

# **Wirbelsäulenformkennziffern bei unspezifischen Rückenbeschwerden und Effekte einer befundbasierten Bewegungstherapie**

## **Dissertation**

Zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.)  
der Universität Hamburg

vorgelegt von

Jan Schröder (Dipl. Sportwiss.), geboren in Lübeck am 05.08.1964

Universität Hamburg

Fachbereich Bewegungswissenschaft

Fakultät für Erziehungswissenschaft, Psychologie und

Bewegungswissenschaft

Hamburg, im August 2011

Vorsitzender: Prof. Dr. med. Klaus-Michael Braumann

Erstgutachter: Prof. Dr. Klaus Mattes

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Rüdiger Reer

Berichte aus der Sportwissenschaft

**Jan Schröder**

**Wirbelsäulenformkennziffern bei unspezifischen  
Rückenbeschwerden und Effekte einer befund-  
basierten Bewegungstherapie**

Shaker Verlag  
Aachen 2012

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hamburg, Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0855-5

ISSN 1430-5224

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
1 Einleitung.....	9
1.1 Konzeption der Arbeit .....	15
1.2 Zielsetzungen .....	16
Hauptteil I: Theoretische Hintergründe und wissenschaftliche Vorarbeiten.....	18
2 Anatomie des lumbosakralen Übergangs .....	18
2.1 Knöcherner Strukturen und Zwischenwirbelscheiben .....	20
2.2 Ligamentäre Strukturen des Achsenskeletts .....	22
2.3 Muskuläre Stabilisierung des Achsenskeletts.....	24
2.3.1 Kurze autochtone Rückenmuskeln .....	26
2.3.2 Lange autochtone Rückenmuskeln .....	27
2.3.3 Bauchmuskulatur .....	27
2.3.4 Das tiefe Stabilisierungssystem der Wirbelsäule (TSS) .....	29
2.4 Wirbelsäulenform .....	30
2.5 Pathomechanismen des unspezifischen Rückenschmerzes .....	32
3 Funktionsdiagnostik der Wirbelsäule .....	37
3.1 Beschwerden und Schmerzen .....	38
3.1.1 Skizzen zur Lokalisation und Ausstrahlung .....	40
3.1.2 Fragebögen, Skalen und Scores .....	40
3.2 Rumpfmuskelkraft (Isometrie) .....	43
3.3 Pedobarographie .....	48
3.4 Wirbelsäulenformvermessung .....	50
3.4.1 Computergestützte Verfahren zur Wirbelsäulenformanalyse.....	53
3.4.2 Videorasterstereographie (Formetric®-System).....	55
3.4.3 Referenzwerte in der Wirbelsäulenvermessung .....	68
4 Übersicht zu Trainingstherapiekonzepten .....	75
4.1 Segmentales Stabilisierungstraining – Sling-Exercise-Therapy.....	82
4.2 Medizinische Trainingstherapie.....	89
4.3 Adaptiertes Konzept für die Praxis-Minimalausstattung.....	93
4.3.1 7-Phasen-Modell .....	94
4.3.2 Befundbasierte Trainingsprogramm-Generierung.....	96
4.3.3 Effekte einer Pilotanwendungsbeobachtung.....	104
Hauptteil II: Querschnittanalyse .....	107
5 Wirbelsäulenform und Rückenbeschwerden .....	107
5.1 Hinführung und Hypothese.....	107
5.2 Material und Methoden.....	111
5.2.1 Untersuchungsdesign .....	111
5.2.2 Stichprobenbeschreibung.....	111
5.2.3 Wirbelsäulenformanalyse .....	112
5.2.4 Statistische Methoden .....	114
5.2.5 Methodenkritik.....	114
5.3 Ergebnisse der Querschnittanalyse .....	116
5.3.1 Faktorenanalysen .....	116
5.3.1.1 Faktorenanalysen (Vergleichsgruppe Männer/ Frauen) .....	118
5.3.1.2 Faktorenanalysen (Patientengruppe Männer/ Frauen).....	120
5.3.2 Diskriminanzanalysen.....	123
5.3.2.1 Männerteilstichprobe .....	123
5.3.2.2 Frauenteilstichprobe.....	124

