität und Wirbelsäulenflexion *keine* signifikanten Zusammenhänge vorliegen. Das Maß der Bewegungsaktivität korreliert jedoch *negativ* mit der Wirbelsäulenextension. Körperliche aktive Probanden können die spinalen Segmente weiter extendieren als bewegungsarme Testteilnehmer (vgl. Tab. 98 bis 100 im Anhang).

Segmentwinkel

Um zu überprüfen, ob bei bewegungsarmen Testpersonen häufiger auffällige Segmentwinkel auftreten als bei körperlich aktiven Probanden, wird eine Korrelationsanalyse nach Spearman gerechnet. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 78. Erstaunlicherweise hat die körperliche Aktivität wenig Einfluss auf die Ausprägung der Segmentwinkel. Bei körperlich aktiven Testpersonen (mehr als dreimal wöchentlich) treten in der Rückbeuge sogar häufiger hypermobile Bereiche zwischen den einzelnen Wirbelkörpern auf als bei bewegungsarmen Probanden. In aufrechter Haltung und in der Vorbeuge liegen keine Korrelationen vor.

Tabelle 78: Korrelationen zwischen der Anzahl hypermobiler Bereiche und körperlicher Aktivität

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Hypermobile Bereiche in aufrechter Haltung	Hypermobile Bereiche in der Vorbeuge	Hypermobile Bereiche in der Rückbeuge
Körperliche Aktivität	Korrelation	,061	,103	,169*
	Signifikanz (2-seitig)	,439	,189	,030
	N	165	165	165

Frontale Wirbelsäulenfunktion (Haltung und Beweglichkeit)

Um die Zusammenhänge zwischen der wöchentlichen Bewegungsaktivität und der Wirbelsäulenfunktion in der Frontalebene zu analysieren, wird ebenfalls eine partialkorrelationsanalytische Berechnung unter Ausschluss der anthropometrischen Faktoren durchgeführt. Auch zwischen diesen Variablen können *keine* signifikanten Beziehungen festgestellt werden (vgl. Tab. 101 bis 103 im Anhang).

2.2.3.10 Bewegungsaktivität und Rückenschmerz

Der beschreibende Teil dieser Arbeit hat deutlich gemacht, dass ein Großteil der befragten Personen weniger als dreimal wöchentlich körperlich aktiv ist. Im Folgenden wird geprüft, ob das in der Befragung angegebene Ausmaß an wöchentlicher Bewegungsaktivität und die Intensität der körperlichen Aktivität mit den Rückenschmerzen der Testpersonen korreliert. Entgegen der eigenen Hypothese, dass Bewegung und Rückenschmerzen in Zusammenhang stehen, zeigt das Ergebnis, dass zwischen Bewegungsaktivität und Schmerzproblematik *keine* statistisch abzusichernde Korrelation vorliegt (vgl. Tab. 104 und 105 im Anhang).

In wie weit die körperliche Aktivität mit den subjektiven Schmerzauslösern in Beziehung steht, zeigt das Ergebnis der Tabelle 79: Es besteht eine *negative* Korrelation zwischen Bewegung in der Freizeit und körperlicher Anstrengung als auslösenden Faktor. Probanden, die bei körperlicher Belastung unter Rückenschmerzen leiden, sind in ihrer Freizeit körperlicher seltener aktiv als Testpersonen, die Bewegungsmangel als schmerzverstärkend empfinden.

Tabelle 79: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Schmerzauslösern

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzen aufgrund: Körperlicher Anstrengung	Schmerzen aufgrund: Bewegungsmangel	Schmerzen aufgrund: Psychischer Belastung
Bewegungsaktivität	Korrelation	-,305***	,129	,098
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,098	,213
	N	165	165	165

Berufsalltag und Bewegungsaktivität

Die Beziehungen zwischen dem Berufsalltag der Referenzpersonen und der Wirkung von Bewegungsaktivität auf die Schmerzsymptomatik zeigen (vgl. Tab. 80), dass bei hoher physischer Arbeitsbelastung Probanden häufiger körperliches Ausruhen als Maßnahme zur Kontrolle ihrer Rückenschmerzen angeben. Testpersonen, die eine sitzende Tätigkeit ausüben, empfinden dagegen Bewegung als schmerzlindernd.

Tabelle 80: Korrelationen zwischen Berufsalltag und der Wirkung von Bewegungsaktivität
(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Wirkung von Bewegungsaktivität auf Rückenschmerzen	Wirkung von körperlichem Ausruhen auf Rückenschmerzen
Berufsalltag	Korrelation	-,172*	,216**
	Signifikanz	,039	,009
	N	145	145

2.2.3.11 Zusammenfassung

Funktionelle Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Sagittalebene

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Korrelationen zwischen den haltungs- und bewegungsbestimmenden Parametern der Wirbelsäule bei Rückenschmerzpatienten entsprechen den in der Literatur beschriebenen Funktionszusammenhängen zwischen den einzelnen Wirbelsäulenabschnitten bei beschwerdefreien Personen.

Die erhobenen Messdaten zeigen, dass der Sacrumwinkel in enger Beziehung zur Lordosierung der Lendenwirbelsäule steht. Für die Stichprobe kann in Übereinstimmung mit Befunden anderer Studien (vgl. Albrecht 2003, 26ff; vgl. Klee 1998, 205) eine *positive* Korrelation zwischen einer verstärkten lumbalen Schwingung und einer ausgeprägten Kyphosierung der Brustwirbelsäule für Rückenschmerzpatienten nachgewiesen werden. Der zunächst ermittelte Zusammenhang zwischen der Ausprägung des Sacrumwinkels und der Stellung der Thorakalsegmente erweist sich nach Ausschluss der anthropometrischen Faktoren hingegen als Scheinkorrelation.

Die getrennt nach den Geschlechtern durchgeführte Datenanalyse zeigt, dass bei den Frauen im Vergleich zu den männlichen Probanden eine signifikant stärkere Beckenkipfung und Lordosierung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts in Verbindung mit flach gestellten Thorakalsegmenten vorliegt. Dieser Befund bestätigt das Auftreten eines intraskapulären Flachrückens bei Frauen. Damit wird das bereits in der deskriptiven Datenauswertung beschriebene Merkmal einer Lordosierung der unteren Thorakalsegmente bestätigt.

Die Wirbelsäule der weiblichen Testpersonen ist in der Sagittalebene insgesamt beweglicher als die der Männer. Dabei steht bei den weiblichen Probanden die Bewegungsamplitude der Flexion in maßgeblicher Beziehung zu der Beweglichkeit in den

Hüftgelenken. Die Männer hingegen können die Lumbalsegmente in der Vorbeuge signifikant stärker flektieren als die Frauen.

Die eigenen Messergebnisse zur Extensionsfähigkeit der Wirbelsäule bestätigen die Befunde von Sullivan et al. (1994, 682ff) für beschwerdefreie Personen. Die weiblichen Rückenschmerzpatienten sind in der Rückbeuge in den Lumbalsegmenten deutlich beweglicher als die männlichen Testpersonen. Die Männer richten das Becken stärker auf, um die geringere Rückbeugefähigkeit in der Lendenwirbelsäule zu kompensieren.

Die partialkorrelationsanalytische Prüfung zeigt unter Kontrolle der anthropometrischen Faktoren (Alter, Körpergröße und Körpergewicht), dass zwischen der sagittalen Beckenkipfung und lumbalen Lordosierung eine signifikante Korrelation zur frontalen Neigung des Sacrums vorliegt.

Funktionelle Beziehungen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Frontalebene

Für die Form und Funktion der Wirbelsäulenhaltung der untersuchten Rückenschmerzpatienten in der Frontalebene hat die Stellung des Beckens eine grundlegende Bedeutung. Im aufrechten Stand liegt eine statistisch abgesicherte Korrelation zwischen der Neigung des Sacrums und der Neigung der gesamten Wirbelsäule (Inklinationswinkel) zur selben Seite sowie zur Neigung der Lumbalsegmente zur kontralateralen Seite vor. Die seitlichen Krümmungswinkel von Brust- und Lendenwirbelsäule stehen erwartungsgemäß in einer *negativen* Beziehung. Bei Testpersonen mit einer Seitneigung eines Wirbelsäulenabschnitts tritt signifikant häufig eine kompensatorische Gegenschwingung des benachbarten cranialen und caudalen Teils der Wirbelsäule auf.

Die seitliche Inklination der Wirbelsäule in aufrechter Haltung (als Maß für die Geradlinigkeit der Wirbelsäule) unterscheidet sich zwischen Männern und Frauen hoch signifikant. Bei den weiblichen Probanden ist die Seitneigung der gesamten Wirbelsäule insgesamt geringer als bei den männlichen Testpersonen. Und das, obwohl Frauen häufiger unter Rückenschmerzen leiden als Männer. Dieser Befund lässt vermuten, dass die Ausprägung des Inklinationswinkels nicht Ausdruck einer geraden Winkelstellung in den verschiedenen Segmenten der Wirbelsäule sein muss.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Frontalebene ist bei Rückenschmerzpatienten in erster Linie altersabhängig. Dies ergibt die Analyse der Beziehung zwischen Wirbelsäulenmobilität und Lebensalter und bestätigt damit die Untersuchungen von Kapandji (1985, 38/108) an beschwerdefreien Menschen.

Der Vergleich der Geschlechter zeigt, dass die männlichen Probanden bei der Lateralflexion nach links signifikant beweglicher sind als die Frauen. Bei der Lateralflexion nach rechts werden keine Unterschiede gefunden.

Wirbelsäulenhaltung und Rückenschmerz

Zwischen den sagittalen Winkelstellungen der verschiedenen Segmente der Wirbelsäule und den Schmerzvariablen (Schmerzdauer, Schmerzhäufigkeit und Schmerzlokalisation) können keine korrelativen Beziehungen nachgewiesen werden. Auch der durch die eigenen Befunde vermutete Zusammenhang zwischen einem niedrigen Inklinationswinkel beziehungsweise einer Reklination im Stand und Rückenbeschwerden kann durch die Messergebnisse nicht bestätigt werden.

Gleiches gilt für die von einer Reihe von Autoren geäußerte Annahme (vgl. Klee 1998, 197; Frymoyer et al. 1983, 213ff), dass ein vorgekipptes Becken und die daraus folgende Hyperlordosierung des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts mit Schmerzen im Rücken zusammenhängen. Das Argument, dass eine starke Neigung des Beckens mit unspezifischen Rückenbeschwerden korreliert, kann dadurch entkräftet werden, dass bei den Testpersonen zwischen der maximalen Beckenkipfung in aufrechter Haltung und der Schmerzproblematik nach zweiseitiger Prüfung keine signifikante Beziehung besteht.

In der Sagittalebene sind bei einer größeren Anzahl von Probanden auffällige Winkelsprünge (größer als 7 Grad) zwischen den Wirbelkörpern sowie segmentale Fehlausrichtungen zu beobachten. Die eigene Hypothese, dass das enge Nebeneinander von unter- und überbeweglichen Wirbelsäulenabschnitten sowie hypermobile Bereiche im Wirbelsäulenverlauf mit Rückenschmerzen korrelieren, kann statistisch nicht abgesichert und damit nicht bestätigt werden.

Die Überprüfung der Beziehungen zwischen der Wirbelsäulenhaltung und den subjektiven Schmerzauslösern zeigt, dass insbesondere bei Personen mit starkem Neigungswinkel des Beckens und verstärkter lumbaler Lordosierung Bewegungsmangel

als auslösender Faktor in Frage kommt. Dagegen scheint bei Testpersonen mit einer zur kyphotischen Fehlstellung tendierenden Brustwirbelsäule die körperliche Anstrengung der Auslöser für das Beschwerdebild zu sein. In der Frontalebene liegen zwischen der Haltung der spinalen Segmente und den Schmerzauslösern keine bedeutsamen Zusammenhänge vor.

Die partielle Korrelationsanalyse zeigt zwischen Schmerzdauer und seitlicher Neigung des Kreuzbeins sowie der seitlichen Winkelstellung der Lumbalsegmente einen *positiven* Zusammenhang. Dasselbe gilt auch für Schmerzhäufigkeit und Sacrumneigung. Mit zunehmender Schmerzdauer und Schmerzhäufigkeit tritt eine Seitneigung von Kreuzbein und Lumbalsegmenten auf. Dieser Befund kann aber auch darauf hindeuten, dass es bei Neigung des Sacrums und der Lendenwirbelsäule signifikant häufig zu Rückenschmerzen kommt.

Wirbelsäulenbeweglichkeit und Rückenschmerz

Untersuchungen von Denner (1998, 8.46) haben nachgewiesen, dass die Mobilität der Wirbelsäule bei chronischen Rückenschmerzpatienten im Vergleich zu beschwerdefreien Personen umfassende Defizite aufweist. Forschungsarbeiten von Burton (1989, 584ff), Holmes et al. (1992, 327ff) und Salminen et al. (1992, 405ff) unterstützen diese Erkenntnis. Für Steffen und Krämer (1992, 1362) stellt eine eingeschränkte Rumpfbeweglichkeit einen Risikofaktor für das Auftreten von Rückenschmerzen dar. Nach Hamilton (1997, 17) hingegen korreliert der Bewegungsumfang kaum mit der Präsenz von Rückenschmerzen.

Die vorliegende Untersuchung stellt *keine* Beeinträchtigung der Gesamtmobilität des Rumpfes in Sagittal- und Frontalebene durch Rückenschmerzen fest. Der Vergleich der eigenen Messdaten mit den Referenzwerten beschwerdefreier Personen (vgl. Idiag 2010) zeigt für die Sagittalebene sogar, dass die Mehrzahl der Testpersonen normalbeweglich ist (vgl. Abb. 34 bis 45 im Anhang). Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es zu bedenken, dass die sagittale Wirbelsäulenbeweglichkeit – mangels präziser Stabilisation des Beckens – eine kombinierte Bewegung von Spinalsegmenten und Hüftgelenken ist. An diesem Punkt kann kritisch angemerkt werden, dass deshalb für die Gesamtmobilität in der Sagittalebene zu hohe Werte ermittelt werden. Die vorliegende Arbeit geht jedoch davon aus, dass sich Wirbelsäule und Becken-Hüftgelenkbereich als anatomisch benachbarte Regionen wechselseitig be-

einflussen und funktionell untrennbar an der Vor- und Rückbeugebewegung beteiligt sind.

Auch die ermittelten sagittalen und frontalen Maximalwerte der Inklination als Maß für die Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule korrelieren unter Ausschluss der anthropometrischen Faktoren *nicht* mit der Schmerzsymptomatik. Die Vermutung, dass die bei circa 40 % der Probanden ungleiche Bewegungsamplitude zur Seite für Personen mit Rückenschmerzen typisch ist, lässt sich über die zweiseitige Kontrolle mittels Chi²-Test nicht absichern.

Denner (1997, 8.44) stellte bei Untersuchungen an rückerkrankten Personen fest, dass Frauen im Vergleich zu Männern über eine geringfügig größere sagittale Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule verfügen. Die eigenen Messdaten zeigen, dass es bei den untersuchten weiblichen Rückenschmerzpatienten in der Flexion zu einer erheblichen Einschränkung des lumbalen Bewegungsumfangs im Gegensatz zu den männlichen Probanden kommt. Die Frauen können die mangelnde Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule jedoch über eine Hypermobilität in den Hüftgelenken kompensieren.

Um der Komplexität der Wirbelsäule gerecht zu werden, prüft die vorliegende Studie neben der Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule auch das Bewegungsverhalten auf segmentaler Ebene. Intersegmentale Fehlbewegungen können Schmerzen über Kompression oder Dehnung empfindlicher Strukturen wie Bänder, Nerven oder Gelenkkapseln verursachen (Hamilton 1997, 17). Das Hauptaugenmerk liegt auf der Winkelausrichtung der Wirbelkörper während der Bewegung. Interessant ist vor allem die Wirbelsäulenkrümmung in der Flexion. Obwohl fast alle Probanden nach Analyse der Gesamtmobilität in der Vorbeuge normalbeweglich sind, kann über der Hälfte der Testteilnehmer die in aufrechter Haltung lordotische Ausrichtung der Lumbalsegmente in der Bewegung nach vorne *nicht* auflösen. Dadurch wird eine gleichmäßige auf alle Segmente verteilte Beugebewegung verhindert. Bei den weiblichen Probanden liegt diese Quote sogar bei über 80 %. Dieser Befund lässt einen Zusammenhang zwischen der defizitären Beweglichkeit im Lumbalbereich und den beklagten Rückenschmerzen bei den weiblichen Probanden vermuten. Die Prüfung über den Chi-Test zeigt aber *nicht* wie erwartet eine Korrelation zwischen Schmerzproblematik und dem in der Vorbeuge unharmonischen Bewegungsverlauf der Spinalsegmente. Das deutet darauf hin, dass solche Fehlbewegungen nicht unbedingt zu einer Erregung

der entsprechenden Nozizeptoren führen müssen. Diese Annahme ist allerdings angesichts der ungewöhnlich hohen Anzahl von Probanden mit entsprechenden segmentalen Auffälligkeiten vorsichtig zu interpretieren.

Geschlechtsspezifische Unterschiede der Rückenschmerzsymptomatik

Der Vergleich der Geschlechter zeigt, dass die weiblichen Probanden insgesamt stärker von der Schmerzproblematik betroffen sind als die Männer. Befunde anderer Autoren können somit bestätigt werden (vgl. Altinel et al. 2008, 328ff; vgl. Chenot et al. 2008, 578ff; vgl. Schifferdecker-Hoch 2003, 640). Die bei den Frauen häufigeren Schmerzepisoden korrelieren aber *nicht* mit den Ausprägungen der Krümmungswinkel in Haltung und Bewegung.

Anthropometrische Merkmale und Wirbelsäulenfunktion

Die Auswertung aller Datensätze zeigt bei Rückenschmerzpatienten zwischen den anthropometrischen Merkmalen und der Wirbelsäulenhaltung in der Sagittalebene folgende Zusammenhänge: Insbesondere die Körpergröße der Probanden korreliert unter Kontrolle des Faktors Gewicht mit dem Neigungswinkel des Beckens und der Winkelstellung der Lumbalsegmente. Bei großen Versuchspersonen ist das Becken aufgerichteter und die Lendenwirbelsäule flacher als bei kleinen Personen. Dieses Untersuchungsergebnis entspricht den Befunden bei beschwerdefreien Personen (vgl. Klee 1998, 203).

Dagegen stellt sich die in der einfachen Korrelationsanalyse nach Spearman zunächst festgestellte signifikante Beziehung zwischen Körpergewicht und Beckenkipfung bei Ausschluss der Körpergröße als Scheinkorrelation heraus.

Auch die in der einfachen Korrelationsanalyse zunächst festgestellten signifikanten Beziehungen zwischen dem Gewicht und dem Inklinationswinkel in aufrechter Haltung sowie zwischen dem Gewicht und dem Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule erweisen sich nach partialkorrelationsanalytischem Ausschluss des Faktors Größe als Scheinkorrelation.

Nach Klee (1998, 204) ist bei beschwerdefreien Personen die Kyphosierung der Thorakalsegmente signifikant altersabhängig. Diese Annahme kann über die partielle

Korrelationsanalyse unter Kontrolle des Faktors Gewicht auch für Personen mit Rückenschmerzen bestätigt werden.

Die Überprüfung der Beziehungen zwischen der Beugefähigkeit der Wirbelsäule und den anthropometrischen Merkmalen der Testteilnehmer zeigt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Körpergröße und der Mobilität der Lumbalsegmente. Die Überprüfung der Extension ergibt, dass große und schwere Versuchsperson in der Rückbeuge eine stärkere Beckenaufrichtung ausführen als kleine und leichte Probanden. Das Gewicht steht wiederum in keiner korrelativen Beziehung zum Ausmaß der Rückbeugebewegung.

Anthropometrische Merkmale und Rückenschmerz

Übergewicht wird inzwischen als eigenständige Krankheit angesehen und begünstigt auch Erkrankungen des Bewegungsapparats (Schlicht und Brand 2007, 148). Die Autoren (2007, 147) attestieren circa 60 % der erwachsenen deutschen Bevölkerung ein Körpergewicht, das ernsthafte gesundheitliche Risiken birgt. Um die Rolle der anthropometrischen Faktoren und insbesondere des Körpergewichts auf die Wirbelsäulenfunktion bei Rückenschmerzpatienten zu untersuchen, werden in der vorliegenden Studie Körpergröße und Körpergewicht zu den haltungs- und bewegungsbestimmenden Parametern der Wirbelsäule in Beziehung gesetzt. Für Rückenschmerzpatienten sind vor allem die Körperbaumerkmale interessant, die sich beispielsweise durch körperliche Aktivität oder Ernährung beeinflussen lassen. In der vorliegenden Untersuchung wird aus Körpergröße und absolutem Körpergewicht das Relativgewicht nach Möhr (1987, 14) berechnet. Es steht für die Abweichung des aktuellen Körpergewichts vom Optimalgewicht. Für die untersuchten männlichen Rückenschmerzpatienten wird ein mittleres Übergewicht von 16 % und für die weiblichen Testpersonen von 11 % ermittelt.

