

Therapie chronischer Rückenschmerzen:  
Vergleich der Wirksamkeit von Weichteilosteopathie  
gegenüber klassischer Krankengymnastik sowie einer  
Kombination beider Therapiearten  
mit einem Herzratenvariabilitätstraining

**Dissertation**

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität Tübingen  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von  
Daniela Beutinger  
aus Stuttgart

Tübingen  
2011

Tag der mündlichen Qualifikation:

21.07.2011

Dekan:

Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Martin Hautzinger

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Niels Birbaumer

# Inhalt

Abkürzungsverzeichnis .....	5
1 Zusammenfassung .....	6
2 Theorie .....	7
2.1. Schmerz .....	7
2.1.1 Chronischer Schmerz.....	8
2.1.2 Epidemiologie chronischer Schmerzen .....	10
2.1.3 Rückenschmerz.....	11
2.1.4 Epidemiologie von Rückenschmerzen .....	12
2.1.2 Myofaszialer Rückenschmerz .....	13
2.2 Therapie chronischer Rückenschmerzen .....	16
2.2.1 Klassische Krankengymnastik (KG) .....	18
2.2.2 Weichteilosteopathie (WO): Myofascial-Release/Triggerpunkttherapie .....	21
2.2.3 Herzratenvariabilitätstraining .....	25
2.3 Hypothesen .....	29
2.3.1 Hypothesen zu Schmerz und Beeinträchtigung.....	30
2.3.2 Hypothesen zum Medikamentenkonsum .....	31
2.3.3 Hypothesen zum Therapieabbruch .....	31
2.3.4 Hypothesen zur Herzratenvariabilität.....	31
3 Methode .....	32
3.1 Stichprobenbeschreibung.....	32
3.2 Studiendesign .....	35
3.3 Studienaufbau .....	36
3.4 Behandlungsart .....	39
3.4.1 Klassische Krankengymnastik.....	39
3.4.2 Weichteilosteopathie .....	39
3.5 Verwendete Fragebögen .....	40
3.5.1 Erfassung des subjektiven Schmerzempfindens und der Beeinträchtigung .....	40
3.5.2 Untersuchung der Lebenszufriedenheit und der Lebensqualität .....	41
3.5.3 Untersuchung der Erwartungshaltung .....	42
3.5.4 Untersuchung der Stimmung.....	43
3.5.5 Untersuchung der Konstitution.....	43
3.5.6 Untersuchung des Medikamentenkonsums .....	43
3.6 Verwendete Messgeräte.....	44
3.6.1 Untersuchung der Beweglichkeit .....	44
3.6.2 Untersuchung der Herzratenvariabilität.....	44
3.6.3 Untersuchung der Langzeit-Herzfrequenzvariabilität (24h).....	45
3.6.4 Untersuchung des Stresslevels.....	46
3.6.5 Untersuchung des Langzeit-Blutdrucks (24h).....	46
3.6.6 Untersuchung der Pulswellengeschwindigkeit (PTT = Pulse Transit Time) .....	46
3.7 Statistische Analysen.....	47
3.7.1 Analyse demographischer und klinischer Daten bei Untersuchungsbeginn .....	47
3.7.2 Analyse der sensorischen und reaktiven Dimension des BPI .....	48
3.7.3 Analyse des Medikamentenkonsums.....	49
3.7.4 Analyse der Therapieabbruchraten .....	49
3.7.5 Analyse der Herzratenvariabilität.....	49
3.7.5.1 Analyse der Kurzeffekte .....	50
3.7.5.1 Analyse der Langzeiteffekte.....	50

4. Ergebnisse.....	51
4.1 Patientenmerkmale bei Untersuchungsbeginn.....	51
4.2 Analyse der sensorischen und reaktiven Dimension des BPI .....	53
4.3 Analyse des Medikamentenkonsums .....	59
4.4 Analyse der Therapieabbruchraten.....	60
4.5 Analyse der Herzratenvariabilität.....	62
4.5.1 Analyse der Kurzzeiteffekte .....	68
4.5.2 Analyse der Langzeiteffekte.....	70
5. Diskussion .....	71
5.1 Befunde zur sensorischen und reaktiven Dimension des BPI.....	72
5.2 Befunde zum Medikamentenkonsum .....	75
5.3 Befunde zu den Therapieabbruchraten.....	75
5.4 Befunde zur Herzratenvariabilität .....	76
5.5 Methodische Beschränkungen.....	78
5.6 Schlussfolgerungen und Ausblick .....	80
6. Literatur .....	83

## Abkürzungsverzeichnis

ASTS	Aktuelle Stimmungsskala
ANOVA	Analysis of variance
BMI	Body- Maß-Index
BPI	Brief-Pain-Inventory
DSF	Deutscher Schmerzfragebogen
DST	Deutsches Schmerztagebuch
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyographie
FERT-S	„Fragebogen zur Erfassung relevanter Therapiebedingungen“ – S
FLZ	Fragebogen zur Lebenszufriedenheit
GDS	Godelife Denys-Struyf
HLQ	Herdecker Fragebogen zur Lebensqualität
HRV	Herzratenvariabilität
IASP	International Association for the Study of Pain
KG	Klassische Krankengymnastik
LOCF	Last observation carry forward
M	Mittelwert
Mdn	Median
MSS	Myofasziale Schmerzsyndrom
N	Anzahl
NN	Normal to normal: Abstand zweier Herzschläge
PNN50	Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 ms Abweichung vom vorherigen Intervall
PTT	Pulse Transit Time
RMSSD	Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver NN-Intervalle
RSA	Respiratorische Sinusarrhythmie
SD	Standardabweichung
SDNN	Standardabweichung aller NN-Intervalle bei Sinusrhythmus
T-HKF	Havelhöher Konstitutionsfragebogen zum Trait
TEH	Therapeuten-Erwartungs-Haltung
WO	Weichteilosteopathie

# 1 Zusammenfassung

Chronische Rückenschmerzen stellen ein weit verbreitetes Gesundheitsproblem dar, das für den Einzelnen wie auch für die Gesellschaft von großer Bedeutung ist und somit einen unmittelbaren Bedarf nach effektiven Behandlungskonzepten mit sich bringt (Göbel & Buschmann, 2001; Kohlmann & Schmidt, 2004).

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Wirksamkeit einer manipulativen Technik, der Weichteilosteopathie, im Vergleich zur klassischen krankengymnastischen Therapie, die Stabilisationsübungen umfasste. Ein weiterer Gegenstand dieser Arbeit stellte die Frage nach der Effektivität eines Herzratenvariabilitätstrainings (HRV-Training) als einem möglichen Bestandteil der Schmerztherapie dar. Dabei handelt es sich um ein spezielles Atemtraining, das die Patienten zweimal täglich 15 Minuten lang durchführen sollten.

In einem kontrollierten Design wurden 124 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen zufällig auf eine von vier Interventionsbedingungen (klassische Krankengymnastik, klassische Krankengymnastik & HRV-Training, Weichteilosteopathie, Weichteilosteopathie & HRV-Training) verteilt und über fünf Wochen (10 Sitzungen) behandelt. Der Erfolg der Therapien wurde anhand der subjektiven Einschätzungen der Patienten zu Schmerzintensität und Beeinträchtigung, anhand des Medikamentenkonsums und der Therapieabbruchraten, anhand der Nachhaltigkeit der Befunde sowie anhand eines psychophysiologischen Maßes, der Herzratenvariabilität, beurteilt.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Weichteilosteopathie die Schmerzintensität stärker reduzierte als die klassische Krankengymnastik. Zudem stieg in den Gruppen, die weichteilosteopathisch behandelt wurden, die Herzratenvariabilität unmittelbar nach den Behandlungssitzungen stärker an. In den Gruppen, die klassisch krankengymnastisch therapiert wurden, brachen mehr Patienten die Behandlung ab als in den osteopathisch therapierten Gruppen. Die Beeinträchtigung und den Medikamentenkonsum betreffend ergaben sich keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsarten. Die vor den jeweiligen Behandlungen erfasste Herzratenvariabilität zeigte im Laufe der gesamten Therapie in allen Gruppen keine Veränderungen. Auch der Einsatz eines HRV-Trainings zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die erhobenen Maße. Hinsichtlich der Nachhaltigkeit der Befunde unterschieden sich die beiden Behandlungsformen nicht.

Insgesamt betrachtet scheint die Weichteilosteopathie der klassischen Krankengymnastik gegenüber teilweise gleichwertig, in einigen Bereichen, wie etwa der

Schmerzreduktion, auch überlegen zu sein. Die Effektivität eines HRV-Trainings konnte mit vorliegender Arbeit nicht belegt werden.

Aussagen darüber, wie und warum die weichteilosteopatische Behandlung wirkt, können aufgrund der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht getroffen werden. So könnten etwa Studien, in denen diese Behandlung einer Scheinbehandlung gegenübergestellt wird, weiteren Aufschluss über die Wirkweise der Therapie geben.

## **2 Theorie**

### *2.1. Schmerz*

In den folgenden Abschnitten wird nach einem Überblick über die Schmerzdefinition, sowie einer Abgrenzung zwischen akuten und chronischen Schmerzen, das Diathese-Stress-Modell chronischer Schmerzen erläutert. Sodann werden Rückenschmerzen näher betrachtet, daran schließt sich eine epidemiologische Betrachtung chronischer Schmerzen, sowie chronischer Rückenschmerzen im Speziellen an. Zuletzt wird myofaszialer Rückenschmerz näher beleuchtet, da dieser für diese Arbeit relevant ist.

Ein jeder Mensch wird im Laufe seines Lebens mit Schmerzen konfrontiert, zumeist als Folge von Verletzungen oder Infektionen. In der Schmerzdefinition der International Association for the Study of Pain (IASP), nach der Schmerz als „an unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage, or described in terms of such damage“ definiert wird (Merskey & Bogduk, 1994, S. 210), werden zwei wesentliche Eigenschaften des Schmerzgeschehens betont: Zum einen wird der emotionale Aspekt bzw. das affektive Erleben des Schmerzes als wichtiger Bestandteil des Schmerzgeschehens hervorgehoben, zum anderen wird betont, dass dem Schmerzerleben nicht unbedingt eine somatische Schädigung zugrunde liegen muss, das Erleben eines körperlichen Phänomens ist hinreichend (Flor, 2003b; Fordyce, 1995; Kröner-Herwig, 2004). Diese Definition der IASP legt die Grundlage für eine multifaktorielle bzw. multidimensionale Erforschung des Schmerzgeschehens, da das Schmerzerleben nicht nur einseitig als sensorisch-diskriminative Reizwahrnehmung beurteilt wird (Kröner-Herwig, 2004). Schwächen dieser Definition zeigen sich in einer fehlenden Abgrenzung des akuten vom chronischen Schmerzgeschehen (Kröner-Herwig, 2004); im nächsten Abschnitt wird eine solche Abgrenzung vorgenommen.

### 2.1.1 Chronischer Schmerz

Die meisten Schmerzerfahrungen sind akut und somit vorübergehender Natur. Im Gegensatz zum akuten Schmerz definierte Bonica bereits 1953 den chronischen Schmerz als Schmerz, der über den normalen Zeitpunkt der Heilung hinausgeht. Welcher Zeitraum allerdings unter dem Begriff „normale Heilung“ zu verstehen ist, wird von Bonica nicht festgelegt (Kröner-Herwig, 2004). Ab welcher zeitlichen Grenze Schmerz als chronisch betrachtet wird, variiert je nach Fragestellung oder Forschungstradition: Während einerseits Schmerzen mit einer Dauer von drei Monaten als chronisch eingestuft werden (IASP Task Force siehe Frymoyer, 1988; Kröner-Herwig, 2004), gehen andere Studien von einem Sechs-Monatskriterium zur Definition chronischer Schmerzen aus (Philips & Grant, 1991). Wichtig ist, dass bei diesem Kriterium nicht nur stabile, beständige und vorhersagbare Schmerzen als chronisch bezeichnet werden, sondern auch intervallartig auftretende (z.B. Migräne), die sich eher durch Variabilität auszeichnen (Cedraschi et al., 1999). Weitere wichtige Unterscheidungskriterien zwischen akuten und chronischen Schmerzen sind neben der zeitlichen Dimension die Ursachen – bei akuten Schmerzen liegt meist eine eindeutige und therapierbare Ursache vor, bei chronischen Schmerzen hingegen häufig unbekannte Ursachen oder bekannte Ursachen, die nicht therapierbar sind (Kröner-Herwig, 2004). Insgesamt zeigt sich für den chronischen Schmerz eine deutliche Entkopplung der nozizeptiven Stimulation von der Schmerzantwort bzw. dem Schmerzempfinden (Fordyce, 1995). Zusätzlich spielen unbewusste Lern- und Konditionierungsvorgänge beim Chronifizierungsprozess eine Rolle (Fordyce, 1976).

Turk (1996) hat Merkmale chronischer Schmerzen zusammengestellt. So sind bei chronischen Schmerzen Funktionseinschränkungen vorhanden. 30 bis 50 Prozent der chronischen Schmerzpatienten weisen zudem depressive Verstimmungen auf. Als weitere Merkmale führt Turk (1996) familiäre Probleme, individuelles Leid, eine häufige Inanspruchnahme der Gesundheitsversorgung, sowie vorzeitige Invalidität und dadurch verursachte hohe Kosten an. Chronische Schmerzen zeichnen sich dadurch aus, dass sie in ihrer Qualität und Intensität, dem Schmerzort, ihrem Auftretensmuster und der Bedeutung organischer Läsionen als Schmerzursache, erheblich variieren. Darum gibt es bis heute kein allgemein anerkanntes Klassifikationssystem von Schmerzsyndromen. Alleine aus der Gegenüberstellung der Charakteristika akuter und chronischer Schmerzen zeigt sich, dass eine eindimensionale Betrachtungsweise der Schmerzen nicht ausreicht, um diese hinreichend zu beschreiben. Aus diesem Grund wird in der Schmerzdefinition der IASP der Multidimensionalität des Schmerzgeschehens Rechnung getragen und der



ursprüngliche biomedizinische Erklärungsansatz, bei dem die gestörte Organfunktion sowohl beim Akutschmerz als auch beim chronischen Schmerz im Vordergrund steht, durch ein verhaltensmedizinisches oder psychobiologisches Schmerzmodell ersetzt.

Zielsetzung dieser integrativen mehrdimensionalen Sichtweise ist die Entwicklung eines verhaltensmedizinischen Diathese-Stress-Modells chronischer Schmerzen (siehe Abbildung 1), das vielfältige Aussagen zur Ätiologie und Aufrechterhaltung chronischer Schmerzen ermöglicht (Dworkin et al., 1999; Flor et al., 1990; Flor, 2003a; Kerns et al., 2002). Dieses Modell ist in unmittelbarer Tradition der sogenannten Gate-Control-Theorie von Melzack und Wall (1965) zu sehen. Diese nahmen auf Grundlage neurophysiologischer Befunde an, dass bestimmte Neurone im Rückenmark eine Art Torfunktion ausüben, d.h., dass die Weiterleitung von Schmerzimpulsen aus der Peripherie durch übergeordnete Mechanismen (subjektive Überzeugungen, eigenes Verhalten und emotionales Befinden), moduliert wird. Das Diathese-Stress-Modell integriert die Wechselwirkung zwischen prädisponierenden Faktoren, auslösenden Reizen und aufrechterhaltenden Prozessen. So gehen Flor et al. (1990) von einer physiologischen Diathese aus, durch die das Individuum zur Reaktion in einem bestimmten Körperbereich prädisponiert ist und durch die die Entwicklung einer physiologischen Reaktionsstereotypie bedingt wird. Als *prädisponierende* Faktoren gelten genetische Faktoren, Lernen am Modell oder frühe Traumata, die mit Schmerz verbunden sind (Flor, 2003a). Als *auslösende* Faktoren eines chronischen Schmerzgeschehens werden aversive interne oder externe Stimuli sowie die damit einhergehenden Verarbeitungs- und Bewertungsprozesse genannt. Die durch externe oder interne Stimuli ausgelösten Schmerzreaktionen auf verbal-subjektiver, physiologischer und motorisch-verhaltensmäßiger Ebene spielen wiederum eine zentrale Rolle bei der *Aufrechterhaltung* des Schmerzgeschehens. Flor (2003a) weist in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung eines einseitig somatischen Krankheitsmodells bei chronischen Schmerzpatienten hin. Derartig schmerzbezogene Kausalattributionen beeinflussen das Bewältigungsverhalten des betroffenen Schmerzpatienten, das mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Suche nach einer eindeutigen körperlichen Ursache des Schmerzes und einer zunehmenden Schonung des betroffenen Organsystems ausgerichtet sein könnte. Weiterhin haben modellbezogene operante und respondente Lernprozesse einen wichtigen Einfluss auf die Aufrechterhaltung des Schmerzes (Flor et al., 1990; Flor, 1991; Flor, 2003a). Dazu gehört die Entwicklung eines Schmerzgedächtnisses, die mit einer Fokussierung auf das Schmerzgeschehen und i.d.R. angstbesetzten Antizipation des Schmerzerlebens zu einer erhöhten physiologischen

Reaktion auf tatsächliche oder antizipierte Schmerzreize beitragen und eine verstärkte Sensibilisierung auf schmerzhafte Stimulation bewirken. Ergebnisse zur Wirksamkeit operanter Konditionierungsprozesse im Rahmen der Untersuchung schmerzaufrechterhaltender Faktoren betonen zudem die Bedeutung der Reaktionen der Bezugspersonen auf Schmerzverhalten (Flor et al., 1995; Flor & Hermann, 2006; Kerns et al., 2002; Philips, 1987; Thieme et al., 2005). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass viele verschiedene Faktoren zur Entstehung chronischer Schmerzen sowie deren Aufrechterhaltung beitragen können.