5.3.3	Univariate Analysen .....	125
5.4	Diskussion der Querschnittanalyse .....	127
5.5	Schlussfolgerungen für die Praxis .....	131
	Hauptteil III: Effektanalyse .....	135
6	Klinische Anwendungsbeobachtung .....	135
6.1	Hinführung und Zielsetzungen .....	135
6.2	Material und Methoden .....	138
6.2.1	Untersuchungsdesign .....	138
6.2.2	Stichprobenbeschreibung .....	138
6.2.3	Klinisch-psychologische Kennziffern .....	139
6.2.4	Rumpfkrafttestung .....	140
6.2.5	Wirbelsäulenformanalyse .....	141
6.2.6	Trainingsprogramm .....	142
6.2.7	Statistische Methoden .....	146
6.2.8	Methodenkritik .....	146
6.3	Ergebnisse der Effektanalyse .....	147
6.3.1	Längsschnittanalyse von klinisch-psychologischen Kennwerten .....	147
6.3.2	Längsschnittanalyse von Muskelfunktionskennziffern .....	149
6.3.3	Längsschnittanalyse von Wirbelsäulenformkennziffern .....	152
6.3.3.1	Wirbelsäulenform vor Trainingsbeginn .....	152
6.3.3.2	Wirbelsäulenformadaptationen in Folge der Intervention .....	154
6.3.4	Schmerzreduktion, Kraftzuwachs und Wirbelsäulenform .....	158
6.3.5	Wirbelsäulenformveränderungen und initiale Ausgangslage .....	158
6.4	Diskussion der Effektanalyse .....	160
6.4.1	Entwicklungen in klinisch-psychologischen Kennwerten .....	160
6.4.2	Entwicklungen in Rumpfmuskelkraftkennziffern .....	165
6.4.3	Entwicklungen in Wirbelsäulenformkennziffern .....	170
6.4.4	Zusammenhangsanalysen .....	178
7	Abschlussbetrachtung .....	183
8	Zusammenfassungen .....	191
8.1	Kurzfassung .....	191
8.2	abstract .....	193
9	Literaturverzeichnis .....	195
	Ehrenwörtliche Erklärung .....	225
	Anhänge .....	226