Als wesentliches Ergebnis der vergleichenden Prüfverfahren ist festzuhalten, dass vor allem die Körpergröße als nicht zu beeinflussendes Körpermerkmal mit der Wirbelsäulenfunktion signifikant korreliert. Die Auswertung der Messdaten ergibt zwischen einem hohen Körpergewicht und der Schmerzproblematik hingegen keinen nennenswerten Zusammenhang. Dieser Befund ist insofern überraschend, als dass im Vergleich zu anderen Autoren (Schlicht und Brand 2007, 147; Schifferdecker-Hoch 2005, 151) keine Hinweise gefunden werden, dass Übergewicht mit den Be-

schwerden zusammenhängt. Hier muss darauf hingewiesen werden, dass die Testteilnehmer im Mittel ein moderates Übergewicht hatten und nicht an pathologischer Adipositas litten.

Statistisch konnte jedoch abgesichert werden, dass bei kleinen und leichten Testpersonen signifikant häufiger Rückenschmerzepisoden auftreten als bei großen und schweren Probanden. Außerdem zeigt die vorliegende Untersuchung, dass kleine und leichte Personen mit einem starken Neigungswinkel des Beckens Bewegungsmangel als schmerzverstärkend empfinden.

Bewegungsaktivität und Wirbelsäulenfunktion

Durch die Partialkorrelationsanalyse kann nach Isolation der anthropometrischen Merkmale kein signifikanter Zusammenhang zwischen Bewegungsaktivität und Wirbelsäulenfunktion ermittelt werden. Bei körperlich aktiven und bewegungsarmen Probanden liegen ähnliche Krümmungswinkel in Haltung und Bewegung vor. Die eigene Annahme, dass sich in der habituellen sagittalen Körperhaltung starke Krümmungswinkel, insbesondere aber der Neigungswinkel des Beckens, durch Bewegung verändern, kann nicht bestätigt werden.

Bewegungsaktivität und Rückenschmerz

Körperliche Aktivität gilt als Schutzfaktor vor chronischen Rückenschmerzen, auch wenn noch unklar ist, worin genau die positive Wirkung der Bewegung besteht (Kempf 2010, 10). Untersuchungen von Köstermeyer et al. (2005, 45) zeigen, dass eine gute körperliche Konstitution als protektiv hinsichtlich Häufigkeit und Stärke von Rückenbeschwerden einzustufen ist. Der zeitliche Umfang einer körperlichen Aktivität hat nach Ansicht der Autoren (2005, 45) jedoch keinen Einfluss auf die Häufigkeit der Schmerzepisoden. Eine größere Anzahl von Tagen mit intensiver Bewegungsaktivität erhöhe sogar das Risiko für stärkere Schmerzen im Lumbalbereich (ebd. 2005, 48). Eine aktuelle Übersichtsarbeit von Bigos et al. (2009, 147ff) sieht eine gute Evidenz, dass regelmäßige Bewegung (Muskelkraft, Kraftausdauer und Flexibilität) Rückenschmerzen vorbeugen kann, wenn die Aktivität ausreichend umfangreich ist.

Die deskriptive Datenauswertung der vorliegenden Arbeit hat gezeigt, dass die Teilnehmer körperlich wenig aktiv sind. Nur etwa ein Drittel erreicht das nach Mensink

(2003, 10) als gesundheitlich wirksam eingestufte Mindestmaß von dreimal wöchentlich mindestens 30 Minuten Bewegung. Interessanterweise zeigt sich aber *kein* Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität der Testpersonen und der Wirbelsäulenfunktion. Dies betrifft sowohl die habituelle Körperhaltung als auch die Beweglichkeit der spinalen Segmente in Sagittal- und Frontalebene.

Die Partialkorrelationsanalyse zeigt nach Ausschluss der anthropometrischen Merkmale zeigt, dass zwischen Bewegungsaktivität und Schmerzsymptomatik *keine* statistisch nachzuweisende Beziehung besteht. Körperlich aktive und passive Testteilnehmer geben gleichermaßen Schmerzen an. Ebenso besteht bei den körperlich aktiven Rückenschmerzpatienten *kein* Zusammenhang zwischen der Intensität der Bewegung und der Schmerzproblematik.

Die partialkorrelationsanalytische Kontrolle weist außerdem auf eine *negative* Korrelation zwischen der Bewegungsaktivität in der Freizeit und körperlicher Belastung als Schmerzauslöser hin. Testpersonen, die bei körperlicher Anstrengung unter Rückenschmerzen leiden, sind selten körperlich aktiv.

3 Fazit und Ausblick

Eine Reihe von Studien der letzten Jahre aus den Bereichen der Medizin und der Sportwissenschaft zur Thematik des unspezifischen chronischen Rückenschmerzes kommen zu dem Ergebnis, dass das tradierte Krankheitsverständnis als überholt anzusehen ist. Neben den somatischen Erklärungsmodellen haben sich psychische und soziale Erklärungsansätze etabliert. Trotzdem gibt es bis heute keine allgemeingültigen Erklärungen für das Zustandekommen, das Fortbestehen bis hin zur Chronifizierung von Rückenbeschwerden. Im Rahmen dieses bis heute lediglich in Ansätzen geklärten komplexen Phänomens beschäftigt sich die vorliegende Studie mit der Wirbelsäulenfunktion als biologischer, den Rückenschmerz beeinflussender Komponente.

Seit einigen Jahren ist es mit der MediMouse®-Methode möglich, genaue Bestimmungen der Winkelstellung jedes einzelnen Bewegungssegments gegenüber dem Lot in aufrechter Haltung, in der Vor- und Rückbeuge sowie der Seitbeuge nach links und rechts vorzunehmen. Das Messsystem liefert valide Daten und misst dabei strahlungsfrei und risikolos. Der Messvorgang kann, anders als bei anderen Diagnostikmethoden, beliebig oft wiederholt werden, so dass bei fehlerhafter Haltungs- und Bewegungsausführung des Probanden problemlos Kontrollmessungen möglich sind. In der vorliegenden Studie wurden mit diesem Verfahren bei 166 Rückenschmerzpatienten die Wirbelsäulenfunktionen gemessen. Bei einer gleichmäßig verteilten Fallzahl von männlichen ($N=85$) und weiblichen Probanden ($N=81$) konnte auch der geschlechtsspezifische Vergleich aller Testitems vorgenommen werden.

Bezüglich der Rückenkontur gab es bei den untersuchten Personen keine Hinweise auf Insuffizienzen in der Sagittalebene oder auf skoliotische Seitneigungen der Wirbelsäule in der Frontalebene. Die zu Beginn der Untersuchung formulierte Arbeitshypothese ging von einer Beziehung zwischen den morphologisch-strukturellen und funktionellen Gegebenheiten der Wirbelsäule einerseits und den Rückenschmerzen andererseits aus. Die gründliche Analyse der biologischen und sozialwissenschaftlichen Daten mittels verschiedener vergleichend-statistischer Prüfverfahren konnte diese Annahme nicht bestätigen: Die Ergebnisse zeigen, dass die Krümmungswinkel der Wirbelsäule bei Rückenschmerzpatienten mit denen beschwerdefreier Personen

vergleichbar sind⁴². Auch die detaillierte Analyse der in den Messdaten repräsentierten anthropometrischen, morphologischen und soziologischen Faktoren ergab in dieser Studie *keine* signifikanten korrelativen oder gar ursächlichen Beziehungen. Als interessanter Nebenfund zeigte sich, dass sich auch die geschlechtsspezifischen Haltungsmerkmale (Neigungswinkel des Beckens, Krümmungswinkel von Brust- und Lendenwirbelsäule) von Rückenschmerzpatienten und rückengesunden Menschen nicht oder nur geringfügig unterscheiden.

Ein besonderes Augenmerk wird in der vorliegenden Untersuchung auf die segmentalen Verhältnisse der Wirbelsäule gelegt. Große Winkelsprünge zwischen den einzelnen Wirbelkörpern (hypermobile Bereiche), kombiniert mit hypomobilen Segmenten sowie mit der Fehlausrichtung eines oder mehrerer Segmente im Verlauf der Wirbelsäule, gelten als Problemzonen, die üblicherweise für das Auftreten von Rückenschmerzen verantwortlich gemacht werden. Durch die MediMouse® als Oberflächenmessverfahren zur Dokumentation der Stellung der Bewegungssegmente konnten der Ort und die Ausprägung segmentaler Bewegungsstörungen beurteilt und zu den über die Probandenbefragung ermittelten Aspekten der Schmerzsymptomatik und schmerzauslösenden Faktoren in Beziehung gesetzt werden. Dabei wurde die Beanspruchung der spinalen Segmente durch die unterschiedliche körperliche Belastung im Berufsalltag mit der Aufteilung der Probanden in drei Untergruppen (vorwiegend sitzende Tätigkeit N=67, mäßige Bewegung N=28, intensive Belastung N=70) berücksichtigt.

Ergebnis: Die Annahme, dass funktionell auffällige Segmentwinkel und -ausrichtungen mit Rückenbeschwerden korrelieren, ist - zumindest für die hier im Fokus stehende Gruppe chronischer Rückenschmerzpatienten - statistisch nicht abzusichern. Große segmentale Winkelsprünge als Ausdruck für Hypermobilität und hypomobile Bereiche sowie Fehlausrichtungen einzelner Wirbelkörper liegen im untersuchten Personenkreis zwar vor, korrelieren aber *nicht* mit den Daten zur Schmerzsymptomatik und mit den subjektiv erlebten Schmerzauslösern. Erstaunlich ist auch die Tatsache, dass die in der eingangs durchgeführten deskriptiven Datenauswertung dargestellten funktionellen Verhältnisse der Wirbelsäule nach Art und Ausmaß nicht mit dem Grad der physischen Arbeitsbelastung der Testteilnehmer korrelieren. Der fehlende Zusammenhang zwischen diesen Variablen spricht eher dafür,

⁴² Vgl. Abbildungen 34 bis 45 im Anhang.

dass eine zirkuläre Verbindung zwischen biologischen und psychosozialen Faktoren im Sinne einer multifaktoriellen Symptomatik für das Beschwerdebild verantwortlich ist.

In den Eingangshypothesen zu dieser Untersuchung ist angenommen worden, dass eine direkte Beziehung zwischen der Bewegungsaktivität und der Struktur und Funktion der Wirbelsäule sowie zwischen dem Grad der Bewegungsaktivität der Probanden und ihrem Rückenschmerz besteht. Die Ergebnisse der Studie schließen eine solche Beziehung jedoch weitgehend aus. Bei bewegungsaktiven und bewegungsarmen Testpersonen ähneln sich die segmentalen Verhältnisse in der aufrechten Haltung und den getesteten Beugepositionen in der Sagittal- und Frontalebene. Die haltungs- und bewegungsbestimmenden Parameter der Wirbelsäule werden anscheinend weniger durch die physischen Einflüsse körperlicher Aktivität als durch die individuellen Dispositionen und Lebensumstände des Menschen beeinflusst.

Erstaunlich erscheint auch der in der eigenen Studie nicht nachweisbare Zusammenhang zwischen Bewegungsaktivität und Rückenschmerz. Körperliche Aktivität und Schmerzsymptomatik stehen bei den Testpersonen in *keiner* statistisch signifikanten Beziehung. Dies entspricht durchaus der Feststellung von Köstermeyer et al. (2005, 48), dass Sport oder körperliche Aktivität keinen Schutz vor Rückenschmerzen darstellen. Die Autoren (2005, 48ff) postulieren, dass neben der wöchentlichen Häufigkeit körperlicher Aktivität vor allem die Art und Qualität der Bewegungsbeanspruchung einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung beziehungsweise Vermeidung von Rückenbeschwerden hat. Für diese Überlegung spricht auch, dass eine *gezielte* Schulung der Gesamtkörperkoordination zur Verbesserung der neuromuskulären Steuerung und damit zur symmetrischen und optimalen Druckverteilung in den Gelenken und schließlich zur Stabilisation der spinalen Segmente beiträgt.

Zusammenfassend muss aus diesen Befunden der Schluss gezogen werden, dass die funktionellen Verhältnisse der Wirbelsäule sowie die Ausprägung ihrer Segmentwinkel zwar als Auslöser akuter Rückenschmerzen in Frage kommen aber nicht als alleiniger Risikofaktor für eine Chronifizierung von Rückenbeschwerden angesehen werden können. Die Wirbelsäulenfunktion als komplexes biologisches Geschehen, eingebunden in unbewusst und bewusst gesteuertes *Bewegungsverhalten*, führt erst in Kombination mit psychosozialen Einflussfaktoren zu chronischen Rückenschmerzen. Das heißt, Rückenbeschwerden sind als Belastungskumulation körperlicher und

psychosozialer Wirkmechanismen zu verstehen; ihre Ursachen beschränken sich *nicht* auf spezifische Schwächen der Wirbelsäule.

Die Auswertung der Befragungsergebnisse zeigte, dass ein Großteil der Testteilnehmer eine detaillierte Vorstellung von einem wirksamen Behandlungskonzept hat. Dieses stellt vor allem die psychosozialen Komponenten (Persönlichkeit von Arzt und Therapeut, körperliche Untersuchung in Kombination mit dem eingehenden Beratungsgespräch, Verständnis und Wertschätzung in der Behandlung) in den Fokus der therapeutischen Intervention beziehungsweise der gewünschten Betreuung. Die Ergebnisse machen deutlich, dass die körperliche Untersuchung durch den Arzt trotz modernster apparativ-labortechnischer Diagnostikmethoden für den Patienten in keiner Weise an Bedeutung verloren hat.

Insbesondere das eingehende Gespräch und der gute Informationsfluss zwischen Arzt/Therapeut und Patient trägt nach Einschätzung der Probanden zu einem positiven Krankheitsverlauf und zur baldigen Linderung der Beschwerden bei. Vor diesem Hintergrund muss daran erinnert werden, dass im ärztlich-therapeutischen Behandlungsprozess solides medizinisches Wissen mit der Fähigkeit verbunden werden muss, den Patienten hinsichtlich Erkrankungsverlauf und Lebenssituation optimal zu verstehen und mit Empathie zu beraten. Leider reicht die Zeit in einer normalen Sprech- oder Therapiestunde in der Regel nicht aus, um eine zufriedenstellende Behandlung durchzuführen.

In Deutschland ist es eher eine Ausnahme, dass Rückenschmerzpatienten einer Therapieinstitution zugeführt werden, die zum einen die Möglichkeit einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Ärzten, Physio- und Psychotherapeuten bietet, zum anderen genügend Zeit für eine umfassende Behandlung pro Therapieeinheit bereitstellen kann. Das gegenwärtig den Ärzten und Therapeuten von den Versicherungsträgern zugestandene Budget erlaubt die auf den ersten Blick kostenintensive und längerfristige Behandlung nicht. Aufgrund dessen können in der Regel nur auf Einzelsymptome eingehende physiotherapeutische Kurzbehandlungen vom Arzt verordnet werden. Diese Vorgehensweise hat zur Folge, dass Rückenschmerzpatienten meist ohne nachhaltigen Erfolg aus der Behandlung entlassen werden müssen - und in durch die Mittelbudgetierung bestimmten Zyklen zu "Dauerkunden" eines oder mehrerer Ärzte und Therapeuten werden. Im ungünstigsten Fall läuft dies auf eine langfristige Arbeitsunfähigkeit hinaus. Entsprechend formulieren Pfingsten et al. (1997,

37), dass der Verlauf einer Rückenschmerz Erkrankung in entscheidendem Maße davon abhängt, wie lange der Patient vom Haus- beziehungsweise Facharzt behandelt wird, bevor er einer interdisziplinären und langfristig ausgerichteten Therapiemaßnahme zugeführt wird. Auch Winter (2002, 201) bestätigt, dass die verbreitete Zurückhaltung bei der Verordnung einer umfassenden Behandlung (im Sinne einer komplexen körperlich-motorischen *und* psycho-sozialen Aktivierung) die Patienten mit rezidivierenden Rückenschmerzen ungewollt chronifiziert. Weiterhin darf nicht übersehen werden, dass therapeutische Maßnahmen häufig erst dann verordnet oder genehmigt werden, wenn entsprechende Diagnostikmaßnahmen, also Röntgen, Computertomographie, Magnetresonanztomographie, eine auffällige Struktur identifiziert und lokalisiert haben - die nicht unbedingt die Ursache der Beschwerden darstellen muss.

Somit hat aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Studie im Gleichklang mit den Befunden der vorgenannten Autoren die Behandlung von Rückenschmerzen generell nach einem biopsychosozialen Konzept zu erfolgen: nach einem ganzheitlichen Behandlungsmodell, das neben der ergo- und geschäftstherapeutischen Komponente, gegebenenfalls auch der psychotherapeutischen Behandlung, vor allem aber die qualifiziert geleitete motorische Förderung mit der angemessenen körperlichen Aktivierung, in den Mittelpunkt stellt. In diesem Zusammenhang kann auf die Befragungsergebnisse verwiesen werden, die zeigen, dass physiotherapeutische Maßnahmen von den Testteilnehmern durchweg als beschwerdelindernd beschrieben werden. Ob die Wirksamkeit auf die physiotherapeutische Behandlung im engeren Sinne oder vielmehr auf die kommunikative und zuwendungsbetonte Patient-Therapeut-Beziehung zurückzuführen ist, lässt sich dabei nicht bestimmen.

Insgesamt ist der untersuchte Personenkreis in der Freizeit körperlich wenig aktiv. Das heißt, es fehlt diesen Menschen das Empfinden und das Bewusstsein für die Bedeutung der Bewegung im Hinblick auf Gesundheit und Wohlbefinden. Sie wären dementsprechend nicht in der Lage, die gelernten physiotherapeutischen Übungen selbstständig weiterzuführen und diese langfristig in ihren Alltag zu integrieren. Eine Steigerung der körperlichen Bewegungsaktivität bei Rückenschmerzpatienten ist jedoch sinnvoll und wünschenswert, um einer weiteren Verschlechterung der muskulären Leistungsfähigkeit sowie der Herz-Kreislauf- und Ausdauerleistungsfähigkeit und damit verbunden der psycho-vegetativen Stabilität vorzubeugen. Denn bei mangelnder Bewegungsaktivität und der daraus resultierenden muskulären Dekonditionierung

verschlechtern sich bekanntlich auch die subjektiven Parameter wie "Wohlbefinden", "allgemeine Leistungsfähigkeit" und "Schmerzanfälligkeit" (Köstermeyer et al. 2005, 48; Schifferdecker-Hoch et al. 2003, 645).

Im sozialwissenschaftlichen Teil der Befragung hat sich auch gezeigt, dass die körperlich schwer arbeitenden Probanden (in der Regel waren die Männer im Straßenbau tätig), das körperliche Ausruhen als Maßnahme zur Kontrolle ihrer Rückenschmerzen erkannt haben. In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass Menschen unterschiedliche Erfahrungen damit und unterschiedliche Auffassungen darüber haben, welche Verhaltensweisen ihre Rückenschmerzen positiv oder negativ beeinflussen. Diese subjektiven Vorstellungen sind eine wesentliche Grundlage für das individuelle Gesundheitshandeln (Kempf 2010, 9). Dies muss in das therapeutische Handeln eingehen: In die Maßnahmen zur nachhaltigen körperlichen Aktivierung muss auch die Verbesserung der individuellen Entspannungsfähigkeit einbezogen werden.

Somit ist zum Abschluss dieser Studie in Übereinstimmung mit Van Tulder et al. (2000, 2784), die sich mit der Wirksamkeit aktivierender Therapieansätze beschäftigten, zu fordern, dass in der Behandlung von Rückenschmerzpatienten künftig Wege beschritten werden, auf denen der Patient dauerhaft körperlich-motorisch und psycho-sozial aktiviert und ihm mit einem auf seine Bedürfnisse abgestimmten, ganzheitlichen Behandlungskonzept Beschwerdelinderung und Hilfe geboten wird.