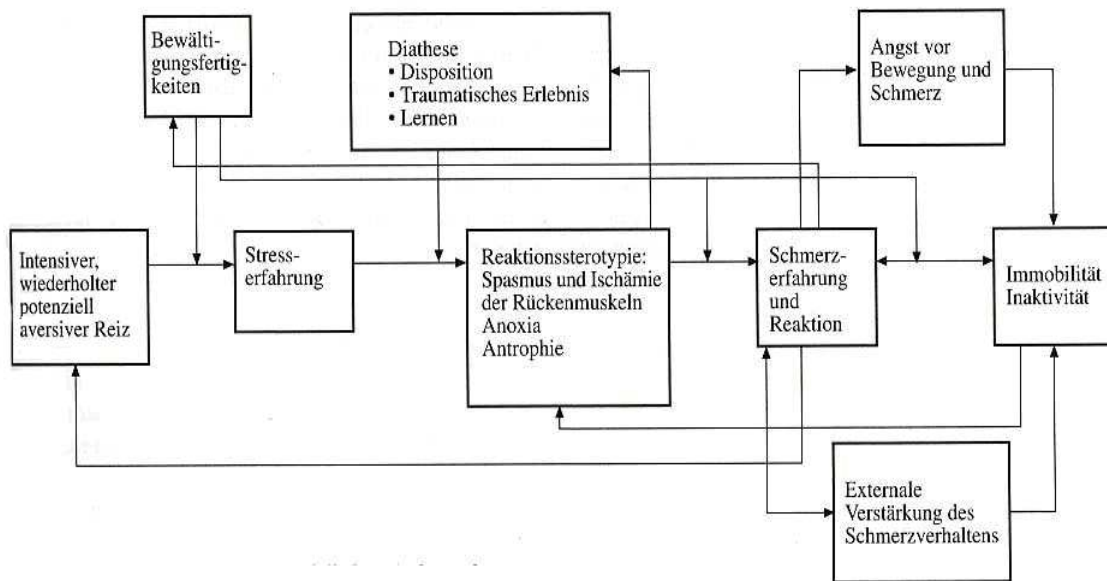


Abbildung 1: Das Diathese-Stress-Modell chronischer Schmerzen (Flor, 1991)

## 2.1.2 Epidemiologie chronischer Schmerzen

Chronische Schmerzen sind für den Einzelnen wie auch für die Gesellschaft von großer Bedeutung. So leiden ca. fünf Prozent der Bevölkerung an chronischen Schmerzen (Flor & Hermann, 2006). Mehrere internationale Studien konnten zeigen, dass in den Industrieländern ca. ein Drittel der Bevölkerung an dauernden oder wiederkehrenden Schmerzen leidet (Arribas et al., 2009; Dejung, 1999; Henley, Ivins, Mills, Wen & Benjamin, 2008; Korff, 1990; McNulty, Gevirtz, Hubbard & Berkoff, 1994; Radbruch et al., 1999; Sorrell & Flanagan, 2003). Im *Nuprin Pain Report* wird angegeben, dass für die erwachsene US-Bevölkerung ca. vier Milliarden Lebenstage pro Jahr (23 Tage pro Einwohner) ermittelt wurden, die durch Schmerzen beeinträchtigt sind (Taylor & Warfield, 1985). Das Mafo-Institut stellte bei einer Untersuchung an 4000 erwachsenen Bürgern in

Deutschland fest, dass innerhalb der letzten sechs Monate 30% an Kopfschmerzen, 30% an Schmerzen des Bewegungsapparates, 25% an Schmerzen bei Erkältungskrankheiten und lediglich 30% an keinen Schmerzen litten (Zimmermann, 1994). Das Thema Schmerz betrifft demnach viele Menschen.

### 2.1.3 Rückenschmerz

Der Rückenschmerz stellt ein bedeutendes, weil weit verbreitetes, Schmerzphänomen dar. Eine Einteilung von Rückenschmerzen kann über die Beschwerdedauer, die Ätiologie, sowie hinsichtlich der Lokalisation der Beschwerden erfolgen. Hinsichtlich der Beschwerdedauer gelten Rückenschmerzen definitionsgemäß als akut, die weniger als drei Monate anhalten (Barr, Griggs & Cadby, 2005; Becker, Chenot, Niebling, Kochen & Familienmedizin, 2004; Göbel, 2001; Keller, Hayden, Bombardier & van Tulder, 2007; Norris & Matthews, 2008; Ostelo et al., 2005; Schmidt & Kohlmann, 2005; Smidt et al., 2005; van Tulder et al., 2001). Ein Persistieren der Symptomatik über diesen Zeitraum hinaus wird als chronisch beschrieben. Rückenschmerzen gehören neben Kopfschmerzen zu den Schmerzsyndromen, bei denen besonders häufig eine Chronifizierung beobachtet wird (Göbel, 2001). Unter Beachtung der Ätiologie erfolgt eine Einteilung in unspezifische und spezifische Rückenschmerzen (Fresenius, Hatzenbühler & Heck, 2004). Der größte Teil wird mit über 80% von unspezifischen Rückenschmerzen eingenommen (Gralow, 2000). Als spezifische Rückenschmerzursachen werden nach Göbel (2001) folgende Faktoren identifiziert :

1. Bandscheibenherniation,
2. Spondylolisthesis, in der Regel bei jungen Menschen,
3. Spinalstenosen, gewöhnlich bei älteren Menschen,
4. Instabilität der Wirbelsäule, die mehr als 4–5 mm beträgt,
5. Wirbelfrakturen, Wirbeltumoren,
6. Infektionen und entzündliche Erkrankungen.

Die unspezifischen Kreuzschmerzen sind jene, bei denen sich im Gegensatz zu den spezifischen Kreuzschmerzen, keine der eben genannten Ursachen finden lassen. Entsprechend der Lokalisation der Beschwerden in Abhängigkeit zur Wirbelsäule kann des Weiteren in Zervikal-, Thorakal-, Lumbalsyndrome eingeteilt werden. Hierbei kommt dem Lumbalbereich mit 65% der betroffenen Regionen die größte Bedeutung zu (Fresenius et al., 2004). Im Rahmen dieser Studie wurden Patienten behandelt, die an chronischen, spezifischen oder unspezifischen Rückenschmerzen im Lumbalbereich erkrankt waren.

## 2.1.4 Epidemiologie von Rückenschmerzen

Ein weit verbreitetes Schmerzphänomen stellen die Rückenschmerzen dar. Zahlreiche epidemiologische Studien konnten belegen, dass Rückenschmerzen eines der Hauptgesundheitsprobleme unserer Bevölkerung darstellen (Göbel, 2001). Ungefähr 80% der Bevölkerung leiden mindestens einmal in ihrem Leben unter akuten Rückenschmerzen (Berger-Schmitt, Kohlmann & Raspe, 1996; Brown, Wells, Trottier, Bonneau & Ferris, 1998). Rückenschmerzen gehören damit neben Kopfschmerzen zu den häufigsten Schmerzproblemen, die zu einer Langzeitbehinderung führen. Raspe und Zink (1992) sprechen hinsichtlich der Rückenschmerzen in unterschiedlichen Stichproben von einer Punktprävalenz von 30% in der Bundesrepublik Deutschland. Die Lebenszeitprävalenz der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland beträgt sogar 80% (Schmidt & Kohlmann, 2005). Das bedeutet, dass über zwei Drittel der Bevölkerung im Laufe ihres Lebens Rückenschmerzen bekommen. 75-90% aller Menschen haben einmal in ihrem Leben Rückenschmerzen; bei zwei Drittel der Betroffenen treten die Schmerzen chronisch-rezidivierend auf und bei rund 10% werden sie chronisch (Uhlig, Bollmann, Harter & Thormeyer, 2005). Chronische Rückenschmerzen sind demnach in unserer Gesellschaft ein weit verbreitetes Leiden – sie stellen, nach Infekten, die zweithäufigste Ursache für das Aufsuchen eines Arztes dar (Uhlig et al., 2005).

Die Prävalenz der Rückenschmerzen in Deutschland weist dabei eine charakteristische Alters- und Geschlechtsabhängigkeit auf, die auch in vergleichbaren ausländischen Bevölkerungsstudien beobachtet werden konnte: Eine hohe 12-Monats-Prävalenz der Rückenschmerzhäufigkeit liegt bereits im frühen Erwachsenenalter, ab etwa 20 Jahren, vor. Diese steigt mit dem Alter nur geringfügig an. Dagegen steigt die Sieben-Tagesprävalenz merklich mit dem Alter an und erreicht etwa im sechsten Lebensjahrzehnt ihr Maximum. Frauen sind dabei in allen Altersgruppen häufiger als Männer von Rückenschmerzen betroffen (Schmidt & Kohlmann, 2005). Geschlechtsspezifische Unterschiede gibt es v.a. bei schweren, chronischen Formen, die häufiger Frauen betreffen (Schochat & Jäckel, 2008). Die Ursachen für die dargestellten Alters- und Geschlechtsunterschiede sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht klar benennbar und bedürfen weiterer Forschungsanstrengungen.

Aufgrund der volkswirtschaftlichen Auswirkungen gehört das Phänomen Rückenschmerz zu einem der dringlichsten Gesundheitsprobleme unserer Gesellschaft

(Becker et al., 2004). Das Ausmaß des Gesundheitsproblems Rückenschmerzen wird durch die Tatsache illustriert, dass 4% der gesamten Arbeitskraft in Deutschland durch Arbeitsunfähigkeitszeiten wegen Rückenschmerzen verloren geht (Göbel, 2001). Durchschnittlich fallen 10 Arbeitsunfähigkeitstage pro Jahr und betroffenen Patienten an (Göbel, 2001). Hohe Erkrankungs- und Arbeitsunfähigkeitsraten führen zu hohen direkten und vor allem - durch Produktionsausfall - zu mehrfach höheren indirekten Kosten (Schmidt & Kohlmann, 2005). In einer Studie zur Analyse der Krankheitskosten bei Rückenschmerzen in Deutschland wurden die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten auf 17 Milliarden beziffert (Bolten, Kempel-Waibel & Pfforinger, 1998). Davon entfielen ca. 30% auf direkte Kosten, die durch eine medizinische Behandlung entstehen. Der weitaus größere Anteil von ca. 70% war vor allem durch Produktivitätsausfälle bedingt. Wenig, Schmidt, Kohlmann und Schweikert (2009) gehen in einer neueren Studie sogar von Gesamtkosten von über 48 Milliarden Euro aus. Die wirtschaftlichen Folgen von Rückenschmerzen sind beträchtlich, wobei offensichtlich 8-10% der Patienten, nämlich die Patienten, die eine Fähigkeitsstörung aufweisen, 80% der Kosten verursachen (Raspe, 1994). Nicht nur das individuelle Leid ist damit groß, sondern auch die Belastung des Bruttosozialproduktes. Die dadurch entstehenden enormen Kosten belasten die Gesundheitssysteme erheblich (Frymoyer, 1993; Nachemson, 1992). Die einleitend genannten Zahlen machen deutlich, dass Rückenschmerzen zu den größten epidemiologischen und individualmedizinischen Gesundheitsproblemen unserer Zeit zählen, deren Behandlung zweifellos eine große medizinische Aufgabe darstellt.

### 2.1.2 Myofaszialer Rückenschmerz

Im Rahmen dieser Studie soll insbesondere myofaszialer Rückenschmerz näher beleuchtet werden, da einer der hier untersuchten Behandlungsansätze auf diesem beruht. Yap (2007) mahnt in diesem Zusammenhang an, dass myofaszialer Schmerz zwar weit verbreitet ist, er dennoch häufig nicht diagnostiziert und in Folge dessen auch nicht behandelt wird. Laut Simons und Mense (2003) erfordert eine genaue Diagnose des myofaszialen Schmerzsyndroms eine hoch entwickelte Fähigkeit zur manuellen Untersuchung der Muskulatur. Diese Fähigkeit kann durch Training und klinische Erfahrung verbessert werden. In einem Übersichtsartikel stellen Han und Harrison (1997) fest, dass Patienten mit myofaszialen Schmerzen über andauernden lokalen Schmerz klagen, der in seiner Intensität variieren kann und am häufigsten in Kopf, Hals, Schultern, Extremitäten und im unteren Rückenbereich auftritt. Aktive myofasziale Triggerpunkte

sind die Ursache für das myofasziale Schmerzsyndrom (MSS), welches die Summe aller myofaszialen Triggerpunktsymptome darstellt (Gröbli & Dommerholt, 1997). Bei Triggerpunkten handelt es sich um klinisch eindeutig identifizierbare schmerzhafte, pathologische Veränderungen in der Skelettmuskulatur (Gröbli & Dommerholt, 1997). Die Hauptdiagnosekriterien, für welche eine hohe Intertester-Reliabilität nachgewiesen werden konnte, sind der Hartspannstrang, die lokale Zuckungsantwort, die ausgeprägte Druckdolenz innerhalb des Hartspannstranges und die typische Ausbreitung eines übertragenen Schmerzes (Gröbli & Dommerholt, 1997). Unter einem übertragenen Schmerz versteht man dabei einen Schmerz, der in der Regel auch in Zonen ausstrahlt und an Stellen empfunden wird, die in einiger Entfernung vom Triggerpunkt liegen. Besteht eine spontane Schmerzhaftigkeit, so werden Triggerpunkte als aktiv bezeichnet (Dejung, 2003). Bewegungen, Haltungsfehler oder sogar der Ruhetonus des Muskels reichen hier oft schon aus, um die Nozizeptoren im Triggerpunktbereich zu aktivieren. Dagegen lösen latente Triggerpunkte keinen Spontanschmerz aus, sind aber dennoch auf eigentlich nicht schmerzhaften Druck hin empfindlich. Sie können etwa bei einer starken Belastung der Muskulatur, durch Nässe oder Kälte sowie durch stressbedingte Muskeltonuserhöhung aktiv werden (Dejung, 2003).

Triggerpunkte sind nach Yap (2007) Stellen in den Muskelfasern, in denen eine Entzündungsreaktion mit weit reichenden Folgen vorliegt. Der Nachweis dieser Entzündungsreaktion gelang den Forschern Shah, Phillips, Danoff und Gerber (2005). Sie konnten in Schmerz-Triggerpunkten erhöhte Konzentrationen von verschiedenen Neuropeptiden nachweisen: Der pH-Wert des Gewebes war deutlich erniedrigt, d.h. es lag eine Übersäuerung vor. Nach der Behandlung der Triggerpunkte reduzierte sich die Konzentration dieser Entzündungssubstanzen drastisch und der pH-Wert normalisierte sich wieder, d.h. die Übersäuerung ließ nach. Diese Information über die Neurophysiologie der Triggerpunkte hilft die Entstehung chronischer, therapieresistenter Schmerzen zu erklären. Die Schmerzbahnen in den Muskeln werden durch die Entzündung so überempfindlich, dass ganz normale Aktivitäten wie Gehen, Stehen, Sitzen, Bücken, Heben etc. Schmerzen auslösen.