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Lumbosakraler Übergang (Röntgen) .....	19
Abb. 2:	Iliosakraler Übergang (Modell) .....	21
Abb. 3:	Lumbale Lordose (MRT) .....	22
Abb. 4:	Ligamenti Interspinalia und Musculus Multifidus (MRT) .....	23
Abb. 5:	Musculus Erector spinae (MRT) .....	25
Abb. 6:	Wirbelsäule (Skizze) .....	31
Abb. 7:	Discus Protrusio und Osteophyten (MRT) .....	33
Abb. 8:	CR10 und Rückenskizze .....	40
Abb. 9:	Kraftmesssystem .....	44
Abb. 10:	Rumpfkraftmesswerte .....	45
Abb. 11:	Fußdruckverteilung .....	48
Abb. 12:	Mechanische Wirbelsäulenformanalyse .....	51
Abb. 13:	Wirbelsäulenformstandardisierungsversuch .....	52
Abb. 14:	Stereometrie (Schema) .....	55
Abb. 15:	Videorasterstereographie .....	56
Abb. 16:	Rückenoberflächenrekonstruktion .....	57
Abb. 17:	Parametrisierung der Wirbelsäulenform .....	59
Abb. 18:	Videorasterstereographie (Hardware) .....	60
Abb. 19:	Funktionsdiagnostik – Beckenschiefstand .....	61
Abb. 20:	Referenzwerte Wirbelsäulenform (Graphik) .....	70
Abb. 21:	Übungen mit aggressiven propriozeptiven Reizen .....	83
Abb. 22:	Segmentales Stabilisierungstraining (SST) .....	86
Abb. 23:	SST - Basishaltung .....	87
Abb. 24:	SST - Übungen .....	89
Abb. 25:	Einzelfallanalyse Wirbelsäulenform (I) .....	97
Abb. 26:	Einzelfallanalyse Wirbelsäulenform (II) .....	99
Abb. 27:	Einzelfallanalyse Rumpfkraft .....	100
Abb. 28:	Exemplarisches Trainingsprogramm .....	101
Abb. 29:	Klinische Scores – Pilotstudie (Graphik) .....	105
Abb. 30:	Trainingseffekte – Pilotstudie (Übersichtsgraphik) .....	106
Abb. 31:	Wirbelsäulenformparametrisierung .....	113
Abb. 32:	Wirbelsäulenformprofile (Graphik) .....	126
Abb. 33:	Videorasterstereographische Signale bei Differenzialdiagnosen (I) .....	132
Abb. 34:	Videorasterstereographische Signale bei Differenzialdiagnosen (II) .....	134
Abb. 35:	Krafttestung .....	140
Abb. 36:	SST – Basis (Phase II) .....	143
Abb. 37:	Übungen (Phase III) .....	143
Abb. 38:	Übungen (Phase IV) .....	144
Abb. 39:	Übungen (Phase V) .....	144
Abb. 40:	Übungen (Phase VI) .....	145
Abb. 41:	Übungen (Phase VII) .....	145
Abb. 42:	Klinische Kennziffern - qualitativ (Graphik) .....	148
Abb. 43:	Maximalkraftzuwächse (Graphik) .....	151
Abb. 44:	Wirbelsäulenformprofile der Längsschnittstudienpatienten .....	152
Abb. 45:	Adaptationsvariabilität (Scatterplot) .....	175

## Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Reliabilität Rumpfkraft .....	47
Tab. 2:	Reliabilität Fußdruck .....	49
Tab. 3:	Reliabilität Rückenoberflächenrekonstruktion .....	64
Tab. 4:	Wirbelsäulenform Referenzwerte .....	69
Tab. 5:	Übersicht von Therapiekonzepten .....	81
Tab. 6:	Sieben-Phasen-Trainingskonzept.....	95
Tab. 7 :	Exemplarischer individueller Trainingsplan.....	101
Tab. 8:	Stichprobenbeschreibung (Querschnittstudie).....	112
Tab. 9:	Faktorenanalyse (I) .....	116
Tab. 10:	Faktorenanalyse (II).....	117
Tab. 11:	Faktorenanalyse (III).....	118
Tab. 12:	Faktorenanalyse (IV) .....	119
Tab. 13:	Faktorenanalyse (V).....	120
Tab. 14:	Faktorenanalyse (VI) .....	121
Tab. 15:	Diskriminanzanalyse (I).....	123
Tab. 16:	Diskriminanzanalyse (II) .....	124
Tab. 17:	Univariate Querschnittanalyse (Student's t-Test).....	125
Tab. 18:	Stichprobenbeschreibung (Längsschnittanalyse).....	138
Tab. 19:	Wirbelsäulenformparameter .....	141
Tab. 20:	Effekte Klinische Kennziffern .....	147
Tab. 21:	Effekte Maximalkraft der Rumpfmuskulatur .....	149
Tab. 22:	Effekte Wirbelsäulenform.....	154
Tab. 23:	Effekte Lordosewinkel.....	156

## Vorwort

Das ‚Kreuz mit dem Kreuz‘ hat enorme volkswirtschaftliche Konsequenzen und kann für den Einzelnen einschneidende Lebensqualitätseinbußen zur Folge haben. Die Tagespresse und populärwissenschaftliche Artikel spiegeln die gesellschaftliche Relevanz wider.