4 Literaturverzeichnis

Adler, R. H. (2003). Schmerz. In T. von Uexküll, R. Adler (Hrsg.): Psychosomatische Medizin: Modelle ärztlichen Denkens und Handelns; mit 130 Tabellen, (6., neu bearb. und erw. Aufl.). München: Elsevier Urban und Fischer

Adler, R. H., Hemmeler, W. (2000). Psychosomatik als Wissenschaft. Integrierte Medizin gedacht und gelebt. Stuttgart: Schattauer

Adler, R. H., v. Uexküll, T. (2000). Individuelle Physiologie als Zukunftsaufgabe der Medizin. In R. Adler: Psychosomatik als Wissenschaft. Integrierte Medizin gedacht und gelebt. Stuttgart: Schattauer

Adler, R. H., Zamboni, P., Hofer, T., Hemmeler, W., Hürny, Ch., Minder, Ch., Radvila, A., Zlot, S. (2000). Die somatische Nadel im Heuhaufen des chronischen Schmerzes. In R. Adler: Psychosomatik als Wissenschaft. Integrierte Medizin gedacht und gelebt. Stuttgart: Schattauer

Albrecht, K. (2003). Körperhaltung. Haltungskorrektur und Stabilität in Training und Alltag. Stuttgart: Haug

Altinel, L., Köse, K.-C., Ergun, V., Isik, C., Aksoy, Y., Ozdemir, A., Toprak, D., Dogan, N. (2008). The prevalence of low back pain and risk factors among adult population in Afyon region, Turkey. Acta Orthop Traumatol Turc, 42 (5): 328 -333. <http://www.gopubmed.com>. Zugriff am 04.02.2009

Anders, Ch. (2008). Rumpfmuskelkoordination. Reaktion auf dynamische und statische externe Stimuli. Habilitationsschrift. <http://www.db-thueringen.de/servlets/Derivate-17883/anders/Habilitation.pdf>. Zugriff am 24.11.2009

Anders, Ch., Wenzel, B., Scholle, H.-Ch. (2008). Aktivierung der Rumpfmuskulatur durch den Gebrauch des Propriomed. Die Säule 18 (4): 168 – 172

Aust, B. (1999). Gesundheitsförderung in der Arbeitswelt. Umsetzung stresstheoretischer Erkenntnisse in eine Intervention bei Busfahrern. Münster, Hamburg, London: LIT-Verlag

Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (2007). Kreuzschmerzen. <http://www.akdae.de/35/64-Kreuzschmerzen-2007-3Auflage.pdf>. Zugriff am 15.02.2009

Ashburn, M. A., Staats, P. S. (1998). Management of chronic pain. *Lancet* 357, Supplement 1, 1865 – 1869. <http://www.gopubmed.com>. Zugriff am 16.02.2009

BAcK (2003). Bundesarbeitsgemeinschaft chronischer Kreuzschmerz. Ergebnisorientiertes Rückenmanagement. Gestufte ambulante und teilstationäre Behandlung von Patienten mit Rückenschmerzen. Göttingen, Bad Füssing, Hamburg, Koblenz, Mainz, München, Trier, Tutzing

Basler, H.-D. (2011). Schmerz und Alter. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges: Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Basler, H.-D. (2002). Zur psychologischen Unterversorgung von Kreuzschmerzpatienten. *Schmerz* 16: 215 – 220

Basler, H.-D. (1998). Ist der chronische Rückenschmerz ein psychologisches Problem? In M. Pfingsten, J. Hildebrandt (Hrsg.): Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma. Bern, Göttingen, Toronto: Huber

Bellach, B.-M., Ellert, U., Radoschewski, M. (2000). Epidemiologie des Schmerzes – Ergebnisse des Bundes-Gesundheitssurveys 1998. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 43: 424-431

Benner, K.-U., Snell, R. (1995). Klinische Anatomie. Atlas und Textbuch. Augsburg: Weltbild Verlag

V. d. Berg, F., Wolf, U. (2002). Manuelle Therapie: sichere und effektive Manipulationstechniken. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Bergmark, A. (1989). Stability of lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl*, Vol. 230: 1 - 54. <http://www.gopubmed.com>. Zugriff am 02.12.2009

Betz, U. (2002). Hypermobilität und Instabilität. In A. Hüter-Beck (Hrsg.): Das Neue Denkmodell in der Physiotherapie. Band 1: Bewegungssystem (2. akt. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme

Biendarra, I. (2005). Krankheit als Bildungsereignis. Ältere Menschen erzählen. Würzburg: Königshausen und Neumann

Bigos, S. J., McKee, J. E., Holland, J. P. (2009). High-quality controlled trials on preventing episodes of back problems: Systematic literature review in working-age adults. The spine journal: official journal of the North American Spine Society 9 (2): 147 – 168

Bigos, S. J., McKee, J. E., Holland, J. P., Holland, C. L., Hildebrandt, J. (2001). Back pain, the uncomfortable truth - assurance and activity problem. Der Schmerz (15): 430 – 434

Bigos, S. J., Battié, M. C., Spengler, D. M., Fisher, L. D., Fordyce, W. E., Hanson, T. H., Nachemson, A. L., Wortley, M. D. (1991). A prospective study of work perceptions and psychosozial factors affecting the report of back injury. Spine 16:1 – 6

Bizzini, M. (2000). Sensomotorische Rehabilitation nach Beinverletzungen. Stuttgart, New York: Thieme

Bolten, W. (2001). Rückenschmerz (1. Aufl.). Bremen: UNI-MED

Bonnemann, C., Bonnemann, D., Hoffmann, D., Lindig, R., Linnenbaum, F.-J., Schnabel, P.-E., Stadtmann, K. (2007). Bielefelder Rückenmodell: Stärkere Berücksichtigung personaler und sozialer Faktoren. Deutsches Ärzteblatt 33: 2248 – 2251

Brand, R. (2010). Sportpsychologie (1. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

Brosius, F. (2011). SPSS 19. Heidelberg, München: MITP-Verlag

Bruhn, S. (2003). Sensomotorisches Training und Bewegungskoordination. Habilitationsschrift. Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Freiburg.

Brunner H.-E. (2005). Aktive Schmerztherapie der IGOST. In W. Harter, F. Schifferdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen. Köln: Deutscher Ärzteverlag

Brunner H.-E. (2003). Konservatives ambulantes Therapiemanagement in der Praxis – Kaarst Aktiv. In J. Breitenfelder, R. Haaker (Hrsg.): Der lumbale Bandscheibenvorfall (mit 32 Tab.). Darmstadt: Steinkopff

- Brückner, L., Pieper, K.-S., Neumann, U., Ziegenthaler H.** (2003). Konservative Therapie. In J. Breitenfelder, R. Haaker (Hrsg.): Der lumbale Bandscheibenvorfall (mit 32 Tab.). Darmstadt: Steinkopff
- Burton, A. K., Tillotson, K. M., Main, C. J., Hollis, S.** (1995). Psychosocial predictors of outcome in acute and subchronic low back trouble. *Spine*, Vol. 20 (6): 722 - 728
- Burton, A. K., Tillotson, K. M., Troup, J. D. G.** (1989). Variation in lumbar sagittal mobility with low-back trouble. *Spine* Vol. 14 (6): 584 - 590
- Burton, A. K., Tillotson, K. M.** (1988). Reference values for "normal" regional lumbar sagittal mobility. *Clinical Biomechanics* 3: 106 - 113
- Bühl, A.** (2008). SPSS 16. Einführung in die moderne Datenanalyse (11., akt. Aufl.). München: Pearson Studium
- Chenot, J.-F., Becker, A., Leonhardt, C., Keller, S., Donner-Banzhoff, N., Hildebrandt, J., Basler, H.-D., Baum, E., Kochen, M., Pfingsten, M.** (2008). Sex differences in presentation, course and management of low back pain in primary care. *Clin J Pain*, 24 (7): 578 - 584. <http://www.gopubmed.com>. Zugriff am 01.03.2009
- Dagenais, S., Caro, J., Haldeman, S.** (2008). A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *The Spine Journal* 8 (1): 8 - 20. <http://science-direct.com>. Zugriff am 01.12.2008
- DAK Gesundheitsreport** (2007). S. 1 - 136.
http://www.dak.de/content/filesopen/Gesundheitsreport_2007.pdf. Zugriff am 15.07.2011
- Daldorf, E.** (2005). Seele, Geist und Bewusstsein. Eine interdisziplinäre Untersuchung zum Leib-Seele-Verhältnis aus alltagspsychologischer und naturwissenschaftlicher Perspektive. Würzburg: Schattauer, Königshausen und Neumann
- Denner, A.** (2005). Analyse der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur. In W. Harter, F. Schifferdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen. Köln: Deutscher Ärzteverlag
- Denner, A.** (2005). Vorstellung eines ganzheitlichen Modells zur nachhaltigen Verhaltensänderung. In W. Harter, F. Schifferdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner

(Hrsg.): Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen. Köln: Deutscher Ärzteverlag

Denner, A., Pape, H.-G., Uhlig, H. (2001). Die Bedeutung des FPZ Konzepts für die aktive orthopädische Schmerztherapie von Rückenpatienten. *Orthopädische Praxis* 37 (10): 668 – 671

Denner, A. (1998). Analyse und Training der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Denner, A. (1997). Muskuläre Profile der Wirbelsäule. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Derra, C. (2002). Prinzipien der Behandlung. In I. Gralow, W. Husstedt, H.-W. Bothe, S. Evers, A. Hürter, M. Schilgen: Schmerztherapie interdisziplinär. Stuttgart, New York: Schattauer

Deyo, R. A., Rainville, J., Kent, D. L. (1992). What can the history and physical examination tell us about low back pain? *JAMA* 268 (6): 760 – 765

Deyo, R. A., Diehl, A. K. (1988). Psychosocial predictors of disability in patients with low back pain. *J Rheumatol* 15: 1557

Dickreiter, B. (2004). Rückenschmerzen – eine bedeutsame Volkskrankheit. *Erfahrungsheilkunde* 53: 687 – 693

Dittel, R. (1992). Schmerzphysiotherapie: Lehr- und Handbuch des Neuromedizin-Konzepts. Stuttgart: Fischer

Dopf, C. A., Mandel, S. S., Geiger, D. F., Mayer, P. J. (1994). Analysis of spine motion variability using a computerized goniometer compared to physical examination. *Spine* 19 (5): 586 – 595

Dordel, H.-J. (1998). Die Bedeutung der Propriozeption für die orthopädiotechnische Versorgung der unteren Extremität. *Orthopädie-Technik*: 851 – 854

Dunkel, R. M. (2007). Das Kreuz mit dem Kreuz. Rückenschmerzen psychosomatisch verstehen und behandeln. München: Ernst Reinhardt Verlag

Egger, J. W. (2005). Das biopsychosoziale Krankheitsmodell. Grundzüge eines wissenschaftlich begründeten ganzheitlichen Verständnisses von Krankheit. *Psychologische Medizin* 2: 3 – 12

- Egle, U. T.** (2003). Historische Entwicklung des Schmerzverständnisses. In U. T. Egle, S. O. Hoffmann, K. A. Lehmann, W. A. Nix (Hrsg.): Handbuch chronischer Schmerz. Stuttgart: Schattauer
- Egle, U. T., Hoffmann, S. O.** (2003). Das bio-psycho-soziale Krankheitsmodell. In U. T. Egle, S. O. Hoffmann, K. A. Lehmann, W. A. Nix (Hrsg.): Handbuch chronischer Schmerz. Stuttgart: Schattauer
- Egle, U. T.** (2001). Schmerzstörungen. In H.-C. Deter (Hrsg.): Psychosomatik am Beginn des 21. Jahrhunderts. Chancen einer biopsychosozialen Medizin. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber
- Egle, U. T., Derra, C., Nix, W. A., Schwab, E.** (1999). Spezielle Schmerztherapie. Leitfaden für Weiterbildung und Praxis. Stuttgart: Schattauer
- Ellert, U., Neuhauser, H.** (2009). Schmerz. <http://www.rki.de>. Zugriff am 11.11.2011
- Engel, J., Hoffmann, S. O.** (2003). Transkulturelle Aspekte des Schmerzerlebens. In U. T. Egle, S. O. Hoffmann, K. A. Lehmann, W. A. Nix (Hrsg.): Handbuch chronischer Schmerz. Stuttgart: Schattauer
- Evers, S.** (2002). Anatomie und Molekularbiologie des schmerzverarbeitenden Systems. In I. Gralow, W. Husstedt, H.-W. Bothe, S. Evers, A. Hürter, M. Schilgen: Schmerztherapie interdisziplinär. Stuttgart, New York: Schattauer
- Experten-Panel der Bertelsmann Stiftung** (2007). Kurative Versorgung – Schnittstellenmanagement und Therapiegrundsätze im Versorgungsprozess von Patienten mit Rückenschmerzen. Experten-Panel „Rückenschmerz“ der Bertelsmann Stiftung. Gütersloh
- Fanuele, J. C., Birkmeyer, N. J., Abdu, W. A., Tosteson, T. D., Weinstein, J. N.** (2000). The impact of spinal problems on the health status of patients: have we underestimated the effect? Spine 25 (12): 1509 – 14
- Flor, H.** (2011). neurobiologische und psychobiologische Faktoren der Chronifizierung und Plastizität. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges, P.: Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Flor, H., Herrmann, C. (2006). Neuropsychotherapie bei chronischen Schmerzen. Veränderung des Schmerzgedächtnisses durch Verhaltenstherapie. Verhaltenstherapie 16: 86 – 94

Flor, H. (2003). Neuronale Plastizität. Wie verlernt das Gehirn Schmerz? Verletzungsbezogene und therapeutisch induzierte neuroplastische Veränderungen des Gehirns bei Schmerz und psychosomatischen Störungen. In G. Schiepek (Hrsg.): Neurobiologie der Psychotherapie (mit 15 Tab.) Stuttgart: Thieme; Schattauer

Flor, H. (2003). Chronische Schmerzsyndrome. In U. Ehlert (Hrsg.): Verhaltenstherapie (mit 57 Tab.). Berlin: Springer

Flor, H., Schneider, Ch. (2003). Psychobiologie des Schmerzes und kognitiv-verhaltenstherapeutische Behandlung.

<http://www.lpk-bw.de/archiv/lptage/lpt2003/2003flor.pdf>. Zugriff am 19.08.2009

Flor, H. (2002). Der Schmerz und sein Gedächtnis. Forschungsmagazin Ruperto Carola 1. http://www.uni-heidelberg.de/presse/ruca/ruca1_2002/. Zugriff am 19.12.2009

Flor, H, Turk, D. C., Birbaumer, N. (1985). Assessment of stress-related psychophysiological reactions in chronic back pain patients. J Consult Clin Psychol 53: 354 – 364

Friedrichs, J. (1990). Methoden empirischer Sozialforschung (14. Aufl.). Opladen: Westdeutscher Verlag

Frisch, H. (2003). Programmierte Therapie am Bewegungsapparat: Chirotherapie – Osteopathie – Physiotherapie (4. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Froböse, I., Nellessen, G., Wilke, C. (2003). Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis (2. Aufl.). München, Jena: Urban und Fischer

Frymoyer, J. W., Pope, M. H., Clements, J. H., Wilder, D. G., MacPherson, B., Ashikaga, T. (1983). Risk factors in low back pain. The Journal of Bone and Joint Surgery 65-A (2): 213 – 218

Galert Jr. J., Kania, H. (2008). Sense of Coherence, Chronic Low Back Pain and Coping Comparing the Sense of Coherence of Patients with or without Chronic Low Back Pain in Consideration of Coping Strategies. physioscience 4 (4): 178 – 183

Gallacchi, G., Bader, R., Bruppacher, K. (2005). Schmerzkompendium. Schmerzen verstehen und behandeln (2., neubearb. und akt. Aufl.). Stuttgart: Thieme

Geissner, E. (1990). Psychologische Schmerzmodelle. Einige Anmerkungen zur Gate-control-Theorie sowie Überlegungen zu einem mehrfaktoriellen prozessualen Schmerzkonzept. *Der Schmerz* 4: 184 – 192

Gesundheitsbericht für Deutschland (2006). <http://www.gbe.de>. Zugriff am 26.06.2008

Gesundheitsbericht für Deutschland (1998). <http://www.gbe.de>. Zugriff am 26.06.2008

Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2002). Heft 7. Chronische Schmerzen – Kopf- und Rückenschmerzen, Tumorschmerzen. <http://www.gbi-rki.de>. Zugriff am 29.07.2008

Gottwald, C. (2007). Neurobiologische Perspektiven zur Körperpsychotherapie. In G. Marlock, H. Weiss: *Handbuch der Körperpsychotherapie* (1., korr. Nachdr.). Stuttgart: Schattauer

Göbel, H. (2001). Epidemiologie und Kosten chronischer Schmerzen. Spezifische und unspezifische chronische Rückenschmerzen. *Schmerz* 15: 92 – 98

Gralow, I. (2000). Psychosoziale Risikofaktoren in der Chronifizierung von Rückenschmerzen. *Schmerz* 14: 104 – 110

Graumann, W. (2004). *Bewegungsapparat* (46 Tab.). Stuttgart: Schattauer

Großklaus, G. (1991). Technikentwicklung und Wandel des Körperbewusstseins. In H. Steiner (Hrsg.): *Gesunder Rücken am Arbeitsplatz. 2. Karlsruher Symposium zur Prävention und Gesundheitsförderung*. Sportinstitut der Universität Karlsruhe

Hamann, A. (2008). Klinische Aspekte der Adipositas. In S. Herpertz, M. de Zwaan, S. Zipfel: *Handbuch Essstörungen und Adipositas*. Heidelberg: Springer

Hamilton, C., Richardson C. (1997). Neue Perspektiven zu Wirbelsäuleninstabilitäten und lumbalem Kreuzschmerz: Funktion und Dysfunktion der tiefen Rückenmuskulatur. *Manuelle Therapie* 1: 17 – 24

Hamilton, C. (2008). Segmentale Stabilisation. [http://www.kandelphysio.ch/Wissen/images/Segmentale Stabilisation.pdf](http://www.kandelphysio.ch/Wissen/images/Segmentale_Stabilisation.pdf). Zugriff am 30.07.2008

Hampel, P., Moergel, M. F. (2009). Schmerzchronifizierung bei Rückenschmerzpatienten in der stationären Rehabilitation. *Schmerz* 23: 154 – 165

Hart, L. G., Deyo, R. A., Cherkin, D. C. (1995). Physician office visits for low back pain. Frequency, clinical evaluation, and treatment patterns from a U.S. national survey. *Spine* 20 (1): 11 – 9

Harter, W. (2005). Rolle der Fear avoidance beliefs beim Aufbau von kognitiv-emotionalen Verhaltensmustern - Eine empirische Untersuchung. In W. Harter, F. Schifferdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): *Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen*. Köln: Deutscher Ärzteverlag

Harter, W. (1999). Trainingstherapie bei chronischen Rückenschmerzpatienten. *Orthopädische Praxis* 35: 721 – 728

Hasenbring, M., Pfingsten, M. (2004). Psychologische Mechanismen der Chronifizierung - Konsequenzen für die Prävention. In H.-D. Basler, C. Franz, B. Kröner-Herwig, H.- P. Rehfisch: *Psychologische Schmerztherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Schmerzpsychotherapie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Hasenbring, M., Hallner, D., Klasen, B. (2001). Psychologische Schmerzmechanismen im Prozess der Schmerzchronifizierung. Unter- oder überbewertet. *Schmerz* 15: 442 – 447

Hänsel, F., Gassen, M. (2010). Strategien der Schmerzbewältigung aus medizinischer und psychologischer Perspektive. In H.-D. Kempf (Hrsg.): *Die neue Rückenschule*. Heidelberg: Springer

Heel, C. (2002). Wirbelsäule: Koordinationseinheit Brustkorb. In A. Hüter-Beck (Hrsg.): *Das Neue Denkmodell in der Physiotherapie. Band 1: Bewegungssystem* (2. akt. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme

Heisel, J., Jerosch, J. (2007). *Schmerztherapie der Halte- und Bewegungsorgane. Allgemeine und spezielle Schmerztherapie*. Heidelberg: Springer

Henningsen, P., Schiltenswolf, M. (2006). Biologische und psychosoziale Faktoren der Chronifizierung. In M. Schiltenswolf, P. Henningsen: *Muskuloskelettale Schmerzen. Diagnostizieren und Therapieren nach biopsychosozialem Konzept*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Henningsen, P. (2000). Körper und Psyche aus naturwissenschaftlicher Sicht. In G. Rudolf: *Psychotherapeutische Medizin und Psychosomatik. Ein einführendes Lehr-*

buch auf psychodynamischer Grundlage (4. überarb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Thieme

Heyde, C.-E. (2011). Schmerz - Mehrdimensional denken und handeln. Multimodaler Ansatz am Beispiel chronischer Rückenschmerzen. Interdisziplinarität als Notwendigkeit. Zeitschrift für Physiotherapeuten 3, Sonderbeilage: 2 – 15

Hides, J. (2009). Paraspinale Mechanismen und Unterstützung der Lendenwirbelsäule. In C. Richardson, P. Hodges, J. Hides: Segmentale Stabilisation im LWS- und Beckenbereich. Therapeutische Übungen zur Behandlung von Low back pain. München: Elsevier Urban & Fischer

Hiemke, C. (2003). Biochemische Grundlagen des Schmerzes. In U. T. Egle; S. O. Hoffmann, K. A. Lehmann, W. A. Nix (Hrsg.): Handbuch chronischer Schmerz. Stuttgart: Schattauer

Hildebrandt, J. (2009). Rückenschmerzen: viele Therapieverfahren nicht effektiv. Deutsches Ärzteblatt 106 (3). A 62

Hildebrandt, J. (2003). Die Muskulatur als Ursache für Rückenschmerzen. Schmerz 17: 412 – 418

Hildebrandt, J., Mense, S. (2001). Rückenschmerzen. Ein ungelöstes Problem. Schmerz 15: 411 – 412

Hildebrandt, J. (1999). Behandlungskonzepte beim chronischen Rückenschmerz. Therapeutische Umschau 8: 455 – 459

Hildebrandt, J., Pfingsten, M., Franz, C., Saur, P., Seeger, D. (1996). Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) - ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Teil 1. Schmerz 10: 190 – 203

Hodges, P. (2009). Lenden-Becken-Stabilität: Ein funktionelles Modell der Biomechanik und der motorischen Kontrolle. In C. Richardson, P. Hodges, J. Hides: Segmentale Stabilisation im LWS- und Beckenbereich. Therapeutische Übungen zur Behandlung von Low back pain. München: Elsevier Urban & Fischer

Hoffmann, G. (2002). Prävention durch Bewegung und Sport. Deutsches Ärzteblatt 99 (9): 577 – 580

Hollmann, W. (2001). Körperliche Aktivität und Gesundheit. Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin. Deutsche Sporthochschule Köln. www.praeha.de: 1 - 13. Zugriff am 23.07.2009

Holmes, J. A., Damaser, M. S., Lehmann, S. L. (1992). Erector spinae activation and movement dynamics about the lumbar spine in lordotic and kyphotic squat-lifting. *Spine* 17 (3): 327 – 334

Horch, H.-H., Bier, J., Haunfelder, D., Diedrich, P. (2007). Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. Band 10, (4., vollst. überarb. Aufl.). München: Elsevier Urban & Fischer

Hüppe, A., Raspe H. (2009). Amplifizierte Rückenschmerzen und Komorbidität in der Bevölkerung. *Schmerz*: 1 – 8

Hürter, A. (2002). Psychologische und psychosomatische Grundlagen chronischer Schmerzen. In I. Gralow, W. Husstedt, H.-W. Bothe, S. Evers, A. Hürter, M. Schilgen (Hrsg.): Schmerztherapie interdisziplinär: Pathophysiologie, Diagnostik, Therapie. Stuttgart, New York: Schattauer

Hüter-Beck, A., Betz, U., Heel, C. (2002). Das Neue Denkmodell in der Physiotherapie. Band 1: Bewegungssystem (2. akt. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme

Idiag (2008). MediMouse®. Hardware-Handbuch. CH-Fehraltorf

Idiag (2004). MediMouse®-Bedienungshandbuch. CH-Volketswil

Idiag (2001). MediMouse®-Anwenderhandbuch. CH-Volketswil

Idiag (1999). Interpretationshinweise zur MediMouse®. Zweite, unvollständige Fassung. Work in Progress.