Verschiedene Faktoren können zur Entstehung und Aufrechterhaltung myofaszialer Triggerpunkte beitragen. Im Rückenbereich wirken häufig ein- oder mehrmalige Überlastungen sowie Unfälle, aber auch systemische (etwa Vitamin-B12-Mangel oder eine Schilddrüsenunterfunktion) sowie psychologische Faktoren sind bei der Bildung und Persistenz von myofaszialen Triggerpunkten von Bedeutung (Gröbli & Dommerholt, 1997). Belege für einen psychologischen Faktor, den Einfluss von Stress auf myofasziale

Triggerpunkte, konnte eine Studie von McNulty et al. (1994) erbringen, bei der die Triggerpunktaktivität des Trapezmuskels mittels Nadel-Elektromyographie an 14 Probanden untersucht wurde. Dazu ließen die Autoren die Versuchspersonen eine mentale Rechenaufgabe durchführen und verglichen diese Stressphase mit einer Ruhephase. Im Vergleich zur Ruhephase zeigte sich während der Rechenaufgabe ein signifikanter Anstieg der EMG Aktivität. Im umliegenden Muskelgewebe dagegen stieg die Aktivität während der Stressphase nicht an. Darüber hinaus wurde deutlich, dass auch in der Ruhephase die EMG Aktivität des Triggerpunkts signifikant höher lag als in den vom Triggerpunkt umgebenden Muskelabschnitten. Dies bestätigten auch Untersuchungen von Hubbard und Berkoff (1993) und Coupe et al. (2001). Die erhöhte Aktivität erklärten sie sich u.a. mit einem direkten Einfluss des sympathischen Nervensystems auf das Triggerpunktgewebe. Banks, Jacobs, Gevirtz, und Hubbard (1998) ergänzen diese Resultate durch die Feststellung, dass autogenes Training in der Lage ist, die stressbedingte Aktivitätszunahme eines Triggerpunkts zu reduzieren.

Die intensiv vorangetriebene internationale Forschung konnte laut Gröbli und Dommerholt (1997) eindeutige Hinweise für die Existenz und die hohe Prävalenz von myofaszialen Triggerpunkten erbringen. Eine immense Relevanz myofaszialer Triggerpunkte bei vielen schmerzhaften Störungen im Bewegungsapparat verdeutlichen folgende Zahlen: So stellten Skootsky, Jaeger und Oye 1989 fest, dass durch myofasziale Triggerpunkte ausgelöste Schmerzen eine Punktprävalenz von circa 30% haben. Weitere Untersuchungen von Patientenkollektiven mit Schmerzen am Bewegungsapparat bestätigten eine Beteiligung myofaszialer Triggerpunkte, teilweise lagen die Zahlen hier bei über 90% (Gerwin, 1991). Zahlreiche Forscher, so etwa Rosomoff, Fishbain, Goldberg, Santana und Rosomoff (1989) und Dejung (2003) halten myofasziale Triggerpunkte für die Hauptursache von akuten und chronischen Schmerzen im Bewegungsapparat.

Neben myofaszialen Triggerpunkten, wird eine Dysfunktion des Faszien-systems bei der Entstehung muskuloskeletaler Schmerzen als ursächlich angenommen. Faszien stellen ein Netzwerk aus derben Bindegewebshüllen, -Strängen und -Schichten dar und bilden ein fast alles durchdringendes und umhüllendes Netzwerk im Körper (Schleip, 2003). Eine gestörte Funktion der Faszien, z.B. traumatisch oder entzündlich bedingt, wirkt sich demnach auch auf andere anatomischen Strukturen aus (Barnes, 1996). Während Faszien lange Zeit als ein Gewebe mit ausschließlich passiven, stützenden Eigenschaften galten, konnten neuere Studien eine aktive Rolle der Faszien bei der Formgebung und Beweglichkeit des Körpers nachweisen. So entdeckten Schleip, Klinger und Lehmann-

Horn (2005) mit Hilfe immunhistologischer Analysen die Existenz kontraktile Fasern in menschlichem Faszienewebe. Darüber hinaus konnten sie nachweisen, dass diese Elemente tatsächlich zu aktiven Kontraktionen fähig sind und damit die Biomechanik des muskuloskeletalen Systems, wie z.B. die Stabilität des unteren Rückens, beeinflussen können (Schleip et al., 2005). Der Tonus der Faszien trägt demnach wesentlich zur Regulation von Körperstruktur und Bewegung bei (Schleip, 2003). Einige Autoren sprechen daher auch von den Faszien als dem *Organ der Form* (Garfin et al., 1981). Ein pathologisch veränderter Tonus der Faszien wird dabei in Zusammenhang mit verschiedenen Erkrankungen wie beispielsweise Rücken- oder Spannungskopfschmerzen gebracht. Weiterhin können z.B. aufgrund von Entzündungen oder Verletzungen Verhärtungen oder Verdickungen des Faszienewebes vorliegen, wodurch die Beweglichkeit eingeschränkt und die Gleitfähigkeit des Gewebes und dessen Stoffwechsel ungünstig beeinträchtigt wird. Langevin et al. (2009) entdeckten pathologische Veränderungen der Faszien bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Sonographische Untersuchungen zeigten, dass die Faszien der Schmerzpatienten eine um ca. 25% erhöhte Dicke und Echogenität im Gegensatz zu denen der gesunden Kontrollpersonen aufwiesen. Weiterhin fanden die Autoren heraus, dass die morphologischen Veränderungen auch assoziierte funktionale Auswirkungen haben: So war die Beweglichkeit der thorakolumbalen Faszie bei den chronischen Rückenschmerzpatienten im Gegensatz zu der Beweglichkeit der gesunden Kontrollpersonen reduziert.

Eines der in der Studie verwendeten Behandlungskonzepte – die Weichteilosteopathie – basiert auf dem soeben dargestellten Wissen über das Faszienetzwerk und die myofaszialen Triggerpunkte.

## 2.2 Therapie chronischer Rückenschmerzen

Chronische Schmerzen können auf die unterschiedlichsten Arten therapiert werden. Kennzeichnend für den chronischen Schmerz ist jedoch seine große Behandlungsresistenz. Nicht selten suchen Patienten im Verlauf ihrer Erkrankung um die 20 Spezialisten auf, durchlaufen aufwendige diagnostische Untersuchungen und häufig auch chirurgische Eingriffe. Je länger ein Schmerzsyndrom besteht, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Patient wieder in den Arbeitsprozess zurückkehrt (Flor, 1991). Umso wichtiger ist es, möglichst früh die geeignete Therapie für den jeweiligen Schmerzpatient zu finden.



Zu den bekanntesten Therapiemaßnahmen bei chronischen Rückenschmerzen zählen Medikamente, chirurgische Interventionen, Akupunktur, Übungstherapie (so z.B. Stabilisierungsübungen aus dem Bereich der klassischen Krankengymnastik) sowie manipulative Techniken, Biofeedback und Verhaltenstherapie. Beim Vorliegen chronischer Rückenschmerzen bemüht man sich des Weiteren häufig darum die Patienten mit Bewältigungsfertigkeiten auszustatten, die es ihnen ermöglichen sollen, trotz Schmerzen eine hohe Lebensqualität zu erreichen. Elemente einer solchen Behandlung zur Überwindung der häufig anzutreffenden Hilflosigkeit bei den chronischen Schmerzpatienten sind laut Basler et al. (1996) das Training kognitiver Bewältigungsstrategien, Verhaltensübungen zum Umgang mit Schmerzen, Übungen zur physischen Reaktivierung, Stressbewältigung sowie der Aufbau einer positiv-bewältigenden Einstellung gegenüber dem Schmerz. Häufig werden diese Verfahren durch das sogenannte Biofeedback ergänzt. Insbesondere bei Kopf- und Rückenschmerzen hilft Biofeedback durch seine akustische oder wahlweise auch visuelle Rückmeldung eines körperlichen Parameters, etwa der Durchblutung oder der Muskelspannung, die Wahrnehmung zu verbessern und körperliche Reaktionen willkürlich beeinflussbar zu machen (Hermann & Flor, 2001; Rief & Birbaumer, 2000). Hermann und Flor stellten in ihrer Studie aus dem Jahr 2001 eine deutliche Überlegenheit des Biofeedbacks gegenüber einem Schmerzbewältigungstraining, direkt nach der Behandlung sowie nach sechs und 18 Monaten, fest. Das Schmerzbewältigungstraining beinhaltete das Einüben von Schmerzkontrollmethoden wie etwa Entspannungsübungen, Ablenkungsverfahren, erzeugen angenehmer Vorstellungsbilder sowie eine Einstellungsveränderung bezüglich Stress und Schmerz. Die Behandlung erstreckte sich über acht Sitzungen verteilt auf zwei Monate. Das Biofeedback führte zu einer signifikant stärkeren Abnahme der Schmerzintensität, der Beeinträchtigung durch den Schmerz, der depressiven Verstimmung, der hilflosen Einstellung zum Schmerz sowie einer verringerten Erregbarkeit des Muskels. Es zeigte sich, dass die Biofeedbackbehandlung die Schmerzen am besten reduzieren konnte, gefolgt vom Schmerzbewältigungstraining. Kognitive Verhaltenstherapie gehört nach van Tulder et al. (2001) zu den wenigen Verfahren bei chronischen Rückenschmerzen, deren Wirksamkeit als nachgewiesen gilt. Auch wenn es vergleichsweise wenige kontrollierte Einzelstudien zu diesem Thema gibt, so bestätigen die fünf bisherigen Metaanalysen und Reviews die Wirksamkeit kognitiver Verhaltenstherapie (Guzman et al., 2001; Hoffman, Papas, Chatkoff & Kerns, 2007; Nielson & Weir, 2001; Ostelo et al., 2005; van Tulder et al., 2001). In die Kategorien

„hohe oder moderate Effektivität“ fallen nach van Tulder et al. (2001) bisher lediglich multidisziplinäre Behandlungsprogramme, Bewegungstherapie, Rückenschulen, nichtsteroidale Analgetika und kognitive Verhaltenstherapie, während z.B. Muskelrelaxantien, Akupunktur, manuelle Therapie oder Physiotherapie bei chronischen Schmerzen als „unklar effektiv“ oder „ineffektiv“ gelten. Jedoch fanden Keller, Hayden, Bombardier und van Tulder (2007) beim Vergleich von 27 Studien, in denen Patienten mit chronischen Rückenschmerzen behandelt wurden, die höchsten, jedoch nur moderaten, Effekte bei Akupunktur, Verhaltenstherapie, Stabilisationsübungen und bei der Anwendung von entzündungshemmenden Schmerzmedikamenten. Die manipulativen Techniken wiesen hier nur schwache Effekte auf. Die Forschergruppe betont auf Basis dieser Befunde die Notwendigkeit, effektivere Behandlungskonzepte zu entwickeln.

Im Folgenden sollen verschiedene, für diese Studie relevante, Therapiemaßnahmen zur Behandlung chronischer Rückenschmerzen vorgestellt werden. Es wird das Therapiekonzept der klassischen Krankengymnastik, einer weichteilosteopathischen Behandlungsform, sowie eines Herzratenvariabilitätstrainings erläutert. Daran anschließend werden Studien zur Wirksamkeit beider Therapieformen aufgeführt, sowie Studien, die klassische Krankengymnastik mit manueller Therapie vergleichen, da Studien, die die klassische Krankengymnastik mit einer weichteilosteopathischen Behandlung vergleichen bislang noch nicht existieren. Des Weiteren werden Studien aufgeführt, die die Wirksamkeit eines Herzratenvariabilitätstrainings bei chronischen Schmerzpatienten verdeutlichen.

### 2.2.1 Klassische Krankengymnastik (KG)

Der Begriff „Krankengymnastik“ vereint eine Vielzahl unterschiedlicher Therapieformen. Eine klassische, weit verbreitete Anwendungsform stellen dabei Stabilisationsübungen dar. Diese werden häufig in der Therapie muskuloskeletaler Erkrankungen, insbesondere auch bei Rückenschmerzen, eingesetzt (Smidt, de Vet, Bouter & Dekker, 2005). Folgerichtig gelten sie in den Richtlinien der physiotherapeutischen Behandlung chronischer Rückenschmerzen als ein bedeutender Bestandteil der Therapie (Norris & Matthews, 2008). Das Behandlungskonzept dieser Therapieform beruht auf der Annahme, dass instabile muskuläre Strukturen Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule verursachen (Barr, Griggs & Cadby, 2005). Instabilität, die zumeist auf einer zu geringen muskulären Kraft und Ausdauer sowie einer unzureichenden

Muskelkontrolle und –koordination beruht, führt dazu, dass für die entsprechenden Wirbelsäulensegmente zu wenig Stützfunktion vorhanden ist (Panjabi, 1992). Ein primäres Ziel dieser Behandlungsform besteht darin in einer Steigerung der Muskelkraft. Dabei stellen Stabilisierung und Kräftigung der für die Biomechanik wichtigen Anteile der Rumpfmuskulatur elementare Merkmale des Therapiekonzepts dar (Pfungsten, Kaluza & Hildebrandt, 1996).

Smidt et al. (2005) untersuchten inwieweit Stabilisationsübungen eine effektive Behandlungsmethode für die Therapie unterschiedlicher Erkrankungen darstellen. Sie verglichen dazu 104 Reviews und fanden einen Benefit der Übungstherapie bei Lungen – und Gefäßerkrankungen, Knie- und Hüftarthrosen, sowie bei subakuten (6 bis 12 Wochen) und chronischen (mehr als 12 Wochen) Rückenschmerzen.

Ferreira, Ferreira, Maher, Herbert und Refshauge (2006) geben einen systematischen Überblick über die Wirksamkeit von Stabilisationsübungen bei Rückenschmerzen. Sie fanden heraus, dass die Übungen bei chronischen, nicht aber bei akuten Schmerzen zu einer Schmerzreduktion führen. Bei chronischen Kreuzschmerzen waren die Stabilisationsübungen erfolgreicher als medizinische Fürsorge und Schulung; erwiesen sich jedoch nicht der manuellen Therapie überlegen. Des Weiteren erwiesen sich Stabilisationsübungen und chirurgische Eingriffe bei der Schmerzreduktion chronischer Kreuzschmerzen als gleich effektiv. Die dargestellten Studien legen somit nahe, dass Stabilisationsübungen bei chronischen, nicht aber bei akuten Rückenschmerzen das Leiden durchaus reduzieren, jedoch nicht besser wirken als eine manuelle Therapie.

Verschiedene Studien beschäftigten sich mit einem Vergleich der klassischen Krankengymnastik und manueller Therapie. So verglichen Aure, Nilsen und Vasseljen (2003) die Wirksamkeit von manueller Therapie und allgemeiner Übungstherapie bei 49 chronischen Kreuzschmerz-Patienten. Die 45-minütige allgemeine Übungstherapie bestand aus einer 10-minütigen Aufwärmphase auf dem Fahrradergometer und einem 35-minütigen individuellen Übungsprogramm. Das Übungsprogramm basierte auf üblichen Trainingsmethoden bei Rückenschmerzen, die dem Bereich der klassischen Krankengymnastik zugeordnet werden können (Kräftigungs- und Dehnübungen sowie Mobilisations-, Koordinations- und Stabilisationsübungen für die Bauch-, Rücken-, Bein- und Beckenmuskulatur). Im Rahmen der manuellen Therapie waren ausschließlich Wirbelsäulenmanipulationen, sowie spezielle Mobilisations- und Dehntechniken, erlaubt.

In beiden Gruppen zeigten sich signifikante Verbesserungen der Schmerzintensität, der allgemeinen Gesundheit und der funktionellen Alltagsfähigkeit nach der Behandlungsperiode. Diese Verbesserung war auch in den nachfolgenden Untersuchungen bis zum Follow-up nach einem Jahr ersichtlich. Die manuelle Therapie schnitt, im Vergleich zur allgemeinen Übungstherapie, aber mit wesentlich größeren Therapieerfolgen ab. Die Wirbelsäulenbeweglichkeit wurde nur vor und nach der Behandlungsperiode untersucht. In beiden Gruppen konnten dabei signifikante Verbesserungen festgestellt werden, wobei auch hier die Gruppe der manuellen Therapie größere Erfolge erzielt hat. Auch die Anzahl der Patienten, die krank geschrieben waren, verringerte sich deutlich. Es waren jedoch in allen Befragungen mehr Patienten der manuellen Therapie arbeitsfähig als in der Übungstherapiegruppe. So erwies sich die manuelle Therapie bei chronischen Kreuzschmerz-Patienten als wirksamer verglichen mit Übungen der klassischen Krankengymnastik.

Goldby et al. (2006) kamen zu gegensätzlichen Ergebnissen. 346 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen erhielten entweder eine manuelle Therapie, eine spinale Stabilisationsübungstherapie oder eine minimale Intervention in Form eines Buches mit Informationen zu Rückenbeschwerden. Es zeigte sich eine Überlegenheit der Stabilisationsübungen gegenüber der manuellen und der minimalen Intervention hinsichtlich einer Reduktion von Schmerz und Beeinträchtigung. Im Vergleich zur Gruppe mit minimaler Intervention schnitt die manuelle Therapie jedoch auch besser ab. Eine unterschiedliche Behandlungsdauer in den Gruppen könnte die Befunde erklären. Wurden alle Patienten der Stabilisationsgruppe über zehn Wochen behandelt, so war die Behandlungsdauer in der manuellen Gruppe teilweise kürzer.