Störungen und Erkrankungen am Bewegungsapparat im Sinne von ‚Rückenschmerzen‘ sind von größter volks- und betriebswirtschaftlicher Bedeutung: nahezu alle Berufsgruppen leiden unter Rückenschmerzen, ca. 75.000.000 Arbeitsunfähigkeitstage, 270.000 stationäre Behandlungen und 54.000 Frührenten lassen sich jährlich auf Rückenleiden zurückführen<sup>1</sup>.

Betroffen sind rund 85 % aller Deutschen mindestens ein Mal in ihrem Leben; im Jahr 2006 waren es 62 % aller Erwachsenen, bei 12 % treten die Schmerzen mehrfach oder dauerhaft auf; d.h. man muss hier von chronischen Rückenbeschwerden sprechen. Zu 80 % kann keine direkte Ursache für die Rückenbeschwerdeproblematik festgestellt werden, d.h. der unspezifische Rückenschmerz ist der Hauptfaktor für die entstehenden volkswirtschaftlichen Belastungen. Nach Berechnungen des Statistischen Bundesamts betragen die Kosten für das deutsche Gesundheitswesen pro Jahr acht Milliarden Euro<sup>2</sup>.

Ärzte und Fachärzte bedienen sich im Rahmen der Diagnostik orthopädischer Erkrankungen in der Regel radiologischer bildgebender Verfahren: Röntgen (Rö), Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT). Diese bildgebenden Verfahren sind zur Absicherung struktureller Defekte (Frakturen, Tumoren, Entkalkungen, Knochenausziehungen und –spornen etc.) bewährt. Beim Syndrom ‚Rückenschmerzen‘ ist allerdings kein sicherer Zusammenhang zwischen Klinik und bildgebender Diagnostik zu beobachten. Abgesicherte radiologische Befunde stellen nicht unbedingt ein Korrelat zu klinischen Beschwerden dar, d.h. es kann einen Befund geben, ohne dass Beschwerden vorliegen. Ebenso ist es möglich, dass ein Mensch Beschwerden hat, auch wenn sich bildgebend keine strukturellen Auffälligkeiten finden lassen.

---

<sup>1</sup> Stand 2006: Petra Schumacher (2006). Was tun gegen Rückenschmerzen am Arbeitsplatz? *ORTHOpress* 12 (2), 27.

<sup>2</sup> Stand 2007: Stern Gesund Leben (2007). Titelthema: Rückenschmerz Heilung ohne OP. Ausgabe 4-2007, 10-13.

In der Behandlung von Rückenleiden wird ständig nach neuen Konzepten gesucht. Die Wirksamkeit von Behandlungsmaßnahmen muss dabei sichergestellt sein, bzw. evaluiert werden. Dies drückt sich für Ärzte und Therapeuten in der Verpflichtung zur Qualitätssicherung aus. Qualitätssicherung meint hier: Verordnung und Durchführung evidenzbasierter wirksamer Maßnahmen, die individuell und problembildspezifisch appliziert werden (Denner, 1999; Müller, 1997).

Im Folgenden soll die Frage bearbeitet werden: Kann eine wissenschaftlich evaluierte Wirbelsäulenformanalyse mit Hilfe der Videorasterstereographie beim multikausalen Problem des unspezifischen Rückenschmerzes ebenso hilfreich in der Diagnostik und Therapieplanung, sowie im Monitoring gezielter multimodaler Interventionsmaßnahmen sein wie die schon evaluierte Muskelfunktionsdiagnostik?

Kriterien für die notwendige Evidenzbasierung sind durch die Muskelfunktionsdiagnostik vorgegeben:

- intersubjektive Nachvollziehbarkeit durch die Erfüllung wissenschaftlicher Gütekriterien der verwendeten Diagnosesysteme,
- ein theoretisch fundiertes Trainingstherapiekonzept und eine befundbasierte individualisierte Bewegungstherapie,
- abgesicherte Zusammenhänge zwischen biomechanischen Befunden und klinischen Beschwerden,
- Wirkungsnachweise der therapeutischen Intervention.

Dieser Grobgliederung folgt die nachfolgende Arbeit.