Idiag (o. J.). MediMouse® Interpretationshinweise. CH-Volketswil

Israel, S. (2004). Muskelaktivität – eine entwicklungsgeschichtliche begründbare Forderung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 12: 347 – 350

Israel, S. (1995). Muskelaktivität und Menschwerdung – technischer Fortschritt und Bewegungsmangel. Reflexionen über die Notwendigkeit regelmäßiger (sportlicher) Bewegung (1. Aufl.). Sankt Augustin: Academia Verlag

- Jäckel, W. H., Gerdes, N.** (1998). Medizinische Rehabilitation bei Rückenschmerzen – die Situation in Deutschland. In M. Pfingsten, J. Hildebrandt (Hrsg.): Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma. Bern, Göttingen, Toronto: Huber
- Jellema, P., Van der Roer, N., Van der Windt, D., Van Tulder, M. W., Van der Horst, H. E., Stalman, W. A. B., Bouter, L. M.** (2007). Low back pain in general practice: cost-effectiveness of minimal psychosocial intervention versus usual care. *European Spine Journal*, 16 (11): 1812 – 1821
- Junghanns, H.** (1986). Die Wirbelsäule unter den Einflüssen des täglichen Lebens, der Freizeit, des Sports: mit einf. Kap. Entwicklung, Anatomie, Pathologie, Biomechanik u. a.. Stuttgart: Hippokrates-Verlag
- Kapandji, I. A.** (1999). Funktionelle Anatomie der Gelenke: schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik (3. deutsche Aufl.). Stuttgart: Hippokrates
- Kapandji, I. A.** (1985). Funktionelle Anatomie der Gelenke Band 3: Rumpf und Wirbelsäule. Stuttgart: Hippokrates
- Kayser, H.** (2001). Behandlung chronischer Schmerzzustände in der Praxis (1. Aufl.). Bremen: UNI-MED
- Keel, P.** (2011). Psychosomatische Evaluation und therapeutisches Prozedere. In A. Eckhardt: Praxis LWS-Erkrankungen. Diagnose und Therapie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Kempf, H.-D.** (2010). Die neue Rückenschule. Das Praxisbuch. Heidelberg: Springer
- Kempf, H.-D.** (2003). Rückenschule. Grundlagen, Konzepte und Übungen (2. Aufl.). München: Urban & Fischer
- Kendall, N. A.** (1999). Psychosocial approaches to the prevention of chronic pain: the low back pain paradigm. *Baillière's best practice & research. Clinical rheumatology*. Vol. 13 (3): 545 – 554
- Kieser, G.** (1991). Kieser Orthopaedic rehabilitation program. Vortrag anlässlich des internationalen Symposiums „Spinal rehabilitation update 91“, Daytona Beach/USA
- Kirchhoff, S., Kuhnt, S., Lipp, P., Schlawin, S.** (2008). Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung (4., überarb. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

Kladny, B., Fischer, F. C., Haase, I. (2003). Wertigkeit der muskulären Stabilisierung zur Behandlung von Rückenschmerz und Bandscheibenerkrankungen im Rahmen der ambulanten Rehabilitation. *Z Orthop* 141: 401 – 405

Klee, A. (1998). Zur Theorie der muskulären Balance. In L. Zichner, M. Engelhardt, J. Freiwald (Hrsg.): *Die Muskulatur. Sensibles, integratives und messbares Organ*. Nürnberg: Novartis Pharma Verlag

Klinger, R. (2011). Klassifikation chronischer Schmerzen: "Multiaxiale Schmerzklassifikation" (MASK). In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges: *Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung* (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Kohlmann, T., Schmidt, C. O. (2005). Rückenschmerzen in Deutschland – eine epidemiologische Bestandsaufnahme. *Orthopädie und Rheuma* 1: 1-3

Kohlmann, T., Raspe H. (1998). Muskuloskelettale Schmerzen in der Bevölkerung: Methodische Probleme und Hauptergebnisse der deskriptiven und analytischen Epidemiologie. 1. Kongress der Deutschen Gesellschaft für psychologische Schmerztherapie und Forschung (DGPSF). *Schmerztherapie zwischen Forschung und Praxis*. Abstract-Band.

Korsten, K., Mornieux, G., Walter, N., Gollhofer, A. (2008). Gibt es Alternativen zum sensomotorischen Training? *Schweizerische Zeitschrift für „Sportmedizin und Sporttraumatologie“* 56 (4): 150 - 155

Köppe, C., Flor, H. (2005). Schmerzgedächtnis und kortikale Plastizität. *Psychoneuro* 31 (2): 81 – 83

Köstermeyer, G., Abu-Omar, K., Rütten, A. (2005). Rückenkraft, Fitness und körperliche Aktivität - Risiko oder Schutz vor Rückenbeschwerden? Ergebnisse einer Querschnittuntersuchung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 56 (2): 45 – 49

Knebel, K.-P. (1985). *Funktionsgymnastik: Dehnen, Kräftigen, Entspannen, Training, Technik, Taktik*. Reinbek: Rowohlt

Krämer, J., Hasenbring, M. (2006). *Bandscheibenbedingte Erkrankungen. Ursachen, Diagnosen, Behandlung, Vorbeugung, Begutachtung* (5. überarb. und akt. Aufl.). Stuttgart: Thieme

Krämer, J., Nentwig G. (1999). *Orthopädische Schmerztherapie*. Stuttgart: Enke

Krismer, M., Van Tulder, M. W. (2007). Strategies for prevention and management of musculoskeletal conditions. Low back pain (non-specific). Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 21 (1): 77 – 91.

Kronshage, U. (2001). Untersuchung zur Bedeutung von Bewegungsangst bei chronischen Rückenschmerzen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen. Selbstverlag

Kröner-Herwig, B. (2011). Schmerz als biopsychosoziales Phänomen - eine Einführung. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges: Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Kröner-Herwig, B., Frettlöh, J., Klinger, R., Nilges, P. (2011). Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Kröner-Herwig, B., Lautenbacher S. (2011). Schmerzmessung und klinische Diagnostik. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges: Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Kröner-Herwig, B., Frettlöh, J., Klinger, R., Nilges, P. (2011). Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (7., akt. und überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Medizin

Kröner-Herwig, B., Frettlöh, J., Klinger, R., Nilges, P. (2007). Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (6., akt. und überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin

Kröner-Herwig, B. (1998). Chronischer Schmerz – Eine Gegenstandbestimmung. In H.-D. Basler, C. Franz, B. Kröner-Herwig, H.-P. Rehfisch, H. Seemann (Hrsg.): Psychologische Schmerztherapie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Küster, M. (2003). Dreidimensionale Ultraschalltopometrie der Wirbelsäule und Maximalkraftmessung der Rumpfmuskulatur bei Jugendlichen. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 54 (12): 352 – 354

Lafage, V., Schwab, F., Skalli, W., Hawkinson, N., Gagey, P., Ondra, S., Farcy, J. (2008). Standing balance and sagittal plane spine deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine* 33 (14): 1572 – 1578

Lalouschek, J. (2008). Medizinische und kulturelle Perspektiven von Schmerz in: Arbeitspapier zum Forschungsprojekt „Schmerzdarstellung und Krankheitserzählung“.

http://www.forschungszone.net/PDF/Lalouschek_SchmerzMedizinKultur_Arbeitspapier1_Version04-08.pdf. Zugriff am 26.05.2010

Lambeek, L. C., Anema, J. R., van Royen, B. J., Barend, J., Peter, C., Wuisman P. I., Van Tulder, M. W., Van Mechelen, W. (2007). Multidisciplinary outpatient care program for patients with chronic low back pain: design of a randomized controlled trial and cost-effectiveness study (ISRCTN28478651). *BMC Public Health*, 7: 254. <http://www.gopubmed.com>. Zugriff am 17.02.2009

Lang, F., Lang, P. (2007). *Basiswissen Physiologie* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer

Larsen, C. (2005). Haltungs- und Bewegungsanalyse gemäß Spiraldynamik Konzept. 4. Idiag-Symposium 4. - 5. Mai 2005 im SPZ Nottwil

Laube, W., Anders, Ch. (2009). Bewegungssegment und posturale Kontrolle. In W. Laube (Hrsg.): *Sensomotorisches System. Physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten*. Stuttgart: Thieme

Laube, W. (2004). Das sensomotorische System, die Bewegungsprogrammierung und die sensomotorische Koordination beim Gesunden und Verletzten. *Österr. Z. Phys. Med. Rehabil* (14) 1: 35 - 49

Laube, W., Hildebrandt, H. D. (2000). Auswirkungen einer defizitären Propriozeption auf die Bewegungsprogrammierung – koordinative Aspekte nach Kniegelenkverletzung und bei Rückenpatienten. *Orthopädie-Technik* (6): 534 – 550

Lengsfeld, M., Frank, A., Rohlmann, A., Van Deursen, D. L. (2000). Ergonomie und Biomechanik von dynamischen Sitzkonzepten. In J. Jerosch (Hrsg.): *Sensomotorik 2000. Aktuelle Aspekte zur Sensomotorik und Propriozeption in Forschung, Klinik und Praxis*. Essen: Pro Sympos Eigenverlag

Lenhardt, U., Elkeles, T., Pollock, M. L. (1994). Rückenschmerzen - Befunde epidemiologischer Forschung. *Z Allg Med*: 561 – 565

Lindström, I., Ohlund, C., Nachemson, A. L. (1994). Validity of patient reporting and predictive of industrial physical work demands. *Spine* 19 (8): 888 – 893

Lippert, H. (1989). *Anatomie: Text und Atlas* (5. neu bearb. Aufl.). München, Wien, Baltimore: Urban und Schwarzenberg

Lühmann, D. (2008). Prävention von Rückenschmerzen - aktuelle Evidenz zur Wirksamkeit von Interventionen. Expertenworkshop zum "Tag der Rückengesundheit", 15. März 2008, Dortmund. <http://www.kddr.de>. Zugriff am 05.11.2011

Lühmann, D., Zimolong, B. (2007). Prävention von Rückenerkrankungen in der Arbeitswelt. In B. Badura, H. Schellschmidt, C. Vetter: Fehlzeiten-Report 2006. Chronische Krankheiten. Betriebliche Strategien zur Gesundheitsförderung, Prävention und Wiedereingliederung. Heidelberg: Springer

Lühmann, D., Stoll, S., Burkhardt-Hammer, T., Raspe, H. (2006). HTA-Bericht, Prävention rezidivierender Rückenschmerzen. Präventionsmaßnahme in der Arbeitsplatzumgebung. *GMS Health Technol Assess*; 2: DOC12

Lühmann, D., Müller, V. E., Raspe, H. (2003). Prävention von Rückenschmerzen. Expertise im Auftrag der Bertelsmann-Stiftung und der Akademie für Manuelle Medizin, Universität Münster. Abschlussbericht (Auszüge Version Juni 2004).

http://www.xcms_bst_dms_15515_2.pdf. Zugriff am 10.06.2008

Lühmann, D., Kohlmann, T., Raspe, H. (1998). Die Evaluation von Rückenschulprogrammen als medizinische Technologie. <http://www.dimdi.de>. Zugriff am 04.05.2004

Macdonald, D., Moseley, G.-L., Hodges, P.-W. (2009). Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. <http://pubmed.com>. Zugriff am 04.02.2009

Mannion, A. F., Sprott, H., Pulkovski, N. (2008). Auf den Spuren der Rumpfmuskeln. *Schweiz Med Forum* 8: 478 – 480

Mannion, A. F., Dolan, P., Adams, M. A. (1996). Psychological questionnaires: do "abnormal" scores precede or follow first-time low back pain? *Spine* 21 (22): 2603 – 2611

Marées, H. de (2002). *Sportphysiologie* (9., vollst. überarb. und erweit. Aufl.). Köln: Sport und Buch Strauss

- McNeill, T., Warwick, D., Anderson, G., Schultz, A.** (1980). Trunk strengths in attempted flexion, extension, and lateral bending in healthy subjects and patients with low-back disorders. *Spine* 5 (6): 529 – 538
- Meinel, K., Schnabel, G.** (1998). *Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (9., stark überarb. Aufl.). Berlin: Sportverlag
- Mellin, G.** (1986). Chronic low back pain in men 54 - 63 years of age. Correlations of physical measurements with the degree of trouble and progress after treatment. *Spine* 11 (5): 421 – 426
- Melloh, M., Elfering, A., Egli Presland, C., Roeder, C., Barz, T., Rolli Salanthé, C., Tamcan, O., Mueller, U., Theis, J. C.** (2009). Identification of prognostic factors of chronicity in patients with low back pain: a review of screening instruments. *International orthopaedics*, Vol. 33 (2): 301 – 313
- Mense, S.** (2003). Neurobiologische Grundlagen der Chronifizierung von Muskelschmerz. In S. Mense, D. Pongratz (Hrsg.): *Chronischer Muskelschmerz. Grundlagen, Klinik, Diagnose, Therapie*. Darmstadt: Steinkopff
- Mensink, G.** (2003). Bundes-Gesundheitssurvey: Körperliche Aktivität. Aktive Freizeitgestaltung in Deutschland. Robert Koch-Institut. http://edoc.rki.de/documents/rki_fv/reJBwqKp45Pil/PDF/206ee9py9oog_18.pdf. Zugriff am 01.03.2011
- Meßlinger, K.** (1997). Was ist ein Nozizeptor? *Schmerz* 11: 353 – 366
- Michal, W., Killmeyer, F.** (2004). Was den Menschen aufrecht hält. In W. Harter, F. Schiffdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): *Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag
- Mieles, B.** (2008). Aspekte der Schmerzwahrnehmung. Schmerz als mehrdimensionales Phänomen. *PT Zeitschrift für Physiotherapeuten* 1: 87 – 90
- Möhr, M.** (1987). Kriterien der Adipositas. In B. Schulz, P. Osipovitsch Vjasitzki (Hrsg.): *Aktuelle Adipositasprobleme*. Jena: Gustav Fischer Verlag

- Murphy, D. R., Hurwitz, E. L.** (2011). Application auf Diagnosis-Based Clinical Decision Guide in Patients with Low Back Pain. *Chiropractic & manual therapies* Vol. 19 (1): 26
- Mutschler, E., Schaible, H-G., Vaupel, P., Thews, G.** (2007). *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen*. 140 Tabellen, (6., völlig überarb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft
- Müller-Busch, H. C.** (2007). Kulturgeschichtliche Bedeutung des Schmerzes. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges: *Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung* (6., akt. und überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin
- Müller, K., Schwesig, R.** (1999). Koordinationsschulung zur Sekundärprävention chronischer Rückenschmerzen mit dem Spacecurl. *Die Säule* 4: 15 – 19
- Nationale Versorgungsleitlinie** (2010). *Kreuzschmerz. Langfassung*. http://www.versorgungsleitlinien.de/themen/kreuzschmerz/pdf/nvl_kreuzschmerz_lang.pdf. Zugriff am 09.05.2011
- Nielsen, C.** (2007). *Das Leib-Seele-Problem und die Phänomenologie*. Würzburg: Königshausen und Neumann
- Niemier, K., Seidel, W.** (2011). *Funktionelle Schmerztherapie*. Heidelberg: Springer
- Niethard, U., Birnbaum, K.** (2002). Haltungsschwäche. In H.-G. Dörr, W. Rascher: *Praxisbuch Jugendmedizin*. München, Jena: Urban und Fischer
- Nilges, P., Gerbershagen, H. U.** (1994). Befund und Befinden bei Schmerz. *Report Psychologie*: 12 – 25
- Osterholz, U.** (1999). Der Einfluss psycho-sozialer Faktoren am Arbeitsplatz auf die Genese von Muskel- und Skeletterkrankungen. In B. Badura, M. Litsch, C. Vetter (Hrsg.): *Fehlzeiten-Report 1999. Psychische Belastung am Arbeitsplatz. Zahlen, Daten, Fakten aus allen Branchen der Wirtschaft*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Panjabi, M.** (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol. 13 (4): 371 – 379
- Panjabi, M.** (1994). Lumbar spine instability: a biochemical challenge. *Current Orthopaedics* 8 (2): 100 - 105.

http://sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=863120225_sort=d&view=c&__acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3da382b0e8e07bd7d47d8ea6ef1a59d7. Zugriff am 06.02.2009

Panjabi, M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I, Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *Journal of Spinal Disorders* 5 (4): 383 – 389

Paradiso, F., Uhle, T., Zimolong, B. (2004). Fragebogen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz – Arbeitsbedingte Muskel- und Skeletterkrankungen (FAGS). In U. Reulecke, B. Rosemann, B. Zimolong (Hrsg.): *Bochumer Berichte zur Angewandten Psychologie* Nr. 21. Bochum: Ruhr-Universität Bochum

Pfaff, G. (2005). Die neurophysiologischen Grundlagen der sensomotorischen Haltungs- und Muskeltonussteuerung. *Orthopädische Praxis* 41 (8): 399 - 404

Peschel, U. (2005). Biopsychosozial als integrierte Betrachtung. Wie geht das? In W. Harter, F. Schiffdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): *Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Pfingsten, M., Hildebrandt, J. (2011). Rückenschmerzen. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges (Hrsg.): *Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung* (7., akt. und überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer

Pfingsten, M. (2009). Chronic low back pain – need for an interdisciplinary approach. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 44 (1): 40 - 45. <http://gopubmed.com>. Zugriff am 05.02.2009

Pfingsten, M., Hildebrandt, J. (2007). Rückenschmerzen. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges (Hrsg.): *Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung* (6., akt. und überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin

Pfingsten, M., Hildebrandt, J. (2004). Rückenschmerzen. In H.-D. Basler, C. Franz, B. Kröner-Herwig, H.-P. Rehfisch: *Psychologische Schmerztherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Schmerzpsychotherapie* (5. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer

- Pfingsten, M.** (2004). Die psychologische Behandlung von Rückenschmerzen jenseits des Konfliktmodells. *Forsch Komplementärmed Klass Naturheilkd* (11): 231 – 238
- Pfingsten, M., Schöps, P., Wille, Th., Terp, L., Hildebrandt, J.** (2000). Chronifizierungsausmaß von Schmerzerkrankungen. Quantifizierung und Graduierung anhand des Mainzer Stadienmodells. *Schmerz* 14: 10 – 17
- Pfingsten, M., Kaluza, G., Hildebrandt, J.** (1999). Rückenschmerzen. In H.-D. Basler: *Psychologische Schmerztherapie: Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder* (4. korrr. und erw. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Pfingsten, M., Leibing, E., Franz, C., Nargaz, N., Hildebrandt, J.** (1997). Bedeutung körperlicher Beschwerden bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. *Schmerz* 11: 247 - 253
- Pfingsten, M., Hildebrandt, J., Saur, P., Franz, C., Seeger, D.** (1997). Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP). Ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Teil 4. Prognostik und Fazit. *Der Schmerz* 11: 30 - 41
- Pincus, T., Burton, A. K., Vogel, S., Field, A. P.** (2002). A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine* 27 (5): 109 – 120
- Pschyrembel klinisches Wörterbuch** (1998). Mit 250 Tabellen / bearb. von der Wörterbuch-Red. des Verl. unter der Leitung von Helmut Hildebrandt (258., neu bearb. Aufl.). Berlin: de Gruyter
- Quante, M., Hille, E.** (1999). Propriozeption: Eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 50 (10): 306 – 310
- Raspe, H., Matthis, C., Croft, P., O'Neill, T.** (2004). Variation in Back Pain between Countries. The Example of Britain and Germany. *Spine* 29 (9): 1017-1021. <http://gopubmed.com>. Zugriff am 13.02.2009
- Raspe, H., Kohlmann, T.** (1998). Die aktuelle Rückenschmerz-Epidemie. In M. Pfingsten, J. Hildebrandt (Hrsg.): *Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma*. Bern, Göttingen, Toronto: Huber

Raspe, H., Kohlmann, T. (1993). Rückenschmerzen – eine Epidemie unserer Tage. Deutsches Ärzteblatt 90: 2920 - 2925