Arribas et al. (2009) behandelten 137 Patienten mit unspezifischen Schmerzen im unteren Rückenbereich, um die Wirksamkeit zweier Behandlungskonzepte zu vergleichen. Die Kontrollgruppe erhielt 15 Einheiten klassischer Krankengymnastik; wobei die Experimentalgruppe 15 Therapieeinheiten der Godelife Denys-Struyf (GDS) Methode erhielt. Die GDS-Methode stellt eine Kombination aus individueller manueller Therapie, einer Gruppentherapie mit Stabilisationsübungen sowie Übungen, die zu Hause durchzuführen sind, dar. In beiden Gruppen stellten sich bei den Patienten nach den jeweiligen Behandlungen, sowie drei Monate danach, weniger Schmerzen, geringere funktionale Behinderungen, sowie eine erhöhte Lebensqualität ein. Die Verbesserungen in der GDS-Gruppe waren jedoch größer. Zudem zeigte sich, dass die Schmerzreduktion in

der GDS-Gruppe auch nach sechs Monaten noch anhielt, während das Schmerzniveau der durch klassische Krankengymnastik behandelten Patienten wieder auf den Ausgangswert zurückfiel. Die GDS-Methode scheint einer klassisch krankengymnastischen Behandlung somit überlegen zu sein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass klassische Krankengymnastik zwar durchaus in der Lage ist chronische Rückenschmerzen zu lindern, die bisherige Befundlage, einen Wirksamkeitsvergleich klassische Krankengymnastik versus manipulative Techniken betreffend, erscheint jedoch widersprüchlich. Darum erscheint es dringend notwendig, die Erfolge der klassischen Krankengymnastik mit der Wirksamkeit anderer Therapieformen zu vergleichen, um für mehr Klarheit auf dem Gebiet der Schmerztherapie zu sorgen.

### 2.2.2 Weichteilosteopathie (WO): Myofascial-Release/Triggerpunkttherapie

Weichteilosteopathie ist eine spezielle Form manipulativer Therapie (Licciardone, Brimhall & King, 2005). Myofascial-Release und Triggerpunkttherapie stellen dabei weichteilosteopathische Behandlungsformen dar. Ihr Konzept basiert auf der Annahme, dass eine Dysfunktion des muskuloskeletalen Systems zu Schmerzen führt (Williams, 1997). Den bereits erwähnten Faszien sowie den Triggerpunkten (*siehe 2.1.2 Myofaszialer Rückenschmerz*) wird dabei eine wesentliche Rolle zugeschrieben. Sowohl beim Myofascial-Release als auch in der Triggerpunkttherapie werden gezielt tiefe Bindegewebsstrukturen, Faszien bzw. Triggerpunkte behandelt.

Unter Myofascial Release ist demnach eine Technik zu verstehen, die gezielt auf Faszien einwirkt (Williams, 1997). Tiefengewebsmanipulationen und Stretching sollen verhärtetes Gewebe lösen und entspannen und eine größere Verschiebbarkeit des Faszien-systems bewirken. Vertreter dieser Therapieform sind der Ansicht, dass bindegewebige Verhärtungen allein durch gezielte Tiefengewebsbehandlung gelöst werden können. Eine Wirksamkeit des Myofascial Release erscheint aufgrund dieser Gegebenheiten gut begründet. So findet es Schleip (2003) nicht verwunderlich, dass heute viele osteopathische und andere manualtherapeutische Ansätze die Faszienmanipulation betonen. Meist geht man dabei von der Annahme aus, dass die Faszien auf eine geeignete Manipulation mit Gewebeentspannung antworten können. Oft spürt der Behandler einen solchen *Release* ganz unmittelbar während einer Faszientechnik, was daher auch als *unmittelbare Faszienplastizität* bezeichnet wird. Das reichhaltige Vorkommen von

sympathischen Nervenendigungen in den Faszien deutet ferner auf einen engen Zusammenhang zwischen Faszien und Vegetativum hin. Jede Manipulation der Faszien ist vor diesem Hintergrund auch eine Einwirkung auf das Vegetativum, und jede Veränderung des autonomen Nervensystems kann eine unmittelbare wie langfristige Veränderung im Faszientonus bewirken. Allerdings existieren bislang nur wenige Studien, die nachweisen, dass verhärtete Faszien durch Myofascial Release tatsächlich gelöst werden können (Remvig, 2007).

Eine weitere weichteilosteopathische Technik, die manuelle Triggerpunkttherapie, ermöglicht eine gezielte Behandlung von Triggerpunkten. Sie umfasst vier Techniken, die das den Triggerpunkt umgebende Bindegewebe aufdehnen sowie großflächig kontrakte bindegewebige Strukturen und Muskeln lösen (Dejung, 2003). An dieser Stelle sei exemplarisch eine der vier Techniken beschrieben: Ein Therapeut drückt mit dem Daumen entweder gegen einen knöchernen Untergrund oder komprimiert diese Stelle zwischen Daumen und Mittelfinger. Der Druck wird circa 20 Sekunden beibehalten. Währenddessen führt der Patient eine aktiv-assistive Bewegung des entsprechenden Muskels aus (Gröbli & Dejung, 2003). Die Therapie zielt dabei auf eine Deaktivierung der Triggerpunkte durch eine verbesserte lokale Durchblutung und eine Verringerung der gesteigerten Nozizeptoraktivität ab (Gröbli & Dommerholdt, 1997).

Im Folgenden werden einige Studien genannt, die die Wirksamkeit der weichteilosteopathischen Therapieformen Myofascial-Release und Triggerpunkttherapie bei chronischen Schmerzpatienten unterstreichen.

Bezüglich einer Wirksamkeit bei Rückenschmerzen gaben Licciardone et al. (2005) einen systematischen Überblick. Sie verglichen sechs Studien, in denen osteopathische Manipulationen bei Rückenschmerzpatienten durchgeführt wurden und konnten nachweisen, dass die Schmerzen signifikant reduziert werden konnten. Die osteopathische Behandlung war dabei sowohl den aktiven Kontrollgruppen (Behandlung mit Massage, Wärmetherapie) als auch den Placebogruppen überlegen. Demnach scheint die osteopathische Therapie nicht nur wirksam zu sein, sie ist, bei Rückenschmerzen, auch einer Wärme- oder Massagebehandlung vorzuziehen.

In einer Studie von Andersson et al.(1999), an der 155 Rückenschmerzpatienten teilnahmen, zeigte sich ebenfalls die Wirksamkeit osteopathischer Therapien. Hierbei

wurde Myofascial Release mit anderen osteopathischen Techniken kombiniert. Diese Behandlungsform war hinsichtlich der Schmerz- und Beeinträchtigungsreduktion einer medizinischen Standardtherapie, die Krankengymnastik, Ultraschall, Medikamente, sowie eine Wärme- und Kältetherapie umfasste, gleichwertig. Im Hinblick auf den Medikamentenkonsum zeigte sich in der osteopathisch behandelten Gruppe ein signifikant geringerer Verbrauch als in der mit Standardtherapie versorgten Gruppe. Osteopathische Therapien sind demnach - verglichen mit einer medizinischen Standardbehandlung - als gleichwertig anzusehen, mit Blick auf eine Verringerung des Medikamentenkonsums sogar als wirksamer.

In einer Untersuchung von Dejung (1999) wurden 90 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen mit manueller Triggerpunkttherapie behandelt. Nach der Intervention war die Schmerzeinschätzung der Patienten auf einer visuellen Analog-Skala von durchschnittlich 6,6 auf 3,37 abgesunken. Die Resultate waren signifikant ( $p = 0.0033$ ) und erwiesen sich auch bei einer Nachuntersuchung nach eineinhalb Jahren als stabil. Diese Befunde legen nahe, dass manuelle Triggerpunkttherapie ein geeignetes Behandlungsverfahren für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen darstellt. Dabei vermutet Dejung (1999), dass die Beseitigung der muskulären Triggerpunkte und der Bindegewebsveränderungen möglicherweise die mit der Zeit im Chronifizierungsprozess entstandenen neuroplastischen Veränderungen im zentralen Nervensystem positiv beeinflussen kann. Auch Simons und Mense (2003) sind der Ansicht, dass durch manuelle Triggerpunkttherapie eine Normalisierung neuroplastischer Veränderungen möglich ist.

Myofasziale Triggerpunkttherapie wurde von Ferrell-Torry und Glick (1993) bei hospitalisierten Krebspatienten, die unter Schmerzen litten, eingesetzt. Sie untersuchten die Wirkung einer 30 minütigen therapeutischen Massage, die myofasziale Triggerpunkttherapie umfasste und zweimal angewandt wurde, auf Schmerzwahrnehmung, Entspannungstiefe, physiologische Parameter und die Angst von Krebspatienten. Schmerzempfinden, Angst und Entspannungstiefe wurden vor und direkt nach der Intervention abgefragt. Des Weiteren wurde die Herz- und Atmungsrate sowie der Blutdruck vor, direkt nach sowie zehn Minuten nach der Intervention erfasst. Die myofasziale Triggerpunkttherapie reduzierte sowohl die Schmerzen als auch die Angst der Patienten signifikant. Auch ihre Entspannungstiefe konnte erhöht werden. Die physiologischen Messungen nahmen, verglichen zur Baseline, ab, was ebenfalls für eine

tieferer Entspannung spricht. Somit wirkte sich, zumindest in dieser Studie, die myofasziale Triggerpunkt-Therapie auf Schmerzen, Angst und die Entspannungstiefe positiv aus.

Delaney, Leong, Watkins und Brodie (2002) untersuchten die Wirkung der myofaszialen Triggerpunkttherapie auf das autonome Nervensystem. Behandelt wurden dabei Kopf, Nacken und Schulterpartie von 30 gesunden Probanden. Vor und nach einer 20minütigen Behandlung wurden jeweils Herzratenvariabilitäts- und Blutdruckmessungen durchgeführt. Eine hohe Herzratenvariabilität (HRV) stellt dabei ein Zeichen für die erhaltene Adaptationsfähigkeit des autonomen Nervensystems dar und ist somit positiv. Im nächsten Kapitel (*Kapitel 2.2.3 Herzratenvariabilitäts-Training*) wird genauer auf das Thema HRV eingegangen. Auf einer visuellen Analogskala gaben die Teilnehmer außerdem Selbsteinschätzungen ihrer aktuellen Muskelanspannung sowie ihr Entspannungslevel an. Bei einer zweiten Gruppe, der Kontrollgruppe, wurden ebenfalls alle Messungen durchgeführt, sie erhielt jedoch keine Behandlung, sondern saß für 20 Minuten ruhig auf einem Stuhl. Bei der Interventionsgruppe, nicht aber bei der Kontrollgruppe, stellten sich signifikante Veränderungen ein: Sowohl die Muskelanspannung als auch die empfundene Anspannung fielen ab, Herzfrequenz und Blutdruck sanken und die Analysen der Herzratenvariabilität zeigten einen signifikanten Anstieg der parasympathischen Aktivität. Dies ist als Hinweis dafür zu sehen, dass die myofasziale Triggerpunkttherapie auch das autonome Nervensystem positiv beeinflussen kann.

Auch Henley et al. (2008) fanden Hinweise für die Auswirkungen weichteilosteopathischer Behandlung, in diesem Fall einer Behandlung durch Myofascial Release, auf die Herzratenvariabilität. In ihrer Untersuchung legten sie 17 gesunde Probanden auf einen Kipptisch, um eine erhöhte sympathische Aktivität zu erzeugen. Es wurde entweder eine echte osteopathische oder eine vorgetäuschte Intervention (Scheinbehandlung) durchgeführt. Während sich bei der Scheinbehandlung keine Veränderungen zeigten, führte die weichteilosteopathische Behandlung zu einem signifikanten Abfall der sympathischen und einem signifikanten Anstieg der parasympathischen Aktivität. Somit scheint sich eine weichteilosteopathische Behandlung auf die Herzratenvariabilität auszuwirken.

Insgesamt betrachtet scheint die Weichteilosteopathie eine vielversprechende Alternative zu den klassischen Behandlungsformen bei chronischen Rückenschmerzen zu



sein. Systematische Vergleiche mit anderen, häufiger angewandten Therapieformen sind dringend angezeigt, um auch vor den Krankenkassen besser argumentieren zu können. So übernehmen die Krankenkassen bislang noch nicht die Kosten für eine weichteilosteopathische Behandlung, wohl aber für eine klassisch krankengymnastische Intervention.

### 2.2.3 Herzratenvariabilitätstraining

Da sich das menschliche Herz ständig wechselnden Umweltbedingungen anpassen muss, unterliegt seine Schlagfrequenz einem stetigen Wechsel. Diese natürliche Änderung der Herzfrequenz wird als Herzratenvariabilität (HRV) bezeichnet (Mück-Weymann, 2005). Sie ist als das Ausmaß der Schwankungen des Sinusrhythmus um den Mittelwert definiert (Birkhofer, Schmidt & Forstl, 2006). Elektrokardiographisch ist diese Variabilität als zeitliche Variation der R-Zacken erkennbar. Die Regulation der HRV unterliegt hauptsächlich den beiden antagonistisch wirkenden Ästen des autonomen Nervensystems Sympathikus und Parasympathikus (Malik et al., 1996). Das parasympathische Nervensystem unterstützt Prozesse im Körper, die auf Ruhe und Erholung ausgerichtet sind, wie etwa ein Absinken der Herzfrequenz, oder auch die Anregung der Verdauung. Demgegenüber ist der Sympathikus im Wesentlichen für die Aktivierung des Organismus zuständig, wie z.B. eine Beschleunigung des Herzschlags oder der Atmung (Schmidt & Lang, 2007). Je besser das Herz in der Lage ist, sich beider Äste des autonomen Nervensystems in einem ausgeglichenen Verhältnis zu bedienen, umso besser ist auch seine Anpassungsfähigkeit an aktuell auf den Körper einwirkende Einflussfaktoren. Die Herzratenvariabilität beschreibt also die Fähigkeit des Herzens, den zeitlichen Abstand von Herzschlag zu Herzschlag belastungsabhängig laufend zu verändern, um sich wechselnden Anforderungen schnell anzupassen. Sie stellt somit eine Kerngröße für die Anpassungsfähigkeit des menschlichen Organismus an innere und äußere Belastungsfaktoren dar (Hottenrott, 2002). Eine hohe Anpassungsfähigkeit drückt sich dabei in einer hohen HRV aus und ist somit ein Zeichen für eine erhaltene Adaptionfähigkeit des autonomen Nervensystems (Mück-Weymann, 2005). Problematisch wird es, wenn sich das Herz nicht mehr flexibel diesen Belastungen anpassen kann (Mück-Weymann, 2002). Menschen mit eingeschränkter HRV werden durch größere Belastungen rasch überfordert. Sie erleben dies als Stress – also als Ungleichgewicht zwischen den Anforderungen einerseits und den eigenen, zur Verfügung stehenden Bewältigungsmöglichkeiten andererseits. Sie entwickeln zu einem deutlich

höheren Prozentsatz gravierende Gesundheitsstörungen wie Herzkrankheiten, Depressionen oder Neuropathien. Eine ausreichend große HRV scheint demnach von Vorteil zu sein, bezogen auf die Fähigkeit des Organismus, angemessen auf dauernd wechselnde innere und äußere Belastungen reagieren zu können (Mück-Weymann, 2002).

Ein HRV-Training macht sich die Tatsache zunutze, dass den reaktiven Schwankungen der Herzfrequenz, auf physische oder psychische Anforderungen, periodische Schwankungen unterlagert sind, die mit der Atmung assoziiert sind. Diese mit der Atmung assoziierten Schwankungen der Herzrate bezeichnet man als respiratorische Sinusarrhythmie (Birkhofer, Schmidt & Forstl, 2005). Das HRV-Training zielt auf eine Maximierung der parasympathisch medierten respiratorischen Sinusarrhythmie ab. Dies wird durch ein langsames Atmen, in der sogenannten Resonanzfrequenz, forciert. Die Resonanzfrequenz liegt beim Menschen in einem Bereich von 0.075 – 0.12 Hz (Vaschillo, Lehrer, Rische & Konstantinov, 2002). Obwohl jede Person eine individuelle Resonanzfrequenz aufweist, liegt diese Frequenz bei den meisten Menschen bei 0.1 Hz, was einem Atemrhythmus von sechs Atemzügen pro Minute entspricht. Bei dieser Frequenz ist die Amplitude der HRV am höchsten. Liegt eine hohe Baroreflexsensitivität vor, so kommt es zu einer Potenzierung dieser Effekte und somit zu einem Anstieg der HRV (Lehrer et al., 2003).

Appelhans und Luecken (2008) teilen die Ansicht, dass ein HRV-Training auch chronischen Schmerzpatienten helfen kann. Sie begründen dies mit einer Normalisierung autonomer Dysfunktionen, die bei chronischen Schmerzpatienten häufig eine Rolle in der Ätiologie sowie bei einer akuten Verschlimmerung der Schmerzen spielen. Darüber hinaus erscheint in diesem Zusammenhang eine entspannende Wirkung des Trainings sowie die Reduktion von Stress bedeutsam. Ferner bietet es Patienten die Möglichkeit, sich selbst aktiv in die Behandlung einzubringen, wodurch das Gefühl der Kontrolle über die Erkrankung sowie das Selbstbewusstsein der Patienten gestärkt werden können (Hassett, Cone, Patella & Sigal, 2000). Dies erscheint besonders wichtig, da sich Schmerzpatienten oft hilflos ihren Schmerzen ausgesetzt fühlen (Pfungsten, 2005). Ein HRV-Training kann somit helfen, der häufig bei chronischen Schmerzpatienten anzutreffenden Hilflosigkeit und Passivität entgegenzusteuern. Eine Steigerung des Selbstvertrauens der Patienten sowie die Stressbewältigung sind auf Grund bisheriger Erkenntnisse über die zugrundeliegenden Mechanismen chronischer Schmerzen sinnvolle therapeutische Maßnahmen in der Schmerztherapie (Basler, Franz, Kröner-Herwig, Rehfisch & Seemann, 1996). Im Folgenden werden zahlreiche Studien aufgeführt, die den u.a. von Appelhans

und Luecken (2008) postulierten Zusammenhang zwischen der HRV und Schmerz nachweisen konnten.

Lindh, Wiklund, Sandman und Hakansson (1997) untersuchten Gesichtsausdruck und HRV bei zehn Säuglingen in drei verschiedenen Situationen. In einer ersten Situation befanden sich die Säuglinge in einem Ruhezustand; in einer zweiten wurde ein Reflex ausgelöst und in einer dritten Situation wurde dem Säugling Blut entnommen. Das Auslösen des Reflexes erzeugte weder einen schmerzverzerrten Gesichtsausdruck noch eine Veränderung der HRV. Während der Blutentnahme zeigten die Säuglinge sowohl einen schmerzverzerrten Gesichtsausdruck als auch eine Abnahme der HRV. Die Differenzierung von schmerzhaften und schmerzlosen Zuständen wurde also mit Hilfe der HRV-Erfassung erleichtert, eine enge Beziehung zwischen Schmerz und HRV konnte bestätigt werden.

Tousignant-Laflamme und Marchand (2006) erfassten bei 30 Patienten mit Rückenschmerzen die HRV, während einerseits versucht wurde, den alltäglichen Rückenschmerz durch eine 15 – 30 Sekunden andauernde Druckausübung auf das schmerzhafte Gebiet zu erzeugen (klinischer Schmerz), andererseits wurde experimenteller Schmerz durch einen 15 Sekunden andauernden Kontakt mit einem thermischen Stimulus hervorgerufen (experimenteller Schmerz). Der experimentelle Schmerz führte dabei zu einem geringeren Anstieg der Herzfrequenz als der klinische Schmerz. Schon kurzweilige Schmerzzustände können demnach zu einer Veränderung der HRV führen.

Zhang, Dean, Nosco, Strathopoulos und Floros (2006) untersuchten die Effekte von chiropraktischen Behandlungen auf HRV und Schmerz. 96 Chiropraktiker erhoben in diesem Zusammenhang vor und nach der Behandlung von jeweils zehn Patienten die HRV. Der subjektiv empfundene Schmerz der Patienten, angegeben auf einer visuellen Analogskala, nahm durch die Behandlung ab. Auch die HRV verbesserte sich. Gesunde Kontrollpersonen, die dieselbe Behandlung bekamen, zeigten dagegen keine signifikanten Veränderungen in der HRV. Die Autoren schlossen daraus, dass die chiropraktischen Behandlungen die sympathische und parasympathische Aktivität des Nervensystems beeinflussen und dass die Erfassung der HRV als quantitative Methode eine geeignete Ergänzung zur Erfassung des Behandlungserfolgs ist.

Auch Storella et al. (1999) sind dieser Ansicht. Sie sehen insofern einen Zusammenhang von Schmerz und HRV als sich chronische Schmerzen auf die autonome Regulation des kardiovaskulären Systems auswirken. Die Autoren vermuteten, dass diese Auswirkungen durch nachlassenden Schmerz umgekehrt werden können und erforschten, inwieweit eine akute Verbesserung chronischer Schmerzen die HRV beeinflusst. 16 Patienten mit chronischen Rücken- oder Beinschmerzen erhielten eine schmerzlindernde Injektion. Sowohl der Schmerz als auch die Herzfrequenz wurden vor und nach der Behandlung erfasst. Die HRV stieg mit abnehmendem Schmerz an. Dies unterstützt die Hypothese der Autoren, dass chronischer Schmerz Auswirkungen auf die autonome Regulation des kardiovaskulären Systems hat, die durch nachlassenden Schmerz umgekehrt werden können. Die angestiegene HRV mit nachlassendem Schmerz könnte eine Wiederherstellung der kardiovaskulären Gesundheit reflektieren. Die Studie konnte somit nachweisen, dass sich eine Linderung chronischer Schmerzen tatsächlich auf die HRV auswirkt.

Zur Behandlung chronischer Schmerzen erscheint deshalb auch ein Herzratenvariabilitätstraining sinnvoll. Hassett et al. (2007) untersuchten die Effizienz eines solchen Trainings bei Patienten mit Fibromyalgie, da die Symptome von Fibromyalgie durch autonome Dysfunktionen verursacht sein könnten. Kennzeichnend für Fibromyalgie sind muskuloskeletale Schmerzen, häufig auch muskuläre Steifheit, Schlafstörungen, Depressionen sowie autonome Dysregulationen wie eine erhöhte sympathische Aktivität und ein erniedrigter Parasympathikotonus (Wolfe et al., 1990; Cohen et al., 2001). Zwölf Frauen mit Fibromyalgie erhielten zehn wöchentliche Behandlungen. Sie erlernten in ihrer Resonanzfrequenz zu atmen und sollten dieses zweimal täglich 20 Minuten üben. Ein signifikanter Anstieg der HRV konnte festgestellt werden. Darüber hinaus zeigten sich klinisch signifikante Verbesserungen bezüglich der Funktionsfähigkeit der Patienten sowie eine Reduktion von Schmerzen und Depressionen. Hassett et al. (2007) schlossen daraus, dass ein Herzratenvariabilitätstraining, eine nützliche Behandlung bei chronischen Schmerzen sein könnte.

Eine Erfassung der Herzratenvariabilität – auch als Maß für den Erfolg einer Schmerztherapie - erscheint aufgrund dieser Befunde angebracht. Anders als herkömmliche psychophysiologischen Messverfahren, die die autonome Aktivierung z.B. mit Hilfe der Hautleitfähigkeit erfassen, bietet eine HRV-Analyse die Möglichkeit einer genaueren Differenzierung der sympathischen und parasympathischen Regulationsfunktion

(Appelhans & Luecken, 2008). Neuere Studien zeigen außerdem, dass sich in der HRV auch emotionale Zustände widerspiegeln. So wiesen Untersuchungen mit depressiven Patienten auf einen Zusammenhang von Affekten und HRV hin (Stein et al., 2000; Hughes & Stoney, 2000) Appelhans und Luecken (2006) bezeichnen in diesem Sinne die HRV als ein objektives Maß der Emotionalität. Dies erscheint im Hinblick auf die affektive Komponente chronischer Schmerzen von besonderer Bedeutung.

Zusammengenommen lässt sich feststellen, dass auf der Grundlage der dargestellten Befunde ein Herzratenvariabilitätstraining als geeigneter Bestandteil einer chronischen Schmerztherapie anzusehen ist. Die Erfassung der Herzratenvariabilität stellt zusätzlich eine psychophysiologische Messmethode dar, die eine Erhebung der neurovegetativen Aktivität und der autonomen Funktionen erlaubt. Scholz (1996) hält psychophysiologische Untersuchungen in der Schmerzdiagnostik für eine geeignete Methode, um den Behandlungsverlauf einer Therapie zu kontrollieren und objektivieren. Vorangehende Studien, etwa die von Zhang et al. (2006), bestätigen dies auch für die Messung der HRV. Insgesamt betrachtet stellt die Erfassung der HRV als physiologisches, objektives Maß eine sinnvolle Ergänzung der subjektiven Einschätzungen der Patienten dar und wird daher in vorliegender Studie eingesetzt.

### *2.3 Hypothesen*

In Zusammenschau sämtlicher Studien zeigt sich, dass sowohl durch Weichteilosteopathie, klassische Krankengymnastik als auch durch ein HRV-Training chronische Schmerzen beeinflusst werden können. Im Rahmen dieser prospektiven, randomisierten klinischen Studie wird eine Kombination zweier weichteilosteopathischer Techniken (Myofascial Release und manuelle Triggerpunkttherapie) einer klassisch krankengymnastischen Behandlung, die Stabilisationsübungen umfasst, gegenübergestellt. Bisherige Befunde zur weichteilosteopathischen Behandlung muskuloskeletaler Schmerzen sind, wie bereits in Kapitel 2.2.2 dargestellt, vielversprechend. Allerdings ist es notwendig, diese Befunde in Bezug zu anderen, bereits etablierten, Therapien zu setzen, weshalb in dieser Studie ein Vergleich mit einer häufig zur Anwendung kommenden Therapieform, der klassischen Krankengymnastik, durchgeführt wird. Auf diesem Weg ist es möglich, den Therapieerfolg anhand einer etablierten Behandlungsmethode zu relativieren. Es wird erwartet, dass die weichteilosteopathische Behandlung bei myofaszialem Rückenschmerz erfolgreicher abschneidet als eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik, da sie

speziell für myofasziale Schmerzsyndrome entwickelt wurde. Zusätzlich beschäftigt sich diese Studie mit der Wirksamkeit eines Herzratenvariabilitätstrainings bei chronischen Rückenschmerzen. Aufgrund theoretischer und empirischer Grundlagen, insbesondere etwa den Erkenntnissen über die stressbedingte Beeinflussung chronischer Schmerzen, erscheint ein solches Training als eine sinnvolle Ergänzung körperlicher Interventionen. Es soll nun geprüft werden, inwieweit sich ein Herzratenvariabilitätstraining als zusätzliche Therapiemaßnahme tatsächlich als wirksam erweist. Die beiden Behandlungsgruppen Weichteilosteopathie und klassische Krankengymnastik werden dafür weiter unterteilt in je eine Gruppe, die ein zusätzliches HRV-Training erhält und eine Gruppe, die dieses nicht erhält. Insgesamt ergeben sich also vier Behandlungsgruppen.

Für die Arbeit wird die folgende, übergeordnete Hypothese postuliert: Die Weichteilosteopathie (WO) ist bei myofaszialem Rückenschmerz der klassischen Krankengymnastik (KG) überlegen. Die jeweilige Wirksamkeit soll dabei in Hinblick auf die Therapieerfolgsmaße Schmerzintensität, Beeinträchtigung, Medikamentenkonsum, Therapieabbruch und die Herzratenvariabilität untersucht werden, für welche die im Folgenden dargestellten Hypothesen angenommen werden. Der Langzeiteffekt der Therapien, die sogenannte Nachhaltigkeit, wird dabei analysiert durch Befragungen und Messungen drei Monate nach Therapieende.

### 2.3.1 Hypothesen zu Schmerz und Beeinträchtigung

- a.) Das *subjektive Schmerzempfinden und die erlebte Beeinträchtigung durch die Schmerzen* sinken sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung.
- b.) Das *subjektive Schmerzempfinden und die erlebte Beeinträchtigung durch die Schmerzen* sinken durch eine Behandlung durch Weichteilosteopathie stärker als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik.
- c.) Das *subjektive Schmerzempfinden und die erlebte Beeinträchtigung* werden stärker reduziert wenn zusätzlich ein HRV-Training durchgeführt wird.
- d.) Die Therapieergebnisse hinsichtlich des *subjektiven Schmerzempfindens und der erlebten Beeinträchtigung* bleiben nach einer Behandlung durch Weichteilosteopathie länger erhalten als nach einer Behandlung durch klassische Krankengymnastik – die *Nachhaltigkeit* ist demnach bei der WO eher gegeben als bei der KG.

### 2.3.2 Hypothesen zum Medikamentenkonsum

- a.) Der *Medikamentenkonsum* wird sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung reduziert.
- b.) Der *Medikamentenkonsum* wird durch eine weichteilosteopathische Behandlung stärker reduziert als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik.
- c.) Der *Medikamentenkonsum* wird stärker reduziert wenn zusätzlich ein HRV-Training durchgeführt wird.
- d.) Die Therapieergebnisse hinsichtlich des *Medikamentenkonsums* bleiben nach einer Behandlung durch Weichteilosteopathie länger erhalten als nach einer Behandlung durch klassische Krankengymnastik – die *Nachhaltigkeit* ist demnach bei der WO eher gegeben als bei der KG.

### 2.3.3 Hypothesen zum Therapieabbruch

- a.) In den weichteilosteopathisch behandelten Gruppen gibt es weniger *Therapieabbrüche* als in den klassisch krankengymnastisch behandelten Gruppen.
- b.) Wird zusätzlich ein HRV-Training durchgeführt, so reduziert dies die Anzahl der Therapieabbrüche.

### 2.3.4 Hypothesen zur Herzratenvariabilität

- a.) Die kurzzeitigen Veränderungen der Herzratenvariabilität (Vergleich der Herzratenvariabilität vor zu unmittelbar nach den jeweiligen Behandlungen) werden sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung beeinflusst.
- b.) Durch eine weichteilosteopathische Behandlung zeigen sich hinsichtlich der kurzzeitigen Veränderungen der Herzratenvariabilität, d.h. unmittelbar nach jeder Behandlung, stärkere Verbesserungen als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik.
- c.) Kurzzeitige Veränderungen betreffend werden bessere Ergebnisse erzielt, wenn ein zusätzliches HRV-Training stattfindet.
- d.) Die langfristigen Veränderungen der Herzratenvariabilität (Vergleich der Werte zu Beginn der Therapie mit den Werten direkt nach der letzten Behandlung) werden sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung beeinflusst.

e.) Durch eine Behandlung mit Weichteilosteopathie verbessert sich die Herzratenvariabilität im Laufe der Therapie (Langzeitwirkungen) stärker als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik.

f.) Auch die Langzeitwirkungen betreffend werden bessere Ergebnisse erzielt, wenn ein zusätzliches HRV-Training stattfindet.

g.) Die Therapieergebnisse, die Herzratenvariabilität betreffend, bleiben nach einer Behandlung durch Weichteilosteopathie länger erhalten als nach einer Behandlung durch klassische Krankengymnastik – die *Nachhaltigkeit* ist demnach bei der WO eher gegeben als bei der KG.

## 3 Methode

### 3.1 Stichprobenbeschreibung

An der vorliegenden Studie nahmen 124 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule teil. Die Rekrutierung der Studienteilnehmer erfolgte in Zusammenarbeit mit verschiedenen orthopädischen Praxen der näheren Umgebung der Filderklinik sowie mittels Annoncen in örtlichen Amtsblättern. Jeder potentielle Studienteilnehmer wurde nach folgenden Ein- und Ausschlusskriterien bewertet; alle Einschlusskriterien sollten hierbei erfüllt sein, zudem durfte kein Ausschlusskriterium vorliegen.