Raspe, H. (1991). Epidemiologische und sozialmedizinische Aspekte von Rückenschmerzen. Vortrag anlässlich des Symposiums "Rückenschmerzen bei Erkrankungen der Wirbelsäule als interdisziplinäre Aufgabe". Köln

Reck, R. (1998). Die Placebofalle. Sind wir ein Volk von Blockierten? Schmerz 12: 130 - 133

Reeves, N. P., Cholewicki, J., Narendra, K. S. (2009). Effects of reflex delays on postural control during unstable seated balance. J Biomech, 42 (2): 164 – 170

Richardson, C., Hodges, P., Hides, J. (2009). Segmentale Stabilisation im LWS- und Beckenbereich. Therapeutische Übungen zur Behandlung von Low back pain. München: Elsevier Urban & Fischer

Rief, W., Birbaumer, N., Bernius, P. (2006). Biofeedback. Grundlagen, Indikationen, Kommunikation, praktisches Vorgehen in der Therapie (mit 53 Tab.), (2. Aufl.). Stuttgart: Schattauer

Riemann, B. L., Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: The physiologic basic of functional joint stability. Journal of Athletic Training 37 (1): 71 - 79. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=164311>. Zugriff am 28.03.2009

Rizzi, M. A. (1979). Die menschliche Haltung und die Wirbelsäule. Stuttgart: Hippokrates Verlag

Robert-Koch-Institut (2010). Körperliche Aktivität. <http://www.rki.de>. Zugriff am 11.11.2011

Rubinstein, S. M., V. Tulder, M. (2008). A best-evidence review of diagnostic procedures for neck and low back pain. Best Practice & Research Clinical Rheumatology 22 (3): 471 - 482

Rudolf, G. (2000). Psychotherapeutische Medizin und Psychosomatik. Ein einführendes Lehrbuch auf psychodynamischer Grundlage (4., überarb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Thieme

Rüdel, R., Brinkmeier, H. (2006). Muskelphysiologie. In F. Schmidt, H.-G. Schaible (Hrsg.): Neuro- und Sinnesphysiologie (5., neu bearb. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer

Rüdel, R. (1993). Muskelphysiologie. In F. Schmidt (Hrsg.): Neuro- und Sinnesphysiologie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Sachs, L. (1974). Angewandte Statistik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Sahar, T., Cohen, M., Ne'eman, V., Kandel, L., Odebiyi, D., Lev, I., Brezis, M., Lahad, A. (2007). Insoles for prevention and treatment of back pain. Cochrane database of systematic reviews (Online)

Salminen, J. J., Maki, P., Oksanen, A., Pentti, J. (1992). Spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old schoolchildren with and without low-back pain. *Spine* 17 (4): 405 - 411

Saur, P., Hildebrandt, J., Pfingsten, M., Seeger, D., Steinmetz, U., Straub, A., Hahn, J., Kasi, B., Heinemann, R., Koch, D. (1996). Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) - ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Teil 2. *Der Schmerz* 10: 237 - 253

Schaible, H.-G., Schmidt, R. F. (2005). Nozizeption und Schmerz. In R. F. Schmidt, F. Lang, G. Thews, (Hrsg.): Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie (29. vollst. neu bearb. und akt. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Schiebler, T.-H., Schmidt, W., Zilles, K. (1997) Anatomie: Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen (7. korr. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Schiffer, E. (2008). Wie Gesundheit entsteht. Salutogenese: Schatzsuche statt Fehlerfahndung (5. Aufl.). Weinheim: Beltz

Schifferdecker-Hoch, F., Harter, W., Denner, A., Uhlig, H. (2005). Deutschland den Rücken stärken - Wir bringen Menschen in Bewegung. In W. Harter, F. Schifferdecker-Hoch; H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen. Köln: Deutscher Ärzteverlag

Schifferdecker-Hoch, F., Harter, W., Denner, A., Uhlig, H. (2003). Muskuläre Dekonditionierung: Die Zivilisationsfalle unserer Gesellschaft. *Orthopädische Praxis* 39 (10): 636 – 646

Schilgen, M. (2002). Rückenschmerzen. In I. Gralow, W. Hussedt, H.-W. Bothe, S. Evers, A. Hürter, M. Schilgen, (Hrsg.): *Schmerztherapie interdisziplinär: Pathophysiologie, Diagnostik, Therapie*. Stuttgart, New York: Schattauer

Schiltewolf, M. (2006). Rückenschmerzen. In M. Schiltewolf, P. Hennigsen: *Muskuloskelettale Schmerzen. Diagnostizieren und Therapieren nach biopsychosozialen Modell*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Schiltewolf, M. (2006). Rückenschmerzen. In P. Hennigsen, H. Gündel, A. Ceballos-Baumann: *Neuropsychosomatik. Grundlagen und Klinik neurologischer Psychosomatik*. Stuttgart: Schattauer

Schiltewolf, M. (2006). Warum Therapie von muskuloskelettalen Schmerzen? In M. Schiltewolf, P. Hennigsen: *Muskuloskelettale Schmerzen. Diagnostizieren und Therapieren nach biopsychosozialen Konzept*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Schiltewolf, M. (2003). Die Muskulatur als Ursache von Rückenschmerzen. In S. Mense, D. Pongratz: *Chronischer Muskelschmerz. Grundlagen, Klinik, Diagnose, Therapie*. Darmstadt: Steinkopff

Schlicht, W., Brand, R. (2007). Körperliche Aktivität, Sport und Gesundheit. Eine interdisziplinäre Einführung. Weinheim, München: Juventa Verlag

Schmelz, M. (2003). Physiologische Grundlagen. Primäres nozizeptives Neuron. In U. T. Egle, S. O. Hoffmann, K. A. Lehmann, W. A. Nix (Hrsg.): *Handbuch chronischer Schmerz*. Stuttgart: Schattauer

Schmidt, R. F., Lang, F., Thews, G. (2005). *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie* (29. vollst. neu bearb. und akt. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Schmidt, H. (2000). Somatopsychische Störungen. In G. Rudolf: *Psychotherapeutische Medizin und Psychosomatik. Ein einführendes Lehrbuch auf psychodynamischer Grundlage* (4. überarb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Thieme

Schober, F. (1990). Neurophysiologische Aspekte des Bewegungslernens. Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport. Abteilung Physiologie. Leipzig

- Schochat, T., Jäckel, W. H.** (1998). Prävalenz von Rückenschmerzen in der Bevölkerung. *Rehabilitation* 37: 216 - 223
- Scholle, H. Ch.** (1997). Rückenschule und Schmerzbewältigung. Zur Entstehung und Verarbeitung akuter und chronischer Schmerzen aus neurobiologischer Sicht. *Die Säule* 7: 6 - 8
- Schonecke, O. W.** (1997). Psychologische Aspekte von Schmerz. *Krankengymnastik* 11: 1838 – 1852
- Schömer, G.** (2007). Bedeutung der Körperhaltung für die Prävention chronischer Erkrankungen. *Erfahrungsheilkunde* 56: 72 - 78
- Schröder, J.** (2011). Wirbelsäulenform und Rückenbeschwerden. Quantitative Parameter bei unspezifischen Rückenschmerzen. *Zeitschrift für Physiotherapeuten* 2: 49 - 53
- Schünke, M.** (2000). Funktionelle Anatomie – Topographie und Funktion des Bewegungsapparats. Stuttgart, New York: Thieme
- Schürer, R.** (2010). Der unspezifische Rückenschmerz. <http://www.schuererhoffmann.de/dokumente/>. Zugriff am 10.12.2011
- Schüssler G., Söllner, W.** (2004). Psychosomatische und somatopsychische Störungen. In C. Buddeberg: *Psychosoziale Medizin* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Seeds, R., Levene, J., Goldberg, H.** (1988). Abnormal patient data for the isostation B 100. *Journal of Orthopaedics and Sports Physiotherapy* 10: 121 – 133
- Seichert, N.** (2003). Stärken und Schwächen der MediMouse®. 2. Idiag-symposium 20. – 22. März 2003 im SPZ Nottwil
- Seichert, N., Baumann, M., Senn, E., Zuckriegel, H.** (1994). Die Rückenmaus - Ein analog-digitales Meßgerät zur Erfassung der sagittalen Wirbelsäulenkontur. *Phys Rehab Kur Med* 4: 35 - 43
- Singer, R.** (1978). Befragung. In R. Singer, K. Willimczik (Hrsg.): *Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft. Grundkurs Datenerhebung* 2. Bad Homburg: Limpert Verlag

- Smith, A., O'Sullivan, P., Straker, L.** (2008). Classification of sagittal thoracolumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine* 33 (19): 2101 - 2107
- Sonnenmoser, M.** (2005). Chronischer Schmerz. Nur interdisziplinär behandelbar. *Deutsches Ärzteblatt* 2: 79 - 81
- Soyka, D.** (1995). Schmerz: Pathophysiologie und Therapie. Stuttgart, New York: Schattauer
- Steffen, R., Krämer, J.** (1992). Schmerzen durch Zwangshaltung. Den Arbeitsplatz ergonomisch gestalten. *Therapiewoche* (42/22): 1358 - 1362
- Stingel, G., Detjen, D.** (2005). Rückengerechte Verhältnisprävention - Aktion Gesunder Rücken e.V.. In W. Harter, F. Schifferdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): *Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen*. Köln: Deutscher Ärzteverlag
- Strathmann, M.** (2011). Rückenschmerzen. Es geht auch ohne OP. *Zeitschrift für Physiotherapeuten* 3: 89 – 91
- Strathmann, M.** (2008). Unspezifische chronische Rückenschmerzen. Ein aktueller Stand und eine Darstellung europäischer Leitlinien. *Zeitschrift für Physiotherapeuten* 5: 534 - 539
- Striebel, W.** (2002). Therapie chronischer Schmerzen: Ein praktischer Leitfaden (4. akt. und erw. Aufl.). Stuttgart, New York: Schattauer
- Sullivan, M. S., Dickinson, C. E., Troup, J. D. G.** (1994). The influence of age and gender on lumbar spine sagittal plane range of motion. *Spine* 19 (6): 682 - 686
- Thews, G.** (1980). Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen. Ein Lehrbuch für Pharmazeuten und Biologen. Stuttgart: Wiss. Verl. Ges.
- Thorwesten, L., Kreimer, J., Fromme, A. Mooren, F. Ch., Völker, K.** (2000). Sensomotorische Aspekte der Wirbelsäule bei Sportlern und nicht Sportlern. In J. Jerosch (Hrsg.): *Sensomotorik 2000 – Aktuelle Aspekte zur Sensomotorik und Propriozeption in Forschung, Klinik und Praxis*. Essen: Pro Sympos Eigenverlag
- Tittel K.** (1994). Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen (12. völlig überarb. Aufl.). Jena, Stuttgart: Fischer

Uhlemann, C. (2004). Konservative Konzepte unter naturwissenschaftlichem Aspekt. *Forsch Komplementärmed Klass Naturheilkd* (11): 231 – 238

Uhlig, H. (2005). Neue qualitätsgesicherte Diagnostikansätze bei chronischen Rückenschmerzen. In W. Harter, F. Schiffdecker-Hoch, H. E. Brunner, A. Denner (Hrsg.): *Menschen in Bewegung. Multidimensionale Neuausrichtung in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Uhlig, R. (2005). Körperpositionen in Ruhe und Bewegung. In D. Hohmann, R. Uhlig (Hrsg.): *Orthopädische Technik* (9., überarb. und neu gestaltete Aufl.). Stuttgart: Thieme

Uexküll, v. T., Wesiack, W. (2003). Integrierte Medizin als Gesamtkonzept der Heilkunde: ein bio-psycho-soziales Modell. In T. von Uexküll, R. Adler (Hrsg.): *Psychosomatische Medizin: Modelle ärztlichen Denkens und Handelns*, (6., neu bearb. und erw. Aufl.) München: Elsevier Urban und Fischer

Valerius, K.-P., Frank, A., Kolster, B. C., Hirsch, M. C., Hamilton, C., Lafont E. A. (2002). *Das Muskelbuch. Funktionelle Darstellung der Muskeln des Bewegungsapparates*. Stuttgart: Hippokrates

V. Mark, A., Weiler, S. W., Groneberg, D. A., Kessel, R. (2009). Auswirkungen körperlicher Inaktivität an Bildschirmarbeitsplätzen und Präventionsmöglichkeiten. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* (44): 264 - 269

Van Tulder, M. W. (2001). Die Behandlung von Rückenschmerzen. Mythen und Fakten. *Schmerz* 15: 499 - 503

Van Tulder, M. W., Malmivaara, A., Esmail, R., Koes, B. (2000). Exercise Therapy for Low Back Pain: A systematic Review Within the Framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine* 25 / 21: 2784 - 2796

Volbracht, E. (2008). Prävention im Gesundheitspfad Rücken. In *Gesundheitsberichte Spezial* (2008). Band 5: Rückengesundheit fördern und verbessern. Dokumentation der Fachtagung zu einem der zehn Gesundheitsziele im Land Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen.

http://www.dnbgf.de/fileadmin/texte/Downloads/uploads/dokumente/2009/rz_rckengesundheit.pdf. Zugriff am 13.03.2010

Waddell, G. (1998). Rückenschmerz: Eine medizinische Herausforderung des 20. Jahrhunderts. In M. Pflingsten, J. Hildebrandt (Hrsg.): Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma. Bern: Huber

Waddell, G. (1996). Low Back Pain: A Twentieth Century Health Care Enigma. Spine 21 (24): 2820 - 2825.

<http://journals.lww.com/spinejournal/pages/articleviewer.aspx?year=1996&issue=12150&article=00002&type=abstract> Zugriff am 15.02.2009

Waddell, G., Main, C. J., Morris, E. W., Di Paola, M. P., Gray, I. C. (1984). Chronic low back pain, psychologic distress, and illness behavior. Spine 9 (2): 209 - 213

Wagner, H., Puta, C., Anders, C., Petrovitsch, A., Schilling, N., Scholle, H. C. (2009). Chronischer unspezifischer Rückenschmerz. Manuelle Medizin 47 (1): 39 - 51

Weineck, J. (2002). Sportanatomie (15. Aufl.). Balingen: Spitta-Verlag

Weineck, J. (1983). Optimales Training (2. Aufl.). Erlangen: Spitta-Verlag

Weintraub, A. (1979). Psychosomatik der menschlichen Haltung. In M. A. Rizzi: Die menschliche Haltung und die Wirbelsäule. Stuttgart: Hippokrates Verlag

Weiss, T., Miltner, W. H. R. (2007). Zentralnervöse nozizeptive Verarbeitung: Netzwerke, Schmerz und Reorganisation. Manuelle Medizin 1: 38 - 44

Weiss, H. R. (1999). Epidemiologie und Risikofaktoren des chronischen Kreuzschmerzes. Orthopädische Praxis 8: 469 - 477

Wiebel-Fanderl, O. (2003). Herztransplantation als erzählte Erfahrung. Der Mensch zwischen kulturellen Traditionen und medizinisch-technischem Fortschritt. Univ., Habil.-Schr. Jena. Münster: Lit

Wilke, C., Froböse, I. (2010). Sensomotorisches Training in der Therapie: Grundlagen und praktische Anwendung. In I. Froböse, G. Nellessen-Martens, C. Wilke (Hrsg.): Training in der Therapie. München: Urban und Fischer

Wilke, C., Froböse, I. (1998). Grundlagen der Bewegungssteuerung und des koordinierten Trainings in der Therapie. In I. Froböse, G. Nellessen (Hrsg.): Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis. Wiesbaden: Ullstein Medical

Wilke H.-J. (2003). Quantifizierung der Wirbelsäulenbelastung – Was wissen wir überhaupt? 2. Idiag-symposium 20. - 22. März 2003 im SPZ Nottwil

Winter, S. (2002). Evaluation des Work Hardening bei chronisch unspezifischen Rückenschmerzen. Eine empirische Vergleichsstudie. Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Sportwissenschaft der Technischen Universität München zur Erlangung eines akademischen Grades eines Doktors der Philosophie genehmigten Dissertation. <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/sp/2002/winter.pdf>. Zugriff am 23.11.2011

Witte, H., Preuschoft, H., Grifka, J., Bär, H.-F., Fischer, M. S. (1999). Das Bewegungsorgan Wirbelsäule zwischen evolutionärem Erbe und funktioneller Anpassung. Orthopädische Praxis 11: 677 - 682

Zimmermann, M. (2007). Physiologie von Nozizeption und Schmerz. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger, P. Nilges (Hrsg.): Schmerzpsychotherapie. Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung (6., akt. und überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin

Zimmermann, M. (1999). Physiologie von Nozizeption und Schmerz. In H. D. Basler (Hrsg.): Psychologische Schmerztherapie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Zimmermann, M. (1997). Der chronische Schmerz. Bedeutung, Physiologie und Dokumentation. Krankengymnastik 11: 1833 - 1837

Zimmermann, M. (1977). Regelung im Nervensystem: Beispiel Spinalmotorik. In Schmidt (Hrsg.): Grundriss der Neurophysiologie. (4. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer

5 Anhang

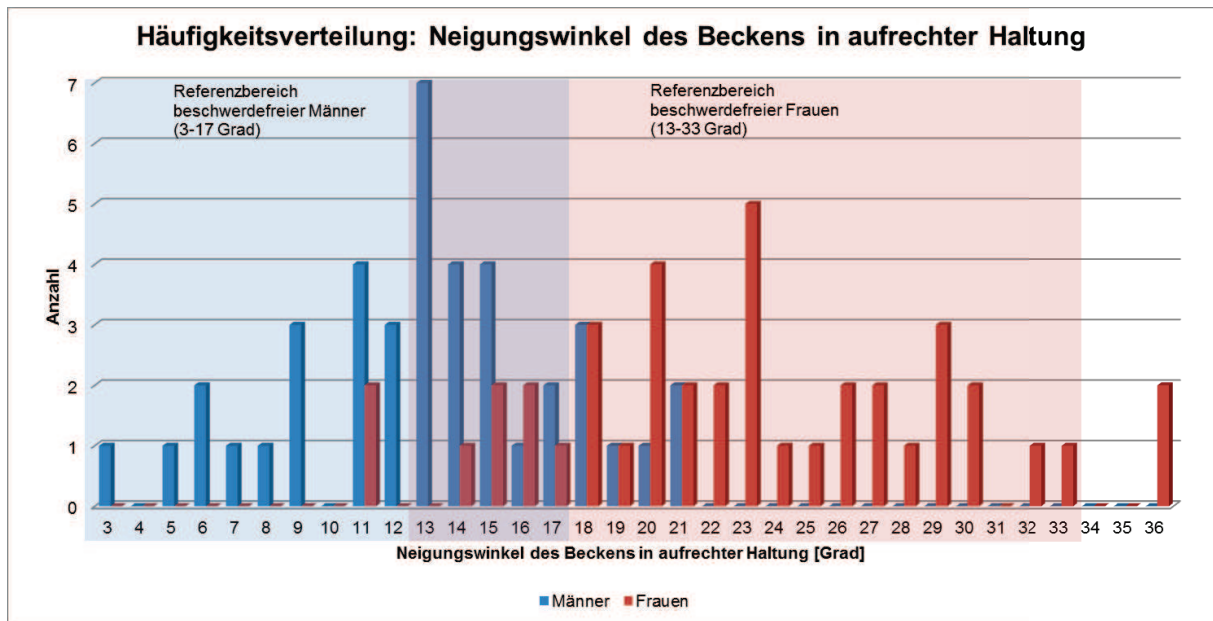


Abbildung 34: Neigungswinkel des Beckens in aufrechter Haltung
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

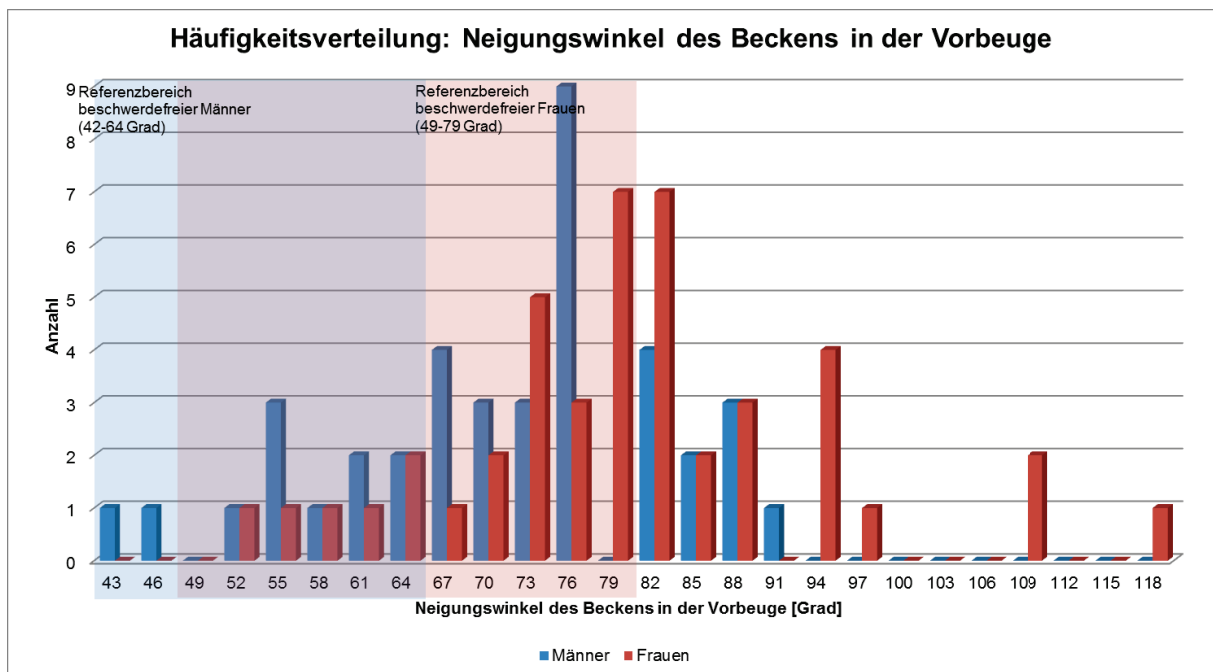


Abbildung 35: Neigungswinkel des Beckens in der Vorbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