#### **Einschlusskriterien:**

- Alter: 18 – 70 Jahre
- Chronische Rückenschmerzen mit Betonung des Lumbalbereiches seit mind. drei Monaten, mindestens einmal die Woche
- Durchschnittliche und momentane Schmerzausprägung auf einer numerischen Ratingskala (0-10) von mind. vier Punkten
- Muskeldehnschmerz bei Flexion, Extension oder Lateralflexion
- Verursachung der Schmerzen vorwiegend durch das Muskel-Skelett-System

#### **Ausschlusskriterien:**

- Akuter Bandscheibenvorfall
- Akute lokale oder auch generelle Entzündungen



- Neurologische Erkrankungen wie Multiple Sklerose, Parkinson, Hemiplegien
- Fibromyalgie
- Radikuläre Symptomatik wie positiver Lasegue, Fußheberschwäche, Ameisenlaufen oder Kribbeln in den Beinen
- Paraspinale Metastasen oder Tumoren
- Krebserkrankungen, die eine chemo-, radio- oder operative Therapie während der kommenden 12 Monate notwendig machen
- Prothesen an den unteren Extremitäten
- Ausprägung von rheumatologischen, kardiovaskulären oder pulmonalen chronischen Erkrankungen, bei denen aus internistischer Sicht eine 45 Minuten anhaltende Physiotherapie kontraindiziert ist
- Schwere Depressionen oder schwere Angstzustände, bei denen aktuell eine psychische und/oder medikamentöse Behandlung erforderlich ist
- Suizidalität
- Drogenmissbrauch oder -abhängigkeit
- Schwangerschaft oder Absicht, während der Studienzeit schwanger zu werden

Diese Kriterien wurden in einem ersten Screening mit Hilfe eines telefonischen Interviews abgefragt und in den Folge-Screenings durch einen Physiotherapeuten sowie einen Orthopäden überprüft. Von insgesamt 261 Patienten, die ein Telefon-Screening erfolgreich durchlaufen hatten, wurden 135 Patienten beim Screening durch Physiotherapeuten und Orthopäden auf Basis der Ein- und Ausschlusskriterien als geeignet eingestuft. Davon entschieden sich 11 Patienten gegen eine Studienteilnahme. Die Gründe hierfür waren vielschichtig, etwa ein zu langer Anfahrtsweg oder familiäre Unstimmigkeiten. Entschieden sich geeignete Patienten zur Studienteilnahme, so erfolgte eine Stratifizierung nach Alter und Geschlecht, wobei das Geschlecht in zwei Gruppen (männlich, weiblich) und das Alter in vier Gruppen (< 40 Jahre, 40-49 Jahre, 50-59 Jahre und 60-70 Jahre) unterteilt wurde. Die Randomisierung auf die vier Behandlungsgruppen erfolgte sodann durch eine vorbereitete Tabelle. 124 Patienten erfuhren zumindest eine Behandlungseinheit. Jeder Studienteilnehmer unterzeichnete vor Beginn der Therapie eine Einverständniserklärung, in der die Freiwilligkeit der Studienteilnahme bestätigt wurde. Die Teilnehmer wurden darin auch darauf hingewiesen, dass es ihnen freigestellt ist, die Therapie jederzeit abubrechen. Die Patienten wurden zudem darüber aufgeklärt, dass der Umgang mit den erhobenen Daten dem Landes – und Bundesdatenschutzgesetz entspricht.

Alle nachfolgenden Betrachtungen und Analysen beziehen sich auf die 124 Patienten, die mindestens eine Behandlung durchlaufen haben, d.h. auch die Patienten, die sich für einen Abbruch entschieden, sind relevant. 67 Patienten wurden mit klassischer Krankengymnastik behandelt, 57 mit Weichteilosteopathie. 66 erhielten ein Herzratenvariabilitätstraining, 58 Patienten erhielten keines. Dass mehr Patienten klassische Krankengymnastik erhielten als Weichteilosteopathie rührt daher, dass die vier Gruppen immer aufgefüllt wurden, wenn sich ein Patient für einen Abbruch der Behandlung entschied. Da es in den Gruppen KG und KG & HRV mehr Abbrecher gab, wurden diese Gruppen mit immer neuen Patienten aufgefüllt. Dabei durchliefen 15 der 124 Patienten nicht alle zehn Behandlungen, sondern entschieden sich für einen Abbruch der Therapie. Fünf Patienten brachen in der Gruppe KG ab; sieben Patienten in der Gruppe KG & HRV. Die Anzahl der Abbrecher in den Gruppen WO und WO & HRV lag bei einem bzw. zwei Patienten.

Zum Zeitpunkt der ersten Behandlung waren die 83 Frauen und 41 Männer im Durchschnitt 53.18 Jahre alt (SD=10.52; Spannweite 20-70 Jahre). Die bisherige Schmerzdauer der Patienten lag bei durchschnittlich 12.7 Jahren (SD=10.2). Die Ausprägung ihrer Schmerzen sahen die Patienten in der orthopädischen Anamneseerhebung auf einer Numerischen Ratingskala (0-10) im Mittel bei 5.6 (SD=1.7). 79 (63,7 %) Patienten waren zum Zeitpunkt der Anamneseerhebung berufstätig, 27 (21,8 %) der Patienten waren in Rente, 13 (10,5%) bezeichneten sich als Hausfrauen, bzw. Hausmänner, zwei (1,6%) Patienten befanden sich im Vorruhestand, zwei (1,6%) studierten und ein (0,8%) Patient gab an nicht berufstätig zu sein. Die Behandlungsdauer der 109 Patienten, die alle zehn Behandlungen durchlaufen haben, betrug im Mittel 35.2 Tage (SD = 7.3). Die kürzeste Behandlungsphase dauerte 22, die längste 71 Tage. Die teilweise recht langen Behandlungszeiträume kamen durch krankheitsbedingte Ausfälle seitens der Patienten oder von Seiten der Therapeuten zustande, auch Urlaube spielten hierbei eine Rolle. In Tabelle 1 wird die Anzahl der Patienten pro Gruppe, sowie die Geschlechts- und Altersverteilung der jeweiligen Gruppe, veranschaulicht.

**Tabelle 1**

Die Anzahl der Teilnehmer pro Gruppe sowie deren Geschlechts- und Altersverteilungen.

	<b>N</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Alter</b>
<b>Gruppe 1:</b> <b>KG</b>	30	männlich: 10 weiblich: 20	Mittelwert:53.43 Standardabweichung:10.59
<b>Gruppe 2:</b> <b>KG &amp; HRV</b>	37	männlich: 10 weiblich: 27	Mittelwert: 52.30 Standardabweichung:9.50
<b>Gruppe 3:</b> <b>WO</b>	28	männlich: 10 weiblich: 18	Mittelwert: 52.25 Standardabweichung:11.30
<b>Gruppe 4:</b> <b>WO &amp; HRV</b>	29	männlich: 11 weiblich: 18	Mittelwert: 54.93 Standardabweichung:11.21

<sup>a</sup> = HRV= Herzratenvariabilitätstraining; KG= Klassische Krankengymnastik; WO= Weichteilosteopathie; N= Anzahl.

### 3. 2 Studiendesign

Bei dieser Studie kam ein stratifiziertes, faktorielles, randomisiertes und kontrolliertes Design zur Anwendung. Die erste unabhängige Variable stellte die Therapieform dar, wobei Weichteilosteopathie der klassischen Krankengymnastik gegenübergestellt wurde. Ein Teil der Patienten wurde dabei weichteilosteopathisch behandelt, der andere Teil erfuhr eine klassisch krankengymnastische Behandlung. Darüber hinaus wurde jede dieser beiden Behandlungsgruppen in je eine Gruppe aufgeteilt, die ein zusätzliches HRV-Training erhielt und in eine Gruppe, die dieses nicht erhielt. Als zweite unabhängige Variable fungierte somit das HRV-Training. Es handelte sich hierbei also um ein 2\*2 faktorielles Design (Weichteilosteopathie vs. klassische Krankengymnastik; ohne HRV-Training vs. mit HRV-Training) mit den vier Behandlungsgruppen: Weichteilosteopathie (WO), Weichteilosteopathie mit HRV-Training (WO & HRV), klassische Krankengymnastik (KG) und klassische Krankengymnastik mit HRV-Training (KG & HRV).

Als abhängige Variablen wurden folgende Parameter erhoben: das subjektiv empfundene Schmerzlevel (erfasst durch BPI, DST und DSF), die Lebenszufriedenheit (erfasst durch FLZ), die augenblickliche Stimmung (erfasst durch die ASTS), die Konstitution (erfasst durch den T-HKF und den ärztlichen Fragebogen zur Konstitution und Krankheitsvorgeschichte), die Erwartungshaltung der Patienten (erfasst durch FERT-S), die Erwartungshaltung der Therapeuten (erfasst durch TEH), der

Medikamentenkonsum (erfasst durch DSF), die Lebensqualität (erhoben durch den HLQ), die Beweglichkeit (erhoben mit Hilfe von Medimouse und Videoaufzeichnung), der Blutdruck sowie die Herzfrequenzvariabilität über 24 Stunden (erhoben mit Hilfe eines Drei-Kanal-EKG-Gerätes der Firma Tom-Medical), die Reaktion physiologischer Parameter (Hautleitwiderstand, Hauttemperatur, Oberflächem-EMG) auf einen standardisierten Stresstest (erfasst mit einem Nexus-Gerät), die Pulswellengeschwindigkeit (erfasst mittels Getemed-Rekorder), die Kurzzeit-HRV (erfasst durch Nexus-Gerät und HRV-Scanner) und die Anzahl der Therapieabbrüche. Im Rahmen dieser Arbeit werden die folgenden abhängigen Variablen näher betrachtet: das subjektiv empfundene Schmerzlevel (erfasst durch den BPI), der Medikamentenkonsum (erfasst durch DSF), die Anzahl der Therapieabbrüche sowie die Kurzzeit-HRV (erfasst durch HRV-Scanner).

### *3.3 Studienaufbau*

Es handelt sich hier um eine prospektive, randomisierte, nach Alter und Geschlecht parallelisierte, klinische Interventionsstudie, die in Zusammenarbeit mit der Universität Tübingen durchgeführt wurde. Physiologische Messungen wurden in diesem Rahmen erhoben und Fragebögen waren auszufüllen. Die einzelnen Fragebögen und Messinstrumente werden im Kapitel „3.5 Verwendete Fragebögen“ sowie im Kapitel „3.6 Verwendete Messinstrumente“ genauer beschrieben.

Insgesamt wurden im Rahmen der Studie über eineinhalb Jahre hinweg von Oktober 2008 bis April 2009 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen in Filderstadt in der Filderklinik behandelt. Die sich an die Teilnahmezusicherung anschließende Eingangsuntersuchung beinhaltete eine Anamnese, Fragebögen (Deutscher Schmerzfragebogen und Deutsches Schmerztagebuch), die Durchführung eines Stresstests und eine 24h-HRV- und Blutdruck-Messung, sowie gegebenenfalls eine Einführung in das HRV-Training. Dabei wurden die Patienten nicht über den Inhalt der anderen Therapieformen informiert, um die Erwartungshaltung konstant zu halten. Dies gilt auch für das HRV-Training. Patienten, die dieses nicht bekamen, sollten auch nichts davon erfahren, um sich nicht benachteiligt zu fühlen.

Alle Patienten wurden zweimal pro Woche über fünf Wochen hinweg behandelt, nahmen demnach insgesamt an zehn Therapiesitzungen teil. Die Dauer der Behandlungen umfasste in den Gruppen ohne HRV-Training 45 Minuten. In den Gruppen mit HRV-Training verlängerte sich diese Behandlungszeit um ca. zehn Minuten, da die Patienten vor und während der Sitzung Sequenzen des HRV-Trainings übten. Der Behandlungsablauf erfolgte nach einem festgelegten Therapieprotokoll (siehe Kapitel 3.4 Behandlungsart).

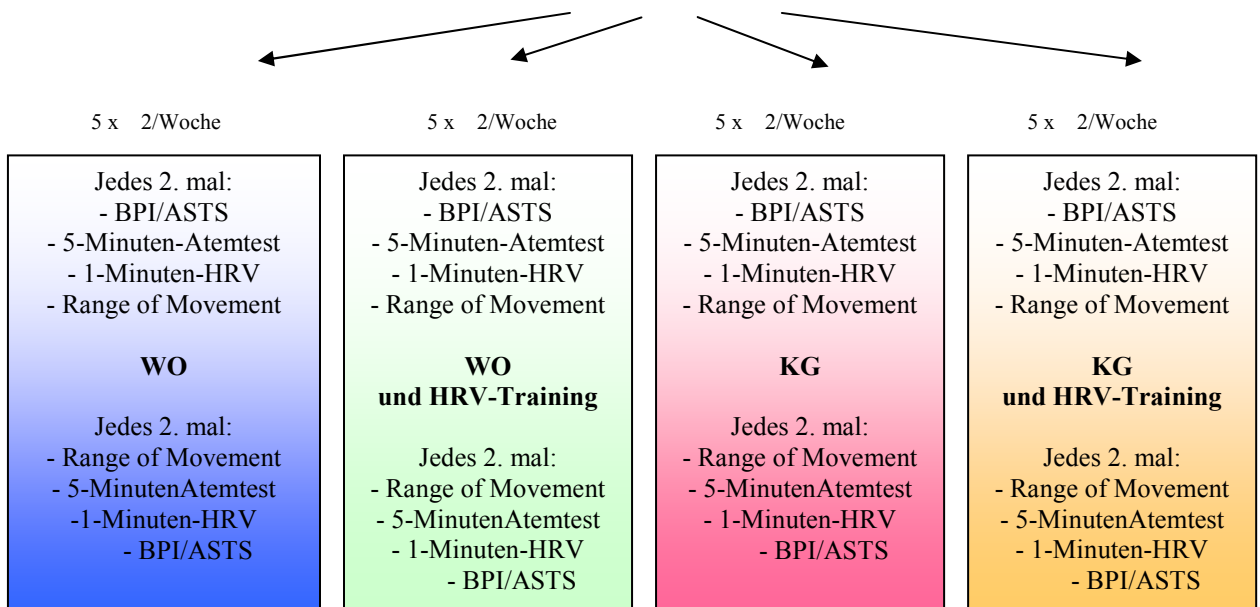
Aus logistischen Gründen konnten nicht alle 124 Patienten auf einmal behandelt werden, sondern maximal 24 Personen (sechs pro Gruppe).

Jeweils vor und nach jeder zweiten Behandlung wurden der BPI und die ASTS ausgefüllt, ein 5-Minuten-Atemtest (Nexus), sowie ein 1-Minuten-Atemtest (HRV-Scanner) durchgeführt und das Range of Movement (Videoaufzeichnung, bzw. Messung mit der MediMouse) erfasst. Die Reihenfolge der erhobenen Messungen vor der Behandlung stellte sich folgendermaßen dar: 1) Nexus Atemtest, 2) HRV-Scanner Atemtest, 3) MediMouse und 4) Video; die Reihenfolge der Messungen nach der Behandlung: 1) MediMouse, 2) Video, 3) Nexus Atemtest und 4) HRV-Scanner Atemtest. Nach der Behandlung wurde zuerst die Beweglichkeit erhoben, um zu verhindern, dass ein längeres Sitzen während der Atemtests diese Messung beeinflusst. Bei der ersten, fünften und zehnten Behandlung wurden zusätzlich noch die Lebenszufriedenheit über den FLZ und die Erwartungshaltung der Patienten über den FERT-S erfasst.

Unmittelbar nach Abschluss der zehn Therapiesitzungen erfolgte eine Zwischenuntersuchung. Hier wurden erneut der Deutsche Schmerzfragebogen (DSF), sowie das Deutsche Schmerztagebuch (DST) ausgefüllt, zusätzlich wurde der Z1-Fragebogen ausgefüllt, es fand eine körperliche Untersuchung durch die Orthopäden statt, der Stresstest sowie die 24h-HRV- und Blutdruck-Messung wurden erneut durchgeführt. Drei und sechs Monate später wurden folgende Daten nochmals erhoben: DSF, DST, BPI, ASTS, FLZ, körperliche Untersuchung durch Orthopäden, Nexus Atemtest, HRV-Scanner Atemtest, Stresstest, MediMouse und Video, sowie 24h Blutdruck und –EKG. Nach drei Monaten wurden zusätzlich der Z2-Fragebogen sowie der Herdecker Fragebogen zur Lebensqualität ausgefüllt, nach sechs Monaten der Z3-Fragebogen und der Havelhöher Konstitutionsfragebogen zum Trait. In Abbildung 2 sind die einzelnen Stationen nochmals veranschaulicht.