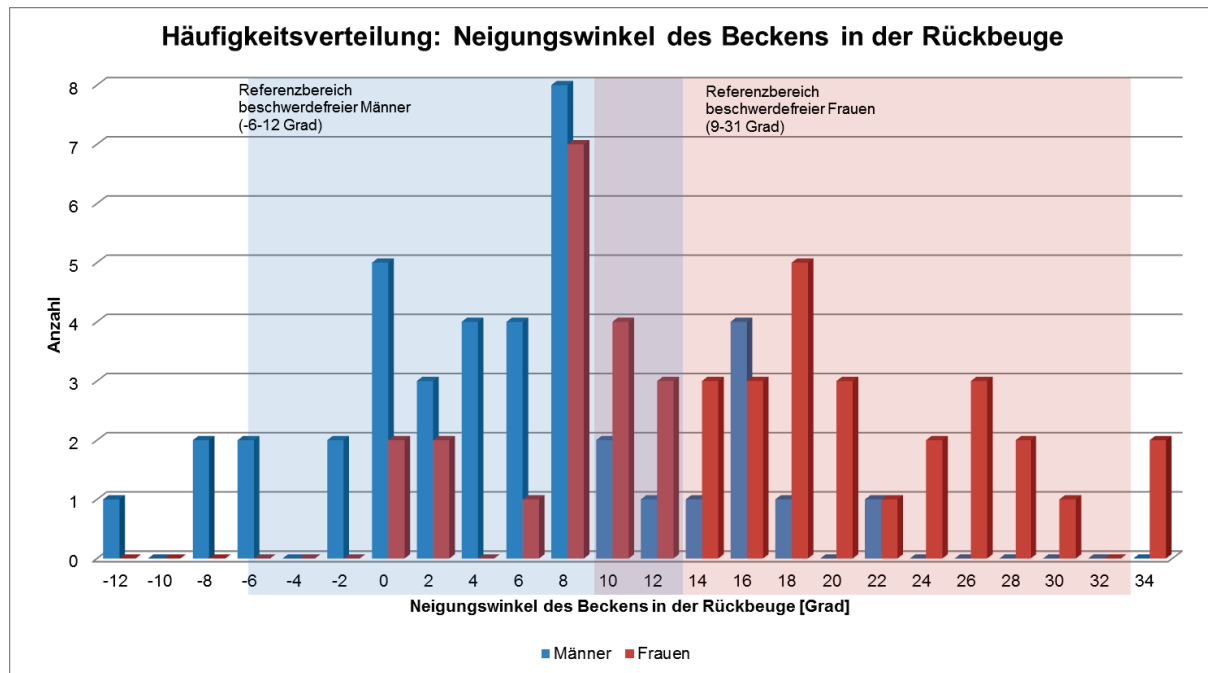


Abbildung 36: Neigungswinkel des Beckens in der Rückbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

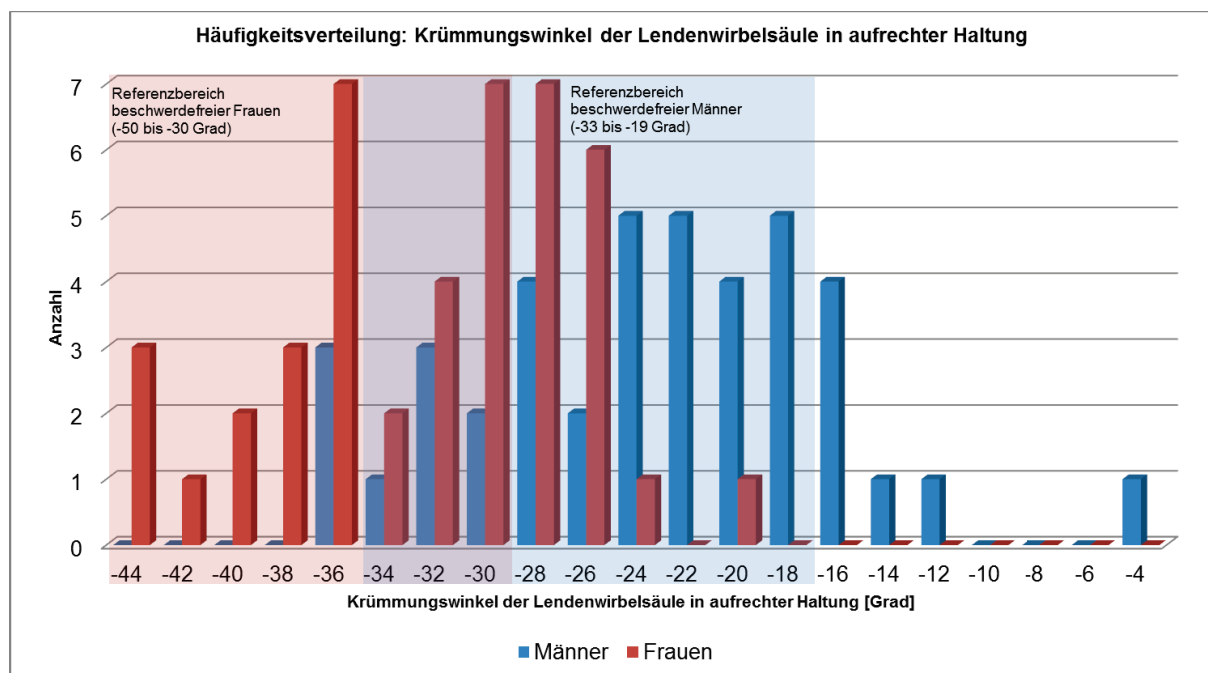


Abbildung 37: Krümmungswinkel der Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

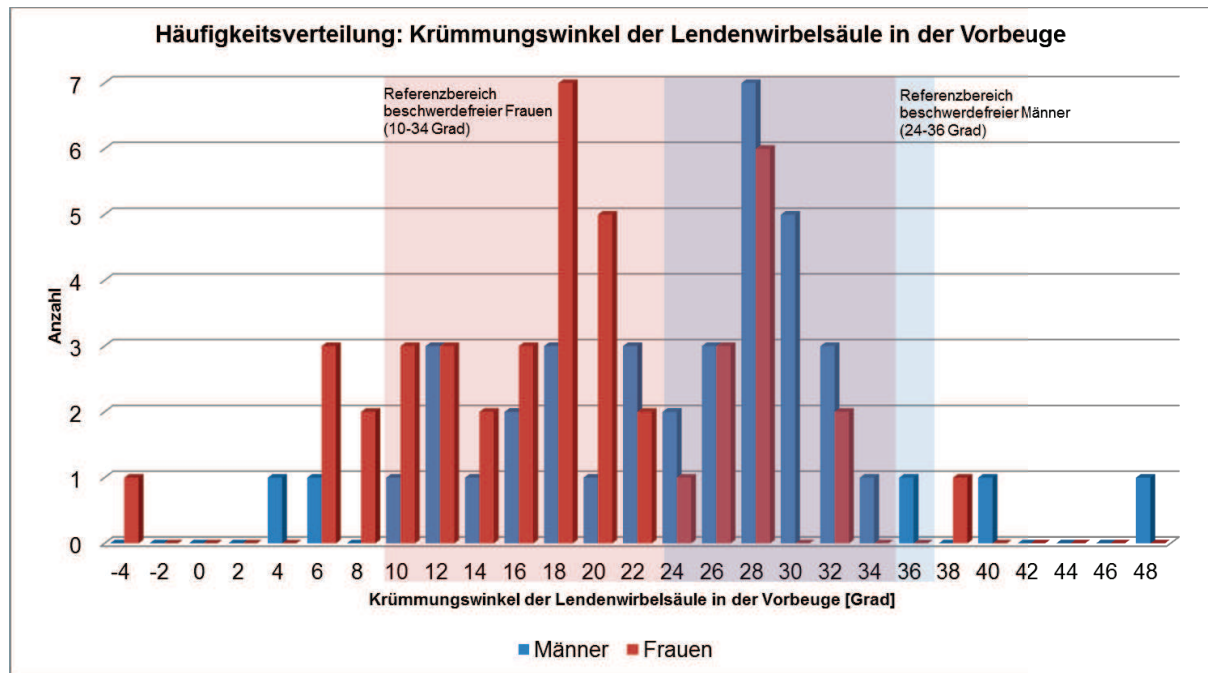


Abbildung 38: Krümmungswinkel der Lendenwirbelsäule in der Vorbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

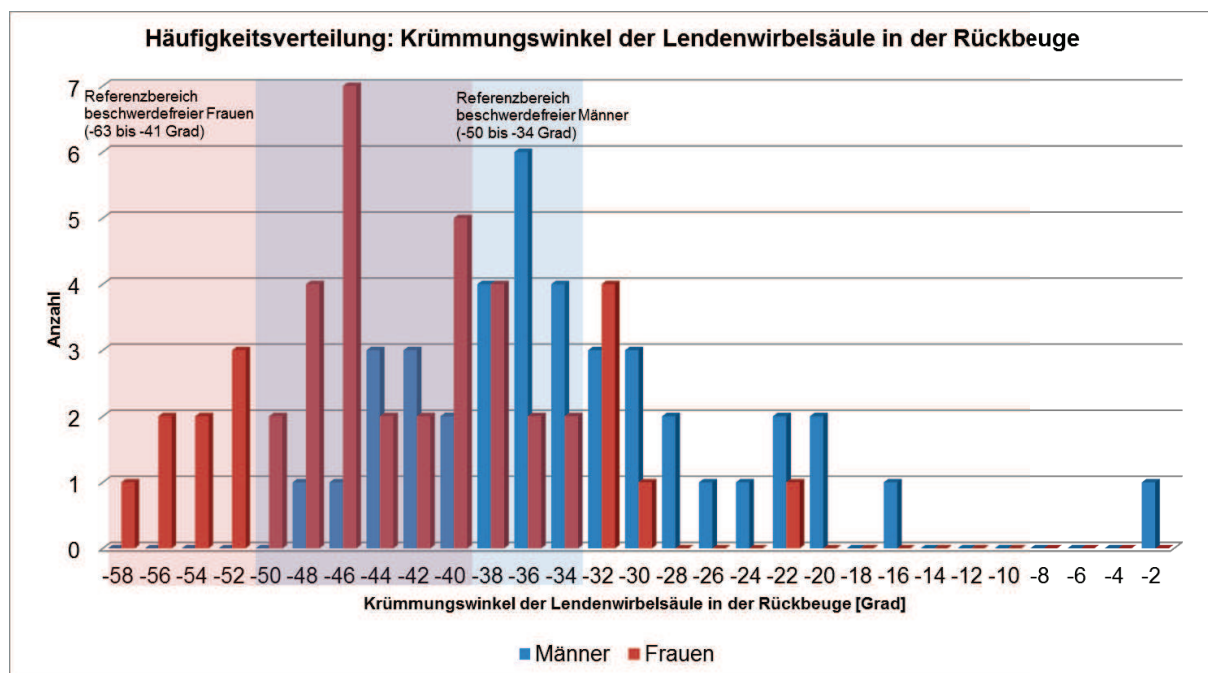


Abbildung 39: Krümmungswinkel der Lendenwirbelsäule in der Rückbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

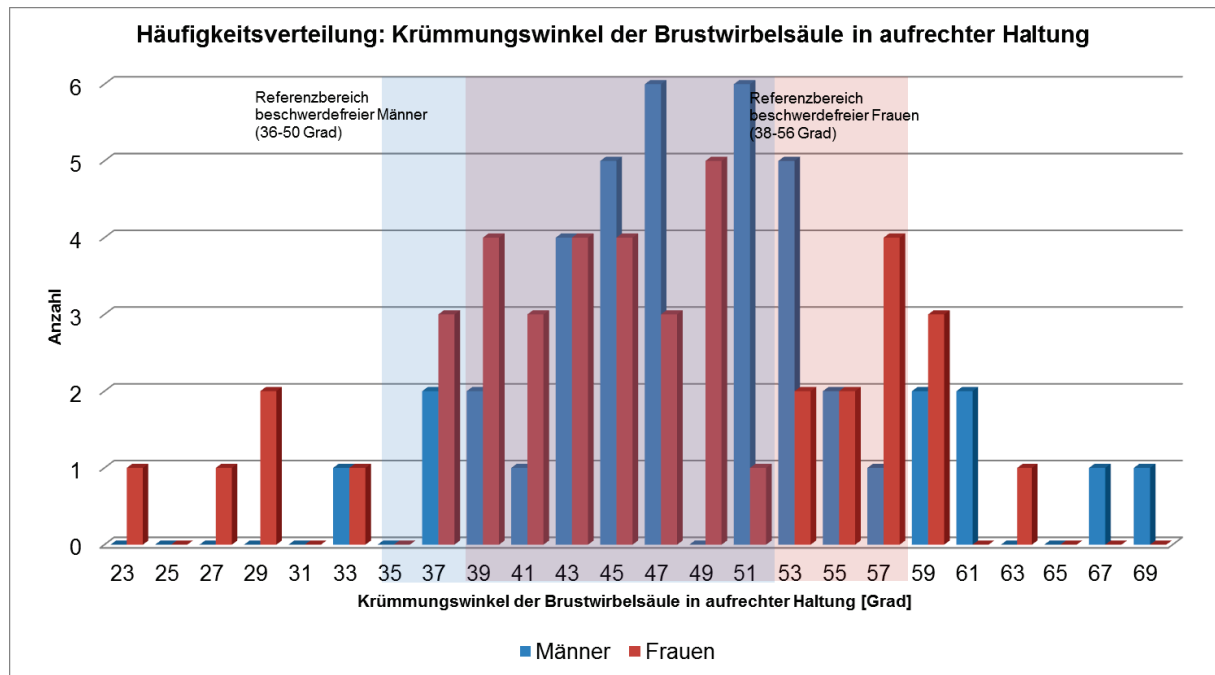


Abbildung 40: Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule in aufrechter Haltung
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

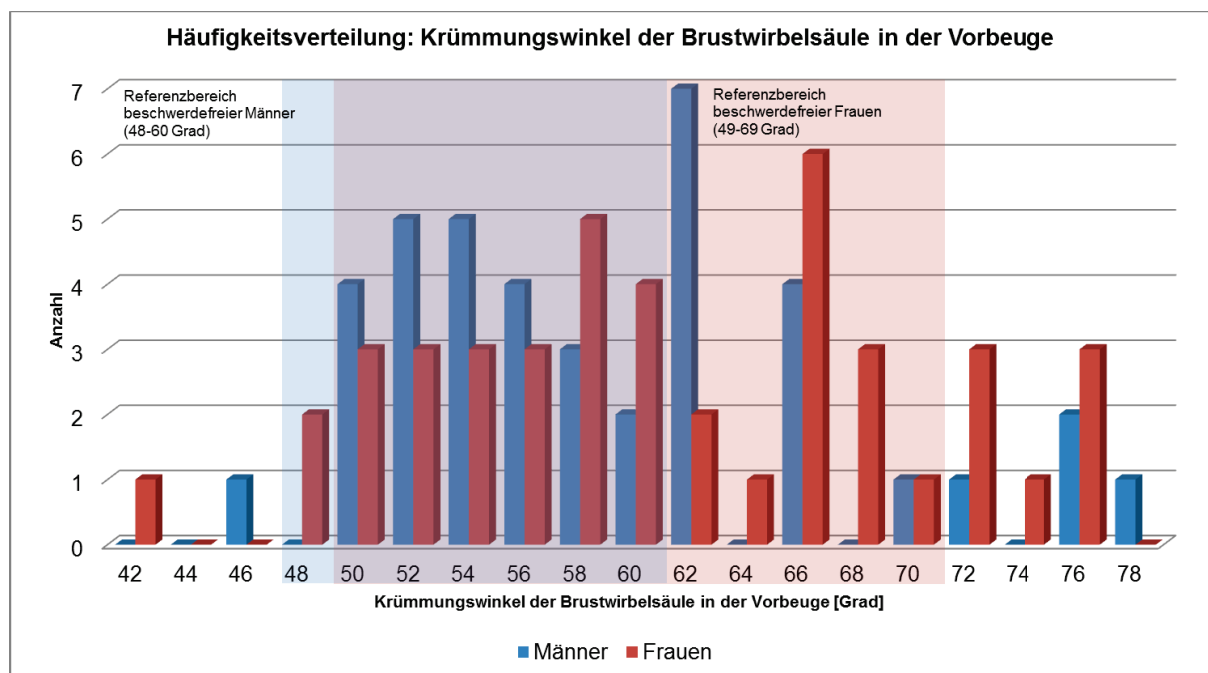


Abbildung 41: Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule in der Vorbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

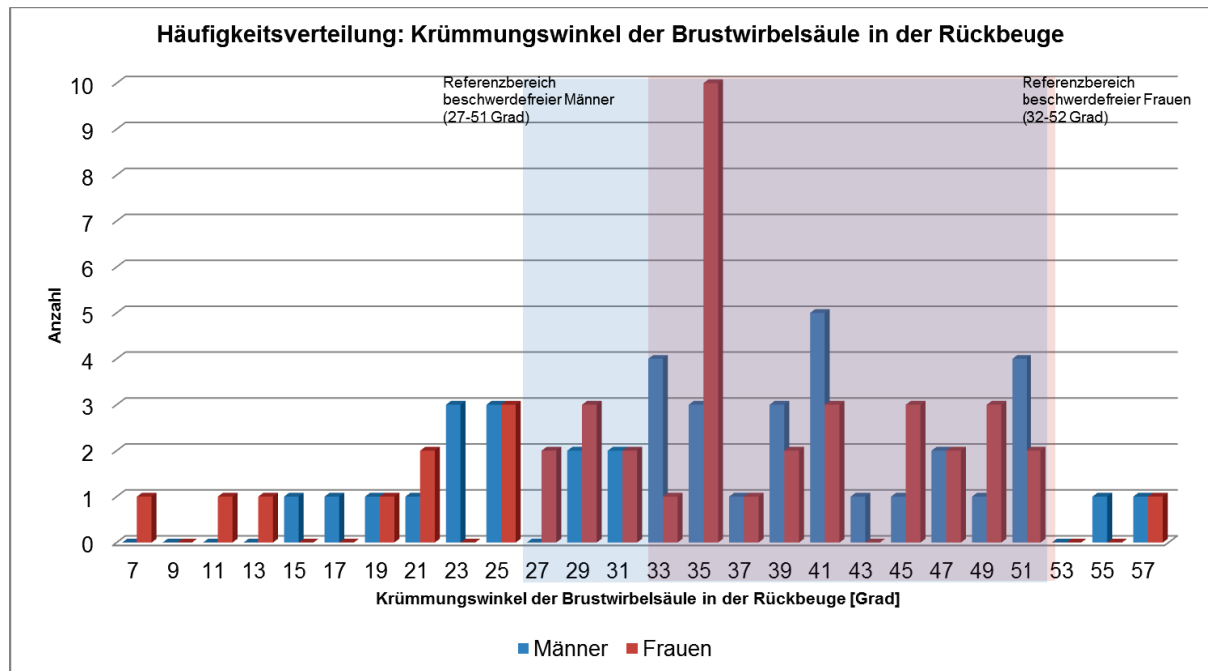


Abbildung 42: Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule in der Rückbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

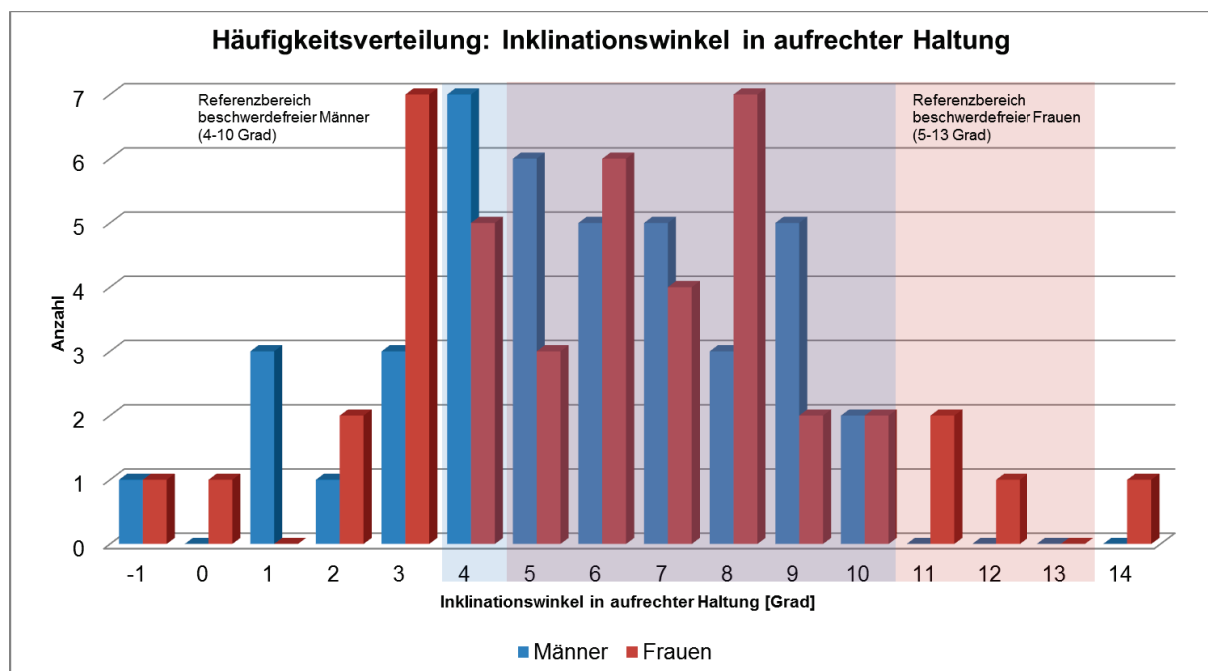


Abbildung 43: Inklinationswinkel in aufrechter Haltung
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

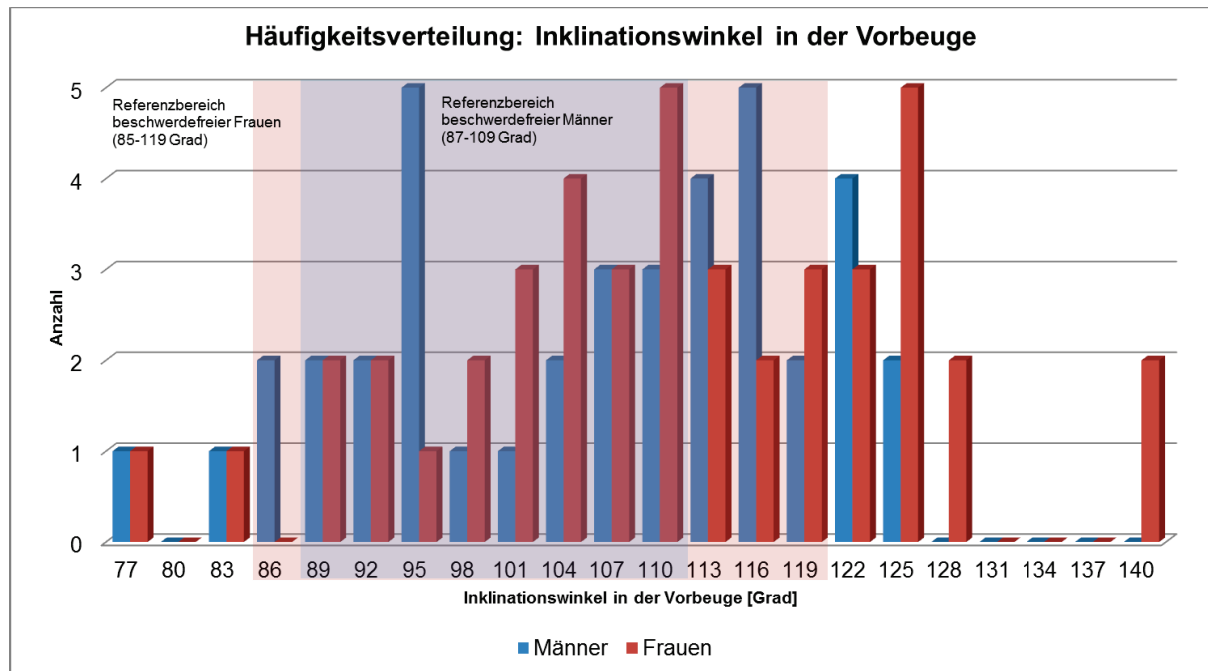


Abbildung 44: Inklinationswinkel in der Vorbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

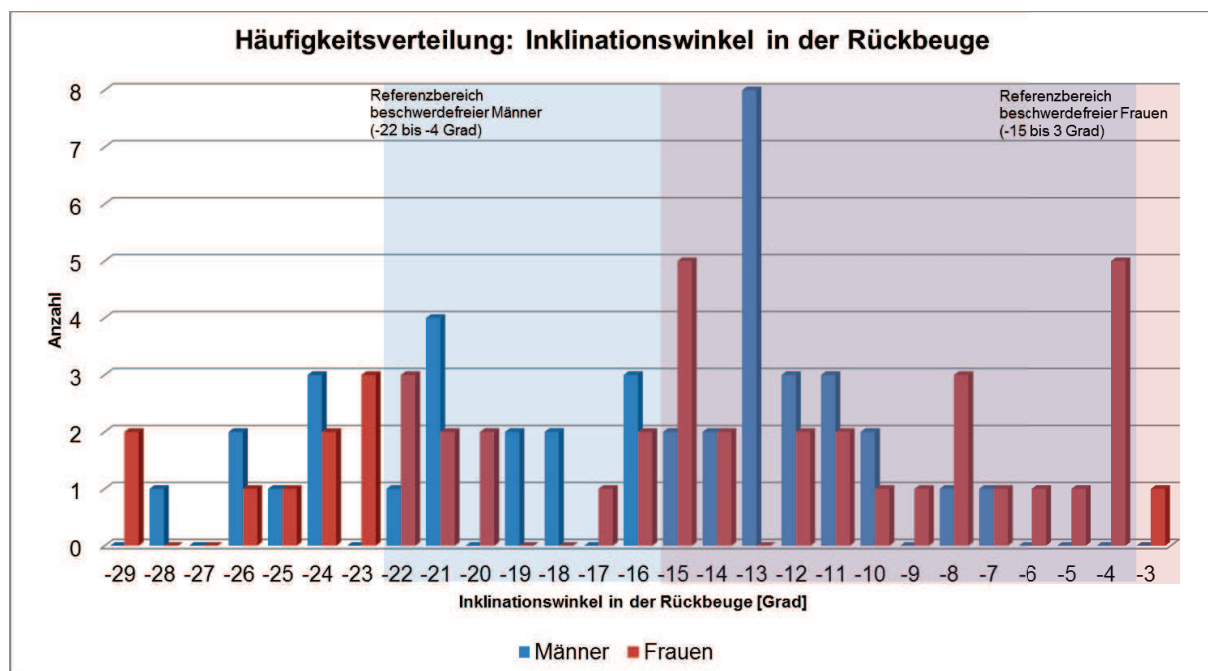


Abbildung 45: Inklinationswinkel in der Rückbeuge
(Altersgruppe 36 bis 50 Jahre, N=85)

Wirbelsäulenhaltung und Rückenschmerz

Tabelle 81: Korrelationen zwischen der Anzahl hypermobiler Bereiche in aufrechter Haltung und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzdauer	Schmerzhäufigkeit	Schmerzlokalisierung
Anzahl der hypermobilen Bereiche ⁴³	Korrelation	-,021	-,029	-,104
	Signifikanz	,791	,708	,348
	N	165	165	165

Tabelle 82: Korrelationen zwischen Schmerzdauer und lordosierten Wirbelkörpern in der Brustwirbelsäule in aufrechter Haltung

(Kreuztabelle)

		Schmerzdauer			Gesamt
		bis 6 Monate	bis 2 Jahre	länger als 2 Jahre	
Lordosierte Wirbelkörper in der Brustwirbelsäule	ja	6 6,5%	8 8,7%	78 84,8%	92 100,0%
	nein	6 8,2%	7 9,6%	60 82,2%	73 100,0%
Gesamt		12 7,3%	15 9,1%	138 83,6%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,230 ^a	2	,892
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,31.

⁴³ Die hypermobilen Bereiche zwischen den beweglichen Segmenten in der aufrechten Haltung werden entsprechend der Anzahl ihres Auftretens in der Brust- und Lendenwirbelsäule (ein- bis viermal) als ordinalskalierte Variablen behandelt.

Tabelle 83: Korrelationen zwischen Schmerzdauer und kyphosierten Wirbelkörpern in der Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung

(Kreuztabelle)

		Schmerzdauer			Gesamt
		bis 6 Monate	bis 2 Jahre	länger als 2 Jahre	
Kyphosierte Wirbelkörper in der Lendenwirbelsäule	ja	3 6,1%	4 8,2%	42 85,7%	49 100,0%
	nein	9 7,8%	11 9,5%	96 82,8%	116 100,0%
Gesamt		12 7,3%	15 9,1%	138 83,6%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,229 ^a	2	,892
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,56.

Tabelle 84: Korrelationen zwischen Schmerzhäufigkeit und lordosierten Wirbelkörpern in der Brustwirbelsäule in aufrechter Haltung

(Kreuztabelle)

		Schmerzhäufigkeit			Gesamt
		gelegentlich	häufig	sehr häufig	
Lordosierte Wirbelkörper in der Brustwirbelsäule	ja	34 37,0%	39 42,4%	19 20,7%	92 100,0%
	nein	32 43,8%	29 39,7%	12 16,4%	73 100,0%
Gesamt		66 40,0%	68 41,2%	31 18,8%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,936 ^a	2	,626
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 13,72.

Tabelle 85: Korrelationen zwischen Schmerzhäufigkeit und kyphosierten Wirbelkörpern in der Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung

(Kreuztabelle)

		Schmerzhäufigkeit			Gesamt
		gelegentlich	häufig	sehr häufig	
Kyphosierte Wirbelkörper in der Lendenwirbelsäule	ja	19 38,8%	20 40,8%	10 20,4%	49 100,0%
	nein	47 40,5%	48 41,4%	21 18,1%	116 100,0%
Gesamt		66 40,0%	68 41,2%	31 18,8%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,126 ^a	2	,939
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 9,21.

Wirbelsäulenbeweglichkeit und Rückenschmerz

Tabelle 86: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenbeweglichkeit und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzdauer	Schmerzhäufigkeit	Schmerzlokalisierung
Brustwirbelsäule Flexion	Korrelation	-,083	-,135	-,078
	Signifikanz	,292	,084	,321
	N	164	164	164
Lendenwirbel- säule Flexion	Korrelation	,186*	,005	,129
	Signifikanz	,017	,949	,099
	N	164	164	164
Lendenwirbel- säule Extension	Korrelation	,095	,110	,058
	Signifikanz	,228	,162	,459
	N	164	164	164
Hüftgelenke Flexion	Korrelation	,014	,013	,062
	Signifikanz	,859	,866	,433
	N	164	164	164
Hüftgelenke Extension	Korrelation	,011	,020	,023
	Signifikanz	,886	,804	,770
	N	164	164	164
Wirbelsäule gesamt Flexion	Korrelation	,021	,002	-,059
	Signifikanz	,793	,977	,453
	N	164	164	164
Wirbelsäule gesamt Extension	Korrelation	,024	,118	,104
	Signifikanz	,762	,132	,185
	N	164	164	164

Tabelle 87: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenextension und Schmerzauslösern

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lenden-wirbelsäule Extension	Inklination Extension
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Körperlicher Anstrengung	Alter Körpergröße Körpergewicht	Korrelation	-,091	,063	,116
		Signifikanz	,250	,428	,143
		(2-seitig)			
		N	160	160	160
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Bewegungsmangel		Korrelation	,092	-,078	,040
		Signifikanz	,245	,324	,617
		(2-seitig)			
		N	160	160	160
<i>Schmerzen aufgrund:</i> Psychischer Belastung		Korrelation	-,025	,042	-,048
		Signifikanz	,749	,595	,541
		(2-seitig)			
		N	160	160	160

Tabelle 88: Korrelationen zwischen Schmerzdauer und der Winkelstellung der Bewegungssegmente in der Flexion

(Kreuztabelle)

	Schmerzdauer			Gesamt
	bis 6 Monate	bis 2 Jahre	länger als 2 Jahre	
Sind in der maximalen Flexion	7	6	73	86
Vorbeuge alle Segmente funktionsgemäß	5	9	64	78
kyphotisch ausgerichtet				
Gesamt	12	15	137	164

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,137 ^a	2	,566
Anzahl der gültigen Fälle	164		

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,71.

Tabelle 89: Korrelationen zwischen der Schmerzhäufigkeit und der Winkelstellung der Bewegungs-segmente in der Flexion

(Kreuztabelle)

	Schmerzhäufigkeit			Gesamt
	gelegentlich	häufig	sehr häufig	
Sind in der maximalen ja	34	38	14	86
Vorbeuge alle Segmente nein	32	29	17	78
funktionsgemäß				
kyphotisch ausgerichtet				
Gesamt	66	67	31	164

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,172 ^a	2	,566
Anzahl der gültigen Fälle	164		

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 14,74.

Tabelle 90: Korrelation zwischen Schmerzdauer und einer ungleichmäßigen frontalen Bewegungs-amplitude

(Kreuztabelle)

	Schmerzdauer			Gesamt
	bis 6 Monate	bis 2 Jahre	länger als 2 Jahre	
Bewegungsamplitude gleichmäßig	10	13	91	114
nach rechts und links	8,8%	11,4%	79,8%	100,0%
ungleichmäßig	2	2	47	51
	3,9%	3,9%	92,2%	100,0%
Gesamt	12	15	138	165
	7,3%	9,1%	83,6%	100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	3,950 ^a	2	,139
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,71.

Tabelle 91: Korrelation zwischen Schmerzhäufigkeit und einer ungleichmäßigen frontalen Bewegungsamplitude

(Kreuztabelle)

	Schmerzhäufigkeit			Gesamt
	gelegentlich	häufig	sehr häufig	
Bewegungsamplitude gleichmäßig nach rechts und links	46 40,4%	48 42,1%	20 17,5%	114 100,0%
ungleichmäßig	20 39,2%	20 39,2%	11 21,6%	51 100,0%
Gesamt	66 40,0%	68 41,2%	31 18,8%	165 100,0%

(Chi²-Test)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,387 ^a	2	,824
Anzahl der gültigen Fälle	165		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 9,58.

Geschlechtsspezifische Merkmale der Rückenschmerzsymptomatik

Tabelle 92: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman, Männer)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Schmerzdauer	Korrelation	-,063	,042	,050	,015
	Signifikanz	,568	,706	,649	,890
	N	84	84	84	84
Schmerzhäufigkeit	Korrelation	-,083	,083	,054	,061
	Signifikanz	,454	,453	,627	,583
	N	84	84	84	84
Schmerzlokalisierung	Korrelation	-,190	-,051	,147	,017
	Signifikanz	,084	,646	,182	,879
	N	84	84	84	84

Tabelle 93: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzvariablen
(Korrelationsanalyse nach Spearman, Frauen)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Schmerzdauer	Korrelation	-,020	-,097	,149	,171
	Signifikanz	,859	,390	,185	,128
	N	81	81	81	81
Schmerzhäufigkeit	Korrelation	-,123	,045	,076	-,060
	Signifikanz	,274	,692	,499	,596
	N	81	81	81	81
Schmerzlokalisierung	Korrelation	-,100	,111	,038	,040
	Signifikanz	,375	,323	,738	,720
	N	81	81	81	81

Berufsalltag und Wirbelsäulenfunktion

Tabelle 94: Korrelationen zwischen Berufsalltag und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Berufsalltag	Korrelation	-,387***	,119	,306***	-,011
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,127	,000	,889
	N	165	165	165	165

Männer (Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Berufsalltag	Korrelation	,034	,018	-,067	,004
	Signifikanz (2-seitig)	,762	,874	,547	,971
	N	84	84	84	84

Frauen (Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke	Brustwirbelsäule	Lendenwirbelsäule	Inklination
Berufsaltag	Korrelation	-,136	,000	,253*	-,021
	Signifikanz (2-seitig)	,224	,997	,023	,850
	N	81	81	81	81

Tabelle 95: Korrelationen zwischen Berufsaltag und Wirbelsäulenflexion

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Brustwirbelsäule Flexion	Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination Flexion
Berufsaltag	Korrelation	-,221**	-,116	,228**	-,113
	Signifikanz (2-seitig)	,004	,138	,003	,151
	N	165	165	165	165

Männer (Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Brustwirbelsäule Flexion	Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination Flexion
Berufsaltag	Korrelation	-,080	-,071	,033	-,046
	Signifikanz (2-seitig)	,473	,526	,768	,683
	N	83	83	83	83

Frauen (Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Brustwirbelsäule Flexion	Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination Flexion
Berufsaltag	Korrelation	,045	,011	,023	,016
	Signifikanz (2-seitig)	,689	,924	,838	,890
	N	81	81	81	81

Tabelle 96: Korrelationen zwischen Berufsalltag und Wirbelsäulenextension

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lendenwirbelsäule Extension	Inklination Extension
Berufsalltag	Korrelation	-,259***	,209**	-,059
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,007	,453
	N	165	165	165

Männer (Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lendenwirbelsäule Extension	Inklination Extension
Berufsalltag	Korrelation	,123	-,100	,039
	Signifikanz (2-seitig)	,264	,364	,724
	N	84	84	84

Frauen (Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lendenwirbelsäule Extension	Inklination Extension
Berufsalltag	Korrelation	-,147	,230*	-,010
	Signifikanz (2-seitig)	,191	,039	,930
	N	81	81	81

Tabelle 97: Korrelationen zwischen der Anzahl hypermobiler Bereiche und dem Berufsalltag

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Hypermobile Bereiche aufrechter Haltung	Hypermobile Bereiche in der Vorbeuge	Hypermobile Bereiche in der Rückbeuge
Berufsalltag	Korrelation	-,079	-,060	-,017
	Signifikanz (2-seitig)	,439	,445	,833
	N	165	165	165

Bewegungsaktivität und Wirbelsäulenfunktion

Tabelle 98: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Bewegungsaktivität	Alter	Korrelation	,100	-,117	-,056	-,066
	Körpergröße	Signifikanz	,207	,139	,475	,402
	Körpergewicht	(2-seitig)				
		N	160	160	160	160

Tabelle 99: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und der Wirbelsäulenflexion

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke Flexion	Winkelstellung Brustwirbelsäule Flexion	Winkelstellung Lendenwirbelsäule Flexion	Inklination Flexion
Bewegungsaktivität	Alter	Korrelation	,083	-,033	,082	,113
	Körpergröße	Signifikanz	,295	,677	,303	,155
	Körpergewicht	(2-seitig)				
		N	159	159	159	159

Tabelle 100: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und der Wirbelsäulenextension

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Sacrum und Hüftgelenke Extension	Lendenwirbelsäule Extension	Inklination Extension
Bewegungsaktivität	Alter	Korrelation	,029	-,132	-,183*
	Körpergröße	Signifikanz	,713	,094	,020
	Körpergewicht	(2-seitig)			
		N	160	160	160

Tabelle 101: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Winkelstellung Sacrum und Hüftgelenke	Winkelstellung Brustwirbelsäule	Winkelstellung Lendenwirbelsäule	Inklination
Bewegungsaktivität	Alter	Korrelation	-,000	,048	-,098	-,091
	Körpergröße	Signifikanz	,996	,541	,214	,250
	Körpergewicht	(2-seitig)				
		N	160	160	160	160

Tabelle 102: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Lateralflexion links

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Sacrum und Hüftgelenke links	Brustwirbelsäule links	Lendenwirbelsäule links	Inklination links
Bewegungsaktivität	Alter	Korrelation	,033	,032	-,074	-,049
	Körpergröße,	Signifikanz	,680	,687	,352	,536
	Körpergewicht	(2-seitig)				
		N	160	160	160	160

Tabelle 103: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Lateralflexion rechts

(Partialkorrelationsanalyse)

	Kontrollvariable		Sacrum und Hüftgelenke rechts	Brustwirbelsäule rechts	Lendenwirbelsäule rechts	Inklination rechts
Bewegungsaktivität	Alter	Korrelation	,093	,047	-,053	,021
	Körpergröße,	Signifikanz	,241	,556	,502	,794
	Körpergewicht	(2-seitig)				
		N	160	160	160	160

Bewegungsaktivität und Rückenschmerz

Tabelle 104: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzdauer	Schmerzhäufigkeit	Schmerzlokalisierung
Bewegungsaktivität	Korrelation	-,015	,132	,096
	Signifikanz (2-seitig)	,848	,090	,220
	N	165	165	165

Tabelle 105: Korrelationen zwischen der Intensität der Bewegung und Schmerzvariablen

(Korrelationsanalyse nach Spearman)