## Randomisierung



**1. Zwischenuntersuchung: unmittelbar nach den 5 Therapie-Wochen**  
 DSF, DST und Z1-Fragebogen, Körp. Untersuchung durch Orthopäden, 24h-Blutdruck- und HRV-Messung, Stresstest, MediMouse, Videoaufzeichnung

**2. Zwischenuntersuchung: 3 Monate nach den 5 Therapie-Wochen**  
 DSF, DST, HLQ, Z2-Fragebogen, BPI, FLZ und ASTS, Körp. Untersuchung durch Orthopäden, 24h-Blutdruck- und HRV-Messung, Stresstest, MediMouse, 1-Minuten-HRV, 5-Minuten-Atemtest, Videoaufzeichnung

**3. Abschlussuntersuchung: 6 Monate nach den 5 Therapie-Wochen**  
 DSF, DST, T-HKF, Z3-Fragebogen, BPI, FLZ und ASTS, Körp. Untersuchung durch Orthopäden, 24h-Blutdruck- und HRV-Messung, Stresstest, MediMouse, 1-Minuten-HRV, 5-Minuten-Atemtest, Videoaufzeichnung

Abbildung 2: Studienablauf

### 3.4 *Behandlungsart*

#### 3.4.1 Klassische Krankengymnastik

67 der Patienten erhielten klassische Krankengymnastik. Sie waren demnach entweder der KG oder der KG & HRV Gruppe zugeordnet. Die Patienten wurden von drei Physiotherapeuten mit mehrjähriger klinischer Erfahrung behandelt, die eine spezielle Schulung für das Übungsprogramm der Studie durchlaufen hatten, um eine einheitliche Behandlung der Patienten zu gewährleisten. Darüber hinaus erfolgte während der Phase der Interventionen ein regelmäßiger Austausch der Therapeuten. Das Übungsprogramm, das speziell die Bauch- und Rückenmuskulatur kräftigt, wurde von drei erfahrenen Physiotherapeuten entwickelt. Die Behandlungen erfolgten in Einzelsitzungen. Die Physiotherapeuten leiteten die Patienten nach einer im Therapieprotokoll festgelegten Übungsabfolge an; bei der Durchführung der jeweiligen Übungen nahmen die Physiotherapeuten, wenn nötig, Haltungskorrekturen vor.

#### 3.4.2 Weichteilosteopathie

Die 57 Patienten der osteopathisch behandelten Gruppen WO und WO & HRV wurden von sieben Physiotherapeuten behandelt, die im Vorfeld der Studie eine 8-tägige Schulung in den Grundlagen und Techniken der weichteilosteopathischen Behandlung durchlaufen hatten. Die weichteilosteopathische Behandlung, die in Einzelsitzungen erfolgte, bestand aus einer Kombinationstherapie aus den in Kapitel 2.2.2 dargestellten Techniken Myofascial Release und manueller Triggerpunkttherapie. Der Ablauf der Behandlung erfolgte nach einem Protokoll, in dem Abfolge und Durchführung der anzuwendenden Griffe festgehalten war. Während der Schulungsphase sowie begleitend zu den Interventionen fand ein regelmäßiger Austausch der Therapeuten sowie Supervisionen statt, um eine standardisierte Behandlung der Patienten sicherzustellen.

#### 3.4.3 Herzratenvariabilitätstraining

Patienten, die ein Herzratenvariabilitätstraining bekamen, erhielten vor Beginn ihrer ersten Behandlung eine Audio-CD mit Gregorianischen Gesängen in unterschiedlichen Frequenzen sowie eine ausführliche Einweisung in das HRV-Training. Bei dieser Gelegenheit wurde den Studienteilnehmern darüber hinaus eine Videosequenz über die

amerikanische Studie von McNulty, Gevirtz, Hubbard und Berkhoff (1994) gezeigt, die sie dazu motivieren sollte, das Atemtraining zu Hause zwei Mal täglich, jeweils 15 Minuten, durchzuführen. Zusätzlich wurde den Patienten eine schriftliche Kurzanleitung zur Durchführung des Trainings ausgehändigt. Das Herzratenvariabilitäts-Training beinhaltete Atemübungen, die die Patienten während der Therapiesitzungen und zuhause zu einer entspannenden und rhythmusgebenden Musik durchführten. Sie wurden instruiert in einem durch die Musik vorgegebenen Rhythmus gleichmäßig ein- und auszuatmen. Um den Rhythmus der Gesänge dabei optimal an die individuelle Frequenz jedes Patienten anpassen zu können, wurde mit Hilfe des Therapeuten, im Rahmen der ersten Therapiestunde, die für den Patienten ideale Frequenz ermittelt. Jede weitere Therapiesitzung umfasste eine Trainingsphase von zehn Minuten, um eventuelle Schwierigkeiten bei den Atemübungen aufzudecken und eine korrekte Durchführung der Atemübungen sicherzustellen. Die Compliance der Patienten hinsichtlich des häuslichen Atemtrainings wurde zusätzlich mit Hilfe einer Befragung nach Ende der Therapiesitzungen erhoben. Als ausreichende Compliance wurde dabei ein Training von zweimal täglich 15 Minuten angesehen.

### *3.5 Verwendete Fragebögen*

In diesem Kapitel werden alle im Rahmen der Studie ausgehändigten Fragebögen genannt. Näher beschrieben werden die Fragebögen, die für die Fragestellungen dieser Arbeit relevant waren.

#### *3.5.1 Erfassung des subjektiven Schmerzempfindens und der Beeinträchtigung*

Da sowohl der „Schmerz“ als auch die erlebte „Beeinträchtigung“ aufgrund ihrer Subjektivität und Individualität nicht direkt erschließbar sind, wird auf indirekte Indikatoren zurückgegriffen, um das Schmerz-, bzw. Beeinträchtigungserleben zu erfassen. Das Schmerzlevel der Patienten wurde mit Hilfe des Deutschen Schmerzfragebogens (DSF), des deutschen Schmerztagebuches (DST) sowie des Brief-Pain-Inventory (BPI) erfasst. Der DSF und das DST wurden vor der ersten Behandlung, im Anschluss an die letzte Behandlung, sowie drei und sechs Monate nach der letzten Behandlung ausgefüllt. Im Rahmen dieser Arbeit soll der BPI-Schmerzfragebogen näher beschrieben werden, da er für die Fragestellung, das Schmerz- und Beeinträchtigungserleben der Patienten betreffend, relevant ist. Dieser wurde den Patienten vor der ersten Behandlung, bei der



dritten, fünften und siebten Behandlung, sowie zum Abschluss der Therapie und zur drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung vorgelegt und selbständig ausgefüllt. Die klinische Schmerzmessung beschreibt das subjektive Schmerzerleben meist durch die Schmerzintensität und die subjektiv erlebte Beeinträchtigung, die aus dem Schmerz hervorgeht (Kiencke, 2001). Die Schmerzintensität drückt dabei die Stärke des empfundenen Schmerzes aus. Unter der subjektiv erlebten Beeinträchtigung wird das Ausmaß der subjektiven Bewertung der Patienten in Bezug auf die schmerzbedingte Einschränkung ihrer Alltagstätigkeiten verstanden. Der BPI-Schmerzfragebogen stellt ein mehrdimensionales Instrument zur Messung des Schmerzes dar, das erstmals 1983 von Daut, Cleeland und Flanery in den USA unter dem Namen Wisconsin Brief Pain Questionnaire eingesetzt wurde. Die Messung des Schmerzes erfolgt dabei auf einer sensorischen Dimension, der Schmerzintensität und auf einer reaktiven Dimension, der funktionalen Einschränkung durch die Schmerzen.

Die insgesamt elf Fragen des BPI sind jeweils mit einer elfstufigen numerischen Ratingskala im Wertebereich 0 = kein Schmerz bis 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz, bzw. 0 = keine Beeinträchtigung bis 10 = vollständige Beeinträchtigung skaliert. Die Schmerzintensität wird dabei mit vier und die funktionale Einschränkung durch die Schmerzen mit sieben Fragen erfasst. Bei der in der Studie zur Anwendung kommenden deutschen Übersetzung des BPI von Radbruch et al. (1999) konnte die Zwei-Faktorenstruktur (Schmerzintensität und Beeinträchtigung durch Schmerzen) durch eine explorative Faktorenanalyse und eine Skalen-Reliabilitätsanalyse bestätigt werden. Die Reliabilität mit Cronbachs ( $\alpha = 0.9$ ) wurde anhand einer Referenzstichprobe ( $n = 1940$ ) für beide BPI-Skalen als gut eingestuft. Die Diskriminanzvalidität ist bei Schmerzpatientengruppen für die beiden korrelierten BPI-Skalen ausreichend ( $r = 0.6$ ) (Kiencke, 2001). Demnach scheint der BPI ein geeignetes Instrument zu sein, um die empfundene Schmerzintensität, aber auch die erlebte Beeinträchtigung durch die Schmerzen, zu erfassen.

### 3.5.2 Untersuchung der Lebenszufriedenheit und der Lebensqualität

Bei dem Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ<sup>M</sup> von Henrich und Herschbach (2000) handelt es sich um ein Messinstrument zur Erfassung der allgemeinen und gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Er wurde den Patienten vor der ersten Behandlung, bei der fünften Behandlung, sowie zum Abschluss der Therapie und zur drei – und sechsmonatigen Nachuntersuchung vorgelegt und selbständig ausgefüllt. Der Fragebogen

zur Lebenszufriedenheit FLZ<sup>M</sup> besteht aus einem allgemeinen Modul (FLZ<sup>M</sup>-A Allgemeine Lebenszufriedenheit) und einem gesundheitsbezogenen Modul (FLZ<sup>M</sup>-G Zufriedenheit mit der Gesundheit) mit jeweils acht Bereichen. Die Items werden zunächst von der befragten Person nach ihrer „subjektiven Wichtigkeit“ beurteilt. In einem zweiten Schritt wird nach der Zufriedenheit bezüglich dieser Items gefragt. Die Beurteilung erfolgt auf einer fünfstufigen Likertskala mit einem Wertebereich von 0 (nicht wichtig/unzufrieden) bis 4 (extrem wichtig/ sehr zufrieden). Es liegen deutsche Normdaten vor. Objektivität, Validität und Reliabilität sind geprüft und gegeben (Henrich & Herschbach, 2000).

Die Lebensqualität vor und nach der Therapie wurde mit Hilfe des Herdecker Fragebogens zur Lebensqualität (HLQ; Ostermann et al. (2005)) bei der dreimonatigen Nachuntersuchung erhoben.

### 3.5.3 Untersuchung der Erwartungshaltung

Die Erwartungshaltung der Patienten gegenüber dem Therapieerfolg sowie gegenüber den Therapeuten wurde mit Hilfe einer gekürzten Fassung des „Fragebogen zur Erfassung relevanter Therapiebedingungen – S“, kurz FERT-S abgefragt. Der Fragebogen erfasst Dimensionen und Bestandteile der Therapie, die für eine bestimmte Technik oder einen bestimmten therapeutischen Ansatz nicht spezifisch sind, aber im Sinne allgemeiner Wirkfaktoren eine Wirkung auf das Therapieergebnis haben. Der 15 Items umfassende Fragebogen von Vollmann, Hautzinger und Strehl (2009) wurde auf neun Items gekürzt um ihn auf physiotherapeutische Behandlungen zuzuschneiden. Er wurde den Patienten vor der ersten Behandlung, bei der fünften Behandlung, sowie zu Abschluss der Therapie vorgelegt und von den Patienten selbständig ausgefüllt.

Die Erwartungshaltung der Therapeuten gegenüber dem Therapieerfolg wurde mit Hilfe des TEH (Therapeuten-Erwartungs-Haltung) – Fragebogens erfasst. Dieser wurde den Therapeuten vor der ersten Behandlung, bei der fünften Behandlung, sowie zu Abschluss der Therapie vorgelegt und von den jeweiligen Therapeuten selbständig ausgefüllt.

### 3.5.4 Untersuchung der Stimmung

Die aktuelle Stimmung bzw. das momentane Befinden der Patienten wurde mit der Aktuellen Stimmungsskala (ASTS) von Dalbert (1992) erfasst. Diese ist eine Kurzfassung des „Profile of Mood States“ (POMS; McNair, Lorr & Dopplemann, 1971) und umfasst 19 Items, die den fünf Teilskalen Trauer, Hoffnungslosigkeit, Müdigkeit, Zorn und positive Stimmung zugeordnet sind. Die momentanen Gefühlszustände werden mit Hilfe von Adjektiven (z.B. zornig, entmutigt und heiter) und einer siebenstufigen Rating-Skala mit den Endpolen „überhaupt nicht“ (=1) und „sehr stark“ (=7) abgefragt. Die Skala wurde den Patienten vor und nach der ersten Behandlung, vor und nach der dritten, fünften und siebten Behandlung, sowie zu Abschluss der Therapie und zur drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung vorgelegt und von den Patienten selbständig ausgefüllt.

### 3.5.5 Untersuchung der Konstitution

Ein Instrument zur Erfassung der Konstitution stellt der Havelhöher Konstitutionsfragebogen zum Trait (T-HKF; Kröz et al., (2003) dar, der bei der sechsmonatigen Nachuntersuchung ausgeteilt wurde.

### 3.5.6 Untersuchung des Medikamentenkonsums

Der DSF stellt ein umfangreiches Messinstrument dar. Er behandelt eine Vielzahl schmerzbezogener Daten, u.a. fragt er den Medikamentenkonsum ab, was für eine Fragestellung genutzt werden konnte. Die Patienten werden hierbei aufgefordert, alle Medikamente, die sie aktuell einnehmen, in eine Tabelle einzutragen.

Des Weiteren kamen folgende selbst entwickelten Fragebögen zum Einsatz: ein Z1-Fragebogen, ein Z2-Fragebogen sowie ein Z3-Fragebogen, wobei jeder der drei Fragebögen in unterschiedlichen Fassungen, passend zur jeweiligen Behandlungsgruppe, vorlag. Der Z1-Fragebogen wurde nach der zehnten Behandlung ausgefüllt, der Z2-Fragebogen bei der dreimonatigen Nachuntersuchung und der Z3-Fragebogen bei der sechsmonatigen Nachuntersuchung. Abgefragt wurden das Schmerzniveau, sowie die benötigten Medikamente vor und nach den zehn Behandlungen und die Regelmäßigkeit

des durchgeführten HRV-Trainings. Letzteres nur, wenn die Patienten ein solches auch durchführen sollten.

### *3.6 Verwendete Messgeräte*

#### 3.6.1 Untersuchung der Beweglichkeit

Die Beweglichkeit („Range of Movement“) der Patienten wurde mit dem Messinstrument MediMouse vor und nach der ersten, dritten, fünften, siebten und zehnten Behandlung, sowie bei der drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung, dokumentiert (Sagittale Messebene: Aufrecht, Flexion, Extension; Frontale Messebene: Aufrecht, Lateralflexion nach links und nach rechts). Die MediMouse ist ein computergestütztes medizintechnisches Gerät, mit dem durch ein manuelles Abtasten des Rückens die Beweglichkeit des Rückens, bzw. der Wirbelsäule bestimmt werden kann.

Zusätzlich wurden die Patienten vor einer gerasterten Wand mit einer digitalen Kamera vor und nach der ersten, dritten, fünften, siebten und zehnten Behandlung, sowie bei der drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung, gefilmt (Sagittale Messebene: Aufrecht, Flexion, Extension; Frontale Messebene: Aufrecht, Lateralflexion nach links und nach rechts).

#### 3.6.2 Untersuchung der Herzratenvariabilität

Die Untersuchung der Herzfrequenzvariabilität erfolgte zum einen durch das Gerät Nexus und zum anderen mit Hilfe des sogenannten HRV-Scanners. Die Messungen wurden vor und nach der ersten, dritten, fünften, siebten und zehnten Behandlung, sowie bei der drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung durchgeführt. Der HRV-Scanner soll in dieser Arbeit ausführlicher erklärt werden, da dessen Ergebnisse zur Überprüfung einer Hypothese herangezogen wurden.

Mit dem Gerät Nexus wurde ein 5-Minuten-Atemtest durchgeführt. Nach einminütiger Überprüfung der Messsignale wird drei Minuten lang eine Baseline erhoben, anschließend atmet der Patient nach Vorgabe eines Pacemakers eine Minute lang kontrolliert ein und aus. Gemessen wurden hierbei Parameter der HRV (Time-und Frequency-Domain-Analysis) sowie des Pulsvolumens.

Beim HRV-Scanner handelt es sich um eine Softwarekomponente, die die Durchführung verschiedener Standardtests der Herzratenvariabilität ermöglicht. Grundlage der Messung der Herzratenvariabilität ist die Erfassung der Herzfrequenz. Der HRV-Scanner misst diese simultan über zwei EKG - Elektroden (Ambu® Blue Sensor VL), die rechts parasternal, sowie links im Bereich der Herzspitze am Brustkorb des Patienten angebracht wurden. Die Sensoren wurden an die Stress Pilot-Hardware angeschlossen, die über USB mit einem PC verbunden war. Zur HRV-Messung nutzt der HRV-Scanner einen standardisierten 1-Minuten-Atem-Test. Über eine Dauer von einer Minute wird bei grafisch vorgegebener Taktatmung die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) gemessen. Der genau vorgegebene Atemrhythmus führt zu einer charakteristischen Änderung der Herzratenvariabilität, die vom HRV-Scanner mittels validierter Berechnungsverfahren erfasst und bewertet wird. Entsprechende Alterstabellen, sowie ein ausführlicher Testbericht erlauben die Einordnung und Bewertung der Befunde. Bei der Auswertung stehen neben der automatisierten Qualitätsbewertung umfangreiche Nachbearbeitungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die aufgezeichneten Signale können so nach Abschluss der Messungen auf Arrhythmien und Artefakte hin untersucht und gegebenenfalls bereinigt werden. Der HRV-Scanner erfasst u.a. die mit am häufigsten in der HRV-Analyse verwendeten Parameter *SDNN*, die *RMSSD* und die *PNN50* (Hottenrott, Hoos & Esperer; 2006; Malik et al., 1996; McNames & Aboy, 2006). *NN* (normal to normal) steht dabei für den Abstand zweier Herzschläge. Die *SDNN* stellt die Standardabweichung aller *NN*-Intervalle bei vorliegendem Sinusrhythmus dar. Die *RMSSD* ist die Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver *NN*-Intervalle. Höhere Werte weisen hier demnach auf eine vermehrte parasympathische Aktivität hin. Der *PNN50* – Wert gibt den Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall wieder. Demnach weisen auch hier höhere Werte auf eine vermehrte parasympathische Aktivität hin.