		Schmerzdauer	Schmerzhäufigkeit	Schmerzlokalisierung
Intensität der Bewegung	Korrelation	-,024	-,044	,016
	Signifikanz (2-seitig)	,832	,703	,888
	N	79	79	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Originäres biopsychosoziales Modell nach Engel (1975, 1976).....	55
Abbildung 2: Das biopsychosoziale Behandlungsmodell nach Engel (1977)	57
Abbildung 3: Interpretation der Segmentwinkel (nach Idiag 2004,1)	68
Abbildung 4: Personenmerkmale.....	73
Abbildung 5: Schmerzvariablen	74
Abbildung 6: Subjektiv erlebte Schmerz auslöser.....	75
Abbildung 7: Subjektiv erlebte Schmerzursache	76
Abbildung 8: Körperliche Aktivität	78
Abbildung 9: Wirkung unspezifischer Maßnahmen auf Rückenschmerzen	79
Abbildung 10: Subjektiv eingeschätzte Wirksamkeit von Therapieverfahren.....	81
Abbildung 11: Welche Faktoren sind den Patienten in der Behandlung wichtig?	83
Abbildung 12: Sagittale Wirbelsäulenform im aufrechten Stand.....	87
Abbildung 13: Haltungsanalyse	95
Abbildung 14: Haltungsanalyse (Männer).....	96
Abbildung 15: Haltungsanalyse (Frauen).....	96
Abbildung 16: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene	98
Abbildung 17: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Männer).....	98
Abbildung 18: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen)	99
Abbildung 19: Die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene	100
Abbildung 20: Die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Männer).....	101
Abbildung 21: Die segmentale Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen).....	101
Abbildung 22: Bewegungsverhalten der spinalen Segmente in der Flexion.	102
Abbildung 23: Bewegungsverhalten der spinalen Segmente in der Extension.	102
Abbildung 24: Anzahl hypermobiler Bereiche	103
Abbildung 25: Anzahl hypermobiler Bereiche (Männer)	104
Abbildung 26: Anzahl hypermobiler Bereiche (Frauen)	104
Abbildung 27: Lokalisation hypermobiler Bereiche	105
Abbildung 28: Lokalisation hypermobiler Bereiche (Männer).....	105
Abbildung 29: Lokalisation hypermobiler Bereiche (Frauen)	106
Abbildung 30: Wirbelsäulenhaltung in der Frontalebene	110
Abbildung 31: Bewegungsamplitude in der Frontalebene	111
Abbildung 32: Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Frontalebene	112

Abbildung 33: Bewegungsverhalten der spinalen Segmente in der maximalen Flexion	133
Abbildung 34: Neigungswinkel des Beckens in aufrechter Haltung	196
Abbildung 35: Neigungswinkel des Beckens in der Vorbeuge	196
Abbildung 36: Neigungswinkel des Beckens in der Rückbeuge	197
Abbildung 37: Krümmungswinkel der Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung	197
Abbildung 38: Krümmungswinkel der Lendenwirbelsäule in der Vorbeuge	198
Abbildung 39: Krümmungswinkel der Lendenwirbelsäule in der Rückbeuge.....	198
Abbildung 40: Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule in aufrechter Haltung	199
Abbildung 41: Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule in der Vorbeuge	199
Abbildung 42: Krümmungswinkel der Brustwirbelsäule in der Rückbeuge	200
Abbildung 43: Inklinationswinkel in aufrechter Haltung	200
Abbildung 44: Inklinationswinkel in der Vorbeuge	201
Abbildung 45: Inklinationswinkel in der Rückbeuge	201

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale akuter und chronischer Schmerzen	25
Tabelle 2: Häufigkeit von Rückenschmerzen im internationalen Vergleich.....	32
Tabelle 3: Charakterisierung der Muskelsysteme	43
Tabelle 4: Referenzwerte für beschwerdefreie Männer bis 35 Jahre.....	69
Tabelle 5: Referenzwerte für beschwerdefreie Männer von 36 bis 50 Jahre	69
Tabelle 6: Referenzwerte für beschwerdefreie Männer über 50 Jahre	69
Tabelle 7: Referenzwerte für beschwerdefreie Frauen bis 35 Jahre	69
Tabelle 8: Referenzwerte für beschwerdefreie Frauen von 36 bis 50 Jahre	70
Tabelle 9: Referenzwerte für beschwerdefreie Frauen über 50 Jahre	70
Tabelle 10: Klassifikation des Körpergewichts.....	85
Tabelle 11: Anthropometrische Merkmale	85
Tabelle 12: Anthropometrische Merkmale (Männer).....	86
Tabelle 13: Anthropometrische Merkmale (Frauen)	86
Tabelle 14: Inklinationwinkel in der Sagittalebene	88
Tabelle 15: Inklinationwinkel in der Sagittalebene (Männer).....	88
Tabelle 16: Inklinationwinkel in der Sagittalebene (Frauen).....	89
Tabelle 17: Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke in der Sagittalebene	90
Tabelle 18: Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke in der Sagittalebene (Männer).....	90
Tabelle 19: Winkelstellung des Sacrums und der Hüftgelenke in der Sagittalebene (Frauen).....	90
Tabelle 20: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene.....	91
Tabelle 21: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene (Männer)	91
Tabelle 22: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen)	92
Tabelle 23: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene	93
Tabelle 24: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene (Männer)...	93
Tabelle 25: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene (Frauen) ...	93
Tabelle 26: Erläuterung der sagittalen Haltungsmerkmale und der sagittalen Flexion	94
Tabelle 27: Inklinationwinkel der Wirbelsäule in der Frontalebene	107
Tabelle 28: Inklinationwinkel der Wirbelsäule in der Frontalebene (Männer).....	107
Tabelle 29: Inklinationwinkel der Wirbelsäule in der Frontalebene (Frauen).....	107
Tabelle 30: Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene	108
Tabelle 31: Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene (Männer)	108
Tabelle 32: Winkelstellung des Sacrums in der Frontalebene (Frauen)	108

Tabelle 33: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Frontalebene	108
Tabelle 34: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Frontalebene (Männer)	109
Tabelle 35: Winkelstellung der Brustwirbelsäule in der Frontalebene (Frauen)	109
Tabelle 36: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Frontalebene	109
Tabelle 37: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Frontalebene (Männer) ..	109
Tabelle 38: Winkelstellung der Lendenwirbelsäule in der Frontalebene (Frauen) ..	110
Tabelle 39: Korrelationen zwischen den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule	115
Tabelle 40: Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule	116
Tabelle 41: Korrelationen zwischen den sagittalen und frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule	117
Tabelle 42: Korrelationen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Flexion...	119
Tabelle 43: Korrelationen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten in der Extension	119
Tabelle 44: Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Flexion	121
Tabelle 45: Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Extension	121
Tabelle 46: Korrelationen zwischen der sagittalen und frontalen Beweglichkeit	122
Tabelle 47: Darstellung der für die statistischen Prüfverfahren verwendeten Vorzeichen	123
Tabelle 48: Korrelationen zwischen den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	124
Tabelle 49: Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den haltungsbestimmenden Parametern der Wirbelsäule in der Frontalebene	125
Tabelle 50: Korrelationen zwischen den Krümmungswinkeln der Wirbelsäule bei Lateralflexion nach links	126
Tabelle 51: Korrelationen zwischen den Krümmungswinkeln der Wirbelsäule bei Lateralflexion nach rechts	126
Tabelle 52: Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule	127
Tabelle 53: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzvariablen	129
Tabelle 54: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzauslösern	130
Tabelle 55: Korrelationen zwischen sagittaler Flexion und Schmerzauslösern	132
Tabelle 56: Korrelationen zwischen den Schmerzvariablen und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule im aufrechten Stand	134
Tabelle 57: Korrelationen zwischen frontaler Wirbelsäulenhaltung und den Schmerzauslösern	135

Tabelle 58: Korrelationen zwischen den Schmerzvariablen und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach links.....	136
Tabelle 59: Korrelationen zwischen den Schmerzvariablen und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach rechts	136
Tabelle 60: Korrelationen zwischen den Schmerzauslösern und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach links.....	137
Tabelle 61: Korrelationen zwischen den Schmerzauslösern und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule nach rechts	138
Tabelle 62: Korrelation zwischen Schmerzdauer und Geschlecht.....	139
Tabelle 63: Korrelation zwischen Schmerzhäufigkeit und Geschlecht.....	139
Tabelle 64: Korrelationen zwischen Körpergröße und den haltungsbestimmenden Parametern in der Sagittalebene	141
Tabelle 65: Korrelationen zwischen Körpergewicht und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	141
Tabelle 66: Korrelationen zwischen Relativgewicht und sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	142
Tabelle 67: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Merkmalen und der Wirbelsäulenflexion	143
Tabelle 68: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Wirbelsäulenextension.....	144
Tabelle 69: Korrelationen zwischen Körpergröße und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	145
Tabelle 70: Korrelationen zwischen Körpergewicht und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	145
Tabelle 71: Korrelationen zwischen Relativgewicht und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	145
Tabelle 72: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Beweglichkeit der Wirbelsäule nach links	146
Tabelle 73: Korrelationen zwischen den anthropometrischen Faktoren und der Beweglichkeit der Wirbelsäule nach rechts	147
Tabelle 74: Korrelationen zwischen Schmerzvariablen und anthropometrischen Merkmalen.....	148
Tabelle 75: Korrelationen zwischen Schmerzauslösern und anthropometrischen Merkmalen.....	148
Tabelle 76: Korrelationen zwischen Berufsalltag und Schmerzvariablen	150
Tabelle 77: Korrelation zwischen Berufsalltag und Schmerzauslösern	150
Tabelle 78: Korrelationen zwischen der Anzahl hypermobiler Bereiche und körperlicher Aktivität	151
Tabelle 79: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Schmerzauslösern...	152
Tabelle 80: Korrelationen zwischen Berufsalltag und der Wirkung von Bewegungsaktivität.....	153

Tabelle 81: Korrelationen zwischen der Anzahl hypermobiler Bereiche in aufrechter Haltung und Schmerzvariablen.....	202
Tabelle 82: Korrelationen zwischen Schmerzdauer und lordosierten Wirbelkörpern in der Brustwirbelsäule in aufrechter Haltung.....	202
Tabelle 83: Korrelationen zwischen Schmerzdauer und kyphosierten Wirbelkörpern in der Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung	203
Tabelle 84: Korrelationen zwischen Schmerzhäufigkeit und lordosierten Wirbelkörpern in der Brustwirbelsäule in aufrechter Haltung	203
Tabelle 85: Korrelationen zwischen Schmerzhäufigkeit und kyphosierten Wirbelkörpern in der Lendenwirbelsäule in aufrechter Haltung	204
Tabelle 86: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenbeweglichkeit und Schmerzvariablen	205
Tabelle 87: Korrelationen zwischen sagittaler Extension und Schmerzauslösern unter Ausschluss der anthropometrischen Personenmerkmale.....	206
Tabelle 88: Korrelationen zwischen Schmerzdauer und der Winkelstellung der Bewegungssegmente in der Flexion.....	206
Tabelle 89: Korrelationen zwischen der Schmerzhäufigkeit und der Winkelstellung der Bewegungssegmente in der Flexion.....	207
Tabelle 90: Korrelation zwischen Schmerzdauer und einer ungleichmäßigen frontalen Bewegungsamplitude	207
Tabelle 91: Korrelation zwischen Schmerzhäufigkeit und einer ungleichmäßigen frontalen Bewegungsamplitude	208
Tabelle 92: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzvariablen.....	208
Tabelle 93: Korrelationen zwischen sagittaler Wirbelsäulenhaltung und Schmerzvariablen.....	209
Tabelle 94: Korrelationen zwischen Berufsalltag und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	209
Tabelle 95: Korrelationen zwischen Berufsalltag und Wirbelsäulenflexion	210
Tabelle 96: Korrelationen zwischen Berufsalltag und Wirbelsäulenextension	211
Tabelle 97: Korrelationen zwischen der Anzahl hypermobiler Bereiche und dem Berufsalltag.....	211
Tabelle 98: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und den sagittalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	212
Tabelle 99: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und der Wirbelsäulenflexion	212
Tabelle 100: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und der Wirbelsäulenextension.....	212
Tabelle 101: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und den frontalen Krümmungswinkeln der Wirbelsäule in aufrechter Haltung	213
Tabelle 102: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Lateralflexion links	213

Tabelle 103: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Lateralflexion rechts	213
Tabelle 104: Korrelationen zwischen Bewegungsaktivität und Schmerzvariablen..	214
Tabelle 105: Korrelationen zwischen der Intensität der Bewegung und Schmerzvariablen	214

Fragebogen zur Bewertung von Rückenschmerzen

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr!

Gehen Sie bei der Beantwortung der Fragen bitte der Reihe nach vor. Überspringen Sie eine oder mehrere Fragen nur dann, wenn im Text ausdrücklich darauf hingewiesen wurde. Scheuen Sie sich nicht, auch extreme Werte anzukreuzen, wenn diese für Sie zutreffen. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, es kommt auf Ihr individuelles Erleben an. Die Verwendung der männlichen Sprachform (z. B. Angestellter) geschieht aus rein pragmatischen Erwägungen und schließt die weibliche Version des jeweiligen Begriffs ein.

Für Ihre Teilnahmebereitschaft bedanke ich mich ganz herzlich.
Ina Rosemeier (M. A.)

Forschungsnummer:

A: Soziodemographische Daten

1. Geburtsjahr

2. Geschlecht

a ☐ männlich

b ☐ weiblich

3. Familienstand

a ☐ Ledig

c ☐ Geschieden

e ☐ Getrennt

b ☐ Verheiratet

d ☐ Zusammenlebend

f ☐ Verwitwet

4. Schulabschluss

a ☐ Keinen

d ☐ Fachhochschulreife

b ☐ Hauptschule

e ☐ Allgemeine Hochschulreife (Abitur)

c ☐ Realschule

5. Berufsstatus

a ☐ Vollzeit

c ☐ Arbeitslos

e ☐ Im Ruhestand

b ☐ Teilzeit

d ☐ Im Haushalt tätig

6. Wenn Sie berufstätig sind/waren: Haben Sie wegen Ihrer Rückenschmerzen ein Rentenverfahren beantragt oder sind Sie wegen Ihrer Rückenschmerzen bereits berentet worden?

a ☐ Ja

b ☐ Nein

7. Seit wann bestehen Ihre Rückenschmerzen oder wie lange litten Sie unter Rückenschmerzen?

a ☐ Weniger als 1 Monat

c ☐ 1/2 Jahr bis 1 Jahr

e ☐ 2 bis 5 Jahre

b ☐ 1 Monat bis 1/2 Jahr

d ☐ 1 bis 2 Jahre

f ☐ Mehr als 5 Jahre

Wo treten Ihre Rückenschmerzen auf? (Bitte bewerten Sie jede Aussage)

gelegentlich häufig sehr häufig

8. Lendenwirbelsäule und Becken

☐☐☐

9. Brustwirbelsäule

☐☐☐

10. Halswirbelsäule

☐☐☐

Was löst Ihrer Erfahrung nach Ihre Rückenschmerzen aus oder verstärkt sie? (Bitte bewerten Sie jede Aussage)

	trifft nicht zu	trifft kaum zu	trifft teilweise zu	trifft zu	trifft voll zu
11. Körperliche Anstrengung	☐	☐	☐	☐	☐
12. Bewegungsmangel	☐	☐	☐	☐	☐
13. Psychische Belastung	☐	☐	☐	☐	☐
14. Berufliche Belastung	☐	☐	☐	☐	☐
15. Aufregung im persönlichen Bereich	☐	☐	☐	☐	☐

Auf welche Ursache führen Sie Ihre Rückenschmerzen zurück? (Bitte bewerten Sie jede Aussage)

	trifft nicht zu	trifft kaum zu	trifft teilweise zu	trifft zu	trifft voll zu
16. Auf eine bestimmte Erkrankung	☐	☐	☐	☐	☐
17. Auf eine Operation	☐	☐	☐	☐	☐
18. Auf einen Unfall	☐	☐	☐	☐	☐
19. Auf körperliche Belastung	☐	☐	☐	☐	☐
20. Auf seelische Belastung	☐	☐	☐	☐	☐
21. Auf Bewegungsmangel	☐	☐	☐	☐	☐
22. Für mich ist keine Ursache erkennbar	☐	☐	☐	☐	☐

23. Können Sie Ihre Rückenschmerzen - ohne die Einnahme von Schmerzmitteln - positiv beeinflussen?
(bei Nein springen Sie zu Frage 29)

a ☐ Ja b ☐ Nein

Wie wirken sich die folgenden Maßnahmen auf Ihre Rückenschmerzen aus? (Bitte bewerten Sie jede Aussage)

	sehr negativ	eher negativ	gar nicht	eher positiv	sehr positiv
24. Körperliches Ausruhen	☐	☐	☐	☐	☐
25. Entspannungstechniken anwenden	☐	☐	☐	☐	☐
26. Körperlich aktiv werden (z.B. spazieren gehen, Gartenarbeit, Sport)	☐	☐	☐	☐	☐
27. Bestimmte krankengymnastische/physiotherapeutische Übungen durchführen	☐	☐	☐	☐	☐
28. Ablenkung durch die Familie oder Freunde suchen	☐	☐	☐	☐	☐

29. Wie sieht Ihr Berufsalltag (auch als Hausfrau/Rentner) aus?

- a ☐ Vorwiegend sitzende Tätigkeit (z. B. Büroarbeit, Computer, Aus-/Fortbildung)
 b ☐ Mäßige Bewegung (z. B. Verkäufer, Physiotherapeut, Lehrer)
 c ☐ Intensive Bewegung (z. B. Handwerker, Kellner, Postbote, Bauarbeiter)

B: Körperliche Aktivität und Therapiemaßnahmen

30. Wie oft sind Sie in der Regel sportlich aktiv?

a ☐ Gar nichtb ☐ Einmal pro Wochec ☐ Zweimal pro Woched ☐ Dreimal pro Wochee ☐ Mehr als dreimal pro Woche

31. Sind Sie Mitglied in einem Sportverein oder einem Fitnessstudio? (Bei Nein springen Sie zu Frage 34)

a ☐ Jab ☐ Nein

32. Wenn Sie dort Sport treiben, wie intensiv ist dabei Ihre körperliche Aktivität? (Einfachnennung)

a ☐ Locker und leicht (ohne zu Schwitzen und nur leichte Erhöhung der Atemfrequenz)b ☐ Flott und zügig (leichtes Schwitzen und Erhöhung der Atemfrequenz)c ☐ Hart und angestrengt (deutliches Schwitzen und deutliche Erhöhung der Atemfrequenz mit Kurzatmigkeit)

33. Waren Sie schon vor Ihrer Rückenschmerz Erkrankung sportlich aktiv?

a ☐ Jab ☐ Nein

34. Haben Sie wegen Ihrer Rückenschmerzen einen Arzt aufgesucht?

a ☐ Jab ☐ Nein**Bewerten Sie die Effektivität der Therapieverfahren, die Sie bisher aufgrund Ihrer Rückenschmerzen in Anspruch genommen haben!**

sehr negativ eher negativ gar nicht eher positiv sehr positiv

35.	☐	☐	☐	☐	☐
Krankengymnastik/Physiotherapie					
36.	☐	☐	☐	☐	☐
Massagen/Wärmeanwendungen					
37.	☐	☐	☐	☐	☐
Rückenschule					
38.	☐	☐	☐	☐	☐
Krafttraining an Geräten					
39.	☐	☐	☐	☐	☐
Psychotherapie					
40.	☐	☐	☐	☐	☐
Psychosomatische Behandlung und fernöstliche Heilverfahren (z. B. Ayurveda)					
41.	☐	☐	☐	☐	☐
Medikamentöse Schmerztherapie					
42.	☐	☐	☐	☐	☐
"Einrenken" (Chiropraktiker)					
43.	☐	☐	☐	☐	☐
"Andere"					

44. Glauben Sie, dass Ihre persönliche Einstellung zur Therapiemaßnahme den Therapieerfolg mit bestimmt? (Bei NEIN springen Sie zu Frage 46)

a ☐ Jab ☐ Nein

45. Bei Ja:

In welcher Art oder durch welche persönliche Maßnahme können Sie den Therapieerfolg beeinflussen?

Was ist nach Ihrer Meinung bei der ärztlichen Behandlung Ihrer Rückenschmerzen wichtig? (Bitte bewerten Sie jede Aussage)

	gar nicht wichtig	kaum wichtig	teilweise wichtig	wichtig	sehr wichtig
46. Persönlichkeit des Arztes/der Ärztin	☐	☐	☐	☐	☐
47. das richtige Medikament	☐	☐	☐	☐	☐
48. rasche Hilfe durch Injektion	☐	☐	☐	☐	☐
49. Vertrauen in die fachliche Kompetenz	☐	☐	☐	☐	☐
50. Verordnung von Krankengymnastik/Physiotherapie	☐	☐	☐	☐	☐
51. eingehende körperliche Untersuchung durch den Arzt	☐	☐	☐	☐	☐
52. Bildgebende Verfahren (z. B. Röntgen, MRT)	☐	☐	☐	☐	☐
53. Gespräch und Beratung	☐	☐	☐	☐	☐

Was ist nach Ihrer Meinung bei der therapeutischen Behandlung (z. B. Physiotherapie oder Rückenschule) Ihrer Rückenschmerzen wichtig? (Bitte bewerten Sie jede Aussage)

	gar nicht wichtig	kaum wichtig	teilweise wichtig	wichtig	sehr wichtig
54. Persönlichkeit des Therapeuten/der Therapeutin	☐	☐	☐	☐	☐
55. umfangreiches Übungsrepertoire	☐	☐	☐	☐	☐
56. Gespräch und Beratung	☐	☐	☐	☐	☐
57. Vertrauen in die fachliche Kompetenz	☐	☐	☐	☐	☐
58. Anregungen zum aktiven Selbstüben	☐	☐	☐	☐	☐
59. Verständnis für mein Problem und Zuwendung und Wertschätzung	☐	☐	☐	☐	☐

60. Leidet jemand in Ihrer Familie ebenfalls unter Rückenschmerzen?

a ☐ Ja

b ☐ Nein

Raum für Anmerkungen und Kommentare: (Wenn Sie zusätzlich zum Fragebogen noch etwas ergänzen möchten oder Sie das Gefühl haben, noch etwas für Sie Entscheidendes mitteilen zu wollen, schreiben Sie es hier auf):

Nochmals herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!