### 3.6.3 Untersuchung der Langzeit-Herzfrequenzvariabilität (24h)

Die Herzfrequenzvariabilität wurde mit Hilfe von Ein- und Drei-Kanal-EKG-Geräten der Firma Tom-Signal mit einer Samplingrate von mind. 4000 Hz (R-Zacken-Erkennung) abgetastet. Hierfür war das Gerät vor Beginn der ersten Behandlung, nach den zehn Behandlungseinheiten und bei der drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung, 24 Stunden am Oberkörper der Patienten befestigt. Die Patienten wurden angehalten über

den gesamten Zeitraum ein 24h- Tätigkeitsprotokoll zu führen, um die erhobenen Werte besser interpretieren zu können.

#### 3.6.4 Untersuchung des Stresslevels

Das Stresslevel wurde mit einem Stresstest erfasst, der in der Software BioTrace integriert ist. BioTrace wiederum stellt die Software für das Messgerät Nexus dar. Nexus-10 ist eine physiologische 10 Kanal-Überwachungs- und Feedback-Plattform, die einen Bluetooth-Dongle für eine kabellose Kommunikation sowie Flash-Speicher-Technologien (Sd) verwendet. Erfasst wird der Hautleitwert mit Hilfe eines SC/GSR-Sensors, die Abdominalatmung mit Hilfe eines Atmungs-Sensors, die HRV mit Hilfe eines Blutvolumen-Puls Sensors und EKG-Elektroden, das Oberflächen-EMG mit Hilfe von EMG-Elektroden und die Hauttemperatur mit Hilfe eines Temperatursensors. Bei diesem Stresstest sollten die Patienten nach einer Entspannungsphase zunächst einen Stroop-Test bearbeiten und nach einer weiteren Entspannungsphase in Siebenersritten von einer vierstelligen Zahl abwärts zählen. Daran schloss sich eine weitere Entspannungsphase an. Die Patienten führten den Test vor Beginn der ersten Behandlung, beim Abschluss der Therapieeinheiten und bei der drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung durch.

#### 3.6.5 Untersuchung des Langzeit-Blutdrucks (24h)

Der Blutdruck wurde mit einer Oberarmmanschette nach Riva Rocci mit Hilfe eines Blutdruckmessgerätes (CASMED 740 MAX NIBP) vor Beginn der ersten Behandlung, nach den zehn Behandlungseinheiten und bei der drei- und sechsmonatigen Nachuntersuchung, gemessen. Das Gerät war hierbei 24 Stunden am linken Oberarm der Patienten befestigt um immer zur vollen Stunde den Blutdruck zu messen. Die Patienten wurden angehalten, über den gesamten Zeitraum ein 24h- Tätigkeitsprotokoll zu führen, um die erhobenen Werte besser interpretieren zu können.

#### 3.6.6 Untersuchung der Pulswellengeschwindigkeit (PTT = Pulse Transit Time)

Die Pulswellengeschwindigkeit wurde mithilfe eines Rekorders (Vitaguard 3100, GeTeMed) während der Durchführung des Stresstests, sowie des Nexus und HRV-Scanner Atemtests gemessen und aufgezeichnet. Hierfür wurden EKG-Elektroden an die Brust und

eine zusätzliche Pulsoximetersonde am linken Zeigefinger angebracht. Das Gerät misst dabei die Zeit von der R-Zacke des EKGs bis zum 50%-Anstieg der darauf folgenden Pulswelle. Mit Hilfe der Software Vitawin können die Daten schließlich exportiert werden.

### 3.7 Statistische Analysen

Die Datenanalyse erfolgte mit SPSS für Windows, Version 17.0. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = .05$  festgelegt. Als Zielvariablen untersucht wurden die Skalen Schmerz und Beeinträchtigung des BPI, der Medikamentenkonsum, die Anzahl der Therapieabbrüche, die HRV-Parameter PNN50, SDNN und RMSSD, sowie die Nachhaltigkeit der gefundenen Effekte. Die nachfolgenden Betrachtungen und Analysen beziehen sich auf die vollständige Stichprobe, d.h. auf die 124 Patienten, die mindestens eine Behandlung erhalten haben. Eine kürzlich durchgeführte meta-epidemiologische Studie von Nüesch et al. (2009) unterstützt diese Vorgehensweise, da ein Ausschluss von Patienten aus der statistischen Analyse in randomisierten Studien häufig zu Fehleinschätzungen der Therapiewirkungen führt. Bei den 15 Patienten, die die Therapie abgebrochen haben, wurden die fehlenden Werte durch den jeweils letzten vorhandenen Wert ersetzt; die „last observation carry forward“ (LOCF) Technik wurde demnach angewendet.

#### 3.7.1 Analyse demographischer und klinischer Daten bei Untersuchungsbeginn

Um zu überprüfen inwieweit in den verschiedenen Behandlungsgruppen vergleichbare Ausgangsbedingungen (Baseline) vorlagen, wurde zunächst die Verteilung der soziodemographischen Daten sowie der Therapieerfolgsmaße mittels einfaktorieller univariater Varianzanalysen für metrische Variablen, bzw. beim Vorliegen kategorialer Daten mittels  $\chi^2$ -Test nach Pearson, analysiert. Demographische und klinische Parameter wurden entsprechend dem Skalenniveau und der Verteilung als Anzahl mit Prozentangaben, als Mittelwert mit Standardabweichung oder als Median mit Minimum und Maximum deskriptiv dargestellt.

### 3.7.2 Analyse der sensorischen und reaktiven Dimension des BPI

Die therapiebedingten Veränderungen hinsichtlich der sensorischen und reaktiven Dimension des BPI, innerhalb der einzelnen Behandlungsgruppen, wurden mit Hilfe eines Student's t-Tests für abhängige Stichproben analysiert. In einem weiteren Schritt wurden die Veränderungen hinsichtlich der abhängigen Variablen zwischen den Gruppen verglichen. Dafür wurden Differenzwerte gebildet, indem jene Werte, die vor Therapie vorlagen, von denen des Zeitpunkts der letzten Behandlung subtrahiert wurden. Diese Differenzwerte wurden sodann mittels zweifaktorieller univariater Varianzanalyse, mit den Faktoren Behandlungsart und HRV-Training, auf Unterschiede zwischen den Gruppen geprüft.

Die die Nachhaltigkeit betreffende Hypothese wurde mit Hilfe einer Differenz geprüft, in der der Summenscore der Baseline von dem Summenscore der dreimonatigen Nachuntersuchung abgezogen wurde. Die Veränderungen, innerhalb der einzelnen Behandlungsgruppen, den Beginn der Therapie und drei Monate nach Therapieende betreffend, wurden mit Hilfe eines Student's t-Tests für abhängige Stichproben analysiert. Im Anschluss wurde auch hier eine zweifaktorielle univariate Varianzanalyse, mit den Faktoren Behandlungsart und HRV-Training, berechnet. Zusätzlich wurde eine varianzanalytische Viergruppenanalyse, sowie ein paarweiser Post hoc -Test nach Dunnett durchgeführt, bei dem jede Gruppe mit der Gruppe KG verglichen wurde, um eventuelle Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisen zu können.

Um etwas über die klinische Relevanz dieser, den BPI betreffenden Ergebnisse, sagen zu können, wurden zusätzlich sogenannte Effektstärken nach Cohen (1988) berechnet. Auf diese Weise sollten Ausmaß und Bedeutsamkeit der festgestellten Veränderungen, sowohl den Effekt der Behandlung direkt nach den zehn Behandlungseinheiten als auch die Nachhaltigkeit des Behandlungseffekts betreffend, deutlich werden. In beiden Fällen wurde folgende Formel verwendet, wobei im ersten Fall eine Differenz der Werte nach der zehnten Behandlung mit denen der Baseline gebildet wurde; um die klinische Relevanz der Nachhaltigkeit des Behandlungseffekts zu prüfen, wurde die Baseline von dem Wert drei Monate nach der Behandlung subtrahiert:

$$d = \frac{\bar{x}_{prä} - \bar{x}_{post}}{\sqrt{(s_{prä}^2 + s_{post}^2) / 2}}$$



Für jede Behandlungsgruppe wurde - bezogen auf die einzelnen Maße - der Mittelwert der Messung nach Therapie, bzw. drei Monate nach der Therapie, vom Mittelwert der Baseline-Messung abgezogen und an der gepoolten Streuung standardisiert. Um eine veränderte Streuung zwischen den Messzeitpunkten zu berücksichtigen, erfolgte die Berechnung der Effektstärken unter Verwendung einer gepoolten Streuung (Bortz & Döring, 2006). Ein Wert von  $d = 0.2$  ist als schwacher, ein Wert von  $d = 0.5$  als mittlerer und ein Wert von  $d = 0.8$  als starker Effekt einzustufen (Cohen, 1988).

### 3.7.3 Analyse des Medikamentenkonsums

Inwieweit der Medikamentenkonsum durch die zehn Behandlungen beeinflusst wurde, wurde mit Hilfe eines McNemar Testes überprüft und zwar für jede der vier Gruppen separat.

### 3.7.4 Analyse der Therapieabbruchraten

Die Häufigkeiten der Therapieabbrüche in den weichteilosteopathischen (WO und WO & HRV), bzw. krankengymnastischen Behandlungsgruppen (KG und KG & HRV) wurden mit Hilfe eines  $\chi^2$ -Tests nach Pearson verglichen. Dieser Test überprüfte auch, inwieweit sich ein zusätzliches HRV-Training auf die Anzahl der Therapieabbrüche auswirkt.

### 3.7.5 Analyse der Herzratenvariabilität

Die Analyse der HRV-Daten erfolgte separat für Kurz- und Langzeiteffekte mit Hilfe einer Mixed Model ANOVA. Als abhängige Variablen wurden die PNN50, SDNN und RMSSD erfasst. Aufgrund der Schiefe der Verteilungen der HRV-Parameter, wurden entsprechende Variablen logarithmiert bzw. wurde die Quadratwurzel gezogen, um normaltransformierte Testvariablen zu erlangen. Bei allen Modellen erfolgte eine Adjustierung mit den Störgrößen Alter, Berufstätigkeit, Geschlecht, BMI und bisheriger Schmerzdauer und zusätzlich, aufgrund der Abhängigkeit der Daten, eine mit der Patientenidentifikationsvariable.

### 3.7.5.1 Analyse der Kurzzeiteffekte

Um zu überprüfen, inwiefern sich der Kurzzeiteffekt (der Effekt, der direkt nach einer Behandlung feststellbar ist) des ersten Erfassungszeitpunktes (beim ersten Behandlungstermin) von dem des letzten Erfassungszeitpunktes (beim zehnten Behandlungstermin) unterscheidet, wurde eine Varianzanalyse getrennt für die vier Gruppen berechnet. Als unabhängige Variablen fungierten die Faktoren Therapieform, HRV-Training und Erfassungszeitpunkt, jeweils vor und nach der Behandlung, sowie die Zweifachinteraktionen Therapieform\*HRV-Training, Therapieform\*Erfassungszeitpunkt, HRV-Training\*Erfassungszeitpunkt, und die Dreifachinteraktion Therapieform\*HRV-Training\*Erfassungszeitpunkt.

### 3.7.5.1 Analyse der Langzeiteffekte

Um zu überprüfen, inwiefern sich die HRV-Parameter vor Beginn der ersten Behandlung von denen vor Beginn der letzten Behandlung unterscheiden, wurde eine Varianzanalyse getrennt für die vier Gruppen berechnet. Bei der Analyse der Langzeiteffekte wurden ausschließlich die Messungen vor der Behandlung berücksichtigt, um einen unmittelbaren Einfluss der Therapiesitzung auf die langfristigen Wirkungen auszuschließen.

Unabhängige Variablen bei der Analyse der Langzeiteffekte waren die Faktoren Therapieform, HRV-Training, Behandlungszeitpunkt (Behandlung 1, 3, 5, 7, 10) sowie die Interaktionen Therapieform\*HRV-Training, Therapieform\*Behandlungszeitpunkt, HRV-Training\*Behandlungszeitpunkt und Therapieform\*HRV-Training\*Behandlungszeitpunkt.

Um zu überprüfen, inwiefern sich die HRV-Parameter vor Beginn der ersten Behandlung von denen drei Monate nach der letzten Behandlung unterscheiden, mit dem Ziel die Nachhaltigkeit zu berechnen, soll eine Varianzanalyse getrennt für die vier Gruppen gerechnet werden.

Um zu prüfen, inwieweit die Regelmäßigkeit der Durchführung des HRV-Trainings zuhause die Langzeiteffekte beeinflusste, wurden zwei Subgruppenanalysen durchgeführt. Eine Subgruppenanalyse erfolgte mit jenen Patienten, die ein HRV-Training durchliefen. Hierbei wurde der zusätzliche Faktor Compliance eingeführt, wobei eine ausreichende Compliance einem Training von mindestens zweimal täglich für 15 Minuten entsprach. Eine nicht ausreichende Compliance, entsprach demnach einem Training von weniger als

zweimal täglich 15 Minuten. Eine weitere Subgruppenanalyse erfolgte anhand einer Teilstichprobe von Patienten mit ausreichender Compliance.

## **4. Ergebnisse**

### *4.1 Patientenmerkmale bei Untersuchungsbeginn*

Beim Vergleich der vier Behandlungsgruppen hinsichtlich soziodemographischer Daten und klinischer Zielparameter ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Verteilung (zur Übersicht siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2**

Deskriptive Statistik sowie Ergebnisse der statistischen Signifikanztests (Varianzanalysen,  $\chi^2$ - Tests) zu demographischen und klinischen Daten in der Baseline.

	Total N=124	KG N=30	KG&HRV N=37	WO N=28	WO&HRV N=29	Statistische Signifikanz		
						F/ $\chi^2$	df	p
Alter (in Jahren)	53.2 (10.5)	53.4 (10.6)	52.3 (9.5)	52.3 (11.3)	54.9 (11.2)	0.281	3	.839
Geschlecht, n (%)								
weiblich	83 (66.9)	20 (66.7)	27 (73.0)	18 (64.3)	18 (62.1)	1.010	3	.799
männlich	41 (33.1)	10 (33.3)	10 (27.0)	10 (35.7)	11 (37.9)			
Beruf, n (%)								
Berufstätig	79 (63.7)	21 (70.0)	24 (64.9)	20 (71.4)	14 (48.3)	4.244	3	.236
Nicht berufstätig	45 (36.3)	9(30.0)	13 (35.1)	8(28.6)	15(51.7)			
Medikamentenkonsum, n (%)								
Ja	11 (41.3)	12 (48.0)	14 (46.7)	8 (29.6)	10 (37.0)	2.206	3	.531
Nein	16 (58.7)	13 (52.0)	16 (53.3)	18 (66.7)	17 (63.0)			
Body-Maß-Index	24.9 (4.2)	25.8 (4.5)	24.2 (3.1)	25.6 (5.8)	23.9 (3.4)	1.994	3	.119
Schmerzanamnese (in Jahren)	12.7 (10.0)	14.3 (11.2)	13.5 (11.7)	9.5 (8.2)	13.3 (8.9)	1.054	3	.372
BPI								
Schmerzintensität	3.9 (1.2)	3.9 (1.4)	3.8 (1.1)	4.1 (1.5)	3.9 (1.1)	0.279	3	.841
Beeinträchtigung	2.4 (1.4)	2.6 (1.4)	2.5 (1.4)	2.4 (1.5)	2.4 (1.5)	0.130	3	.942
HRV-Scanner, Mdn (Min–Max)								
SDNN	59.1 (18.3 – 143.5)	49.2 (20.8 –123.3)	65.8 (15.0 – 165.1)	50.7 (11.6 – 148.8)	70.6 (25.7 – 136.7)	2.200	3	.092
RMSSD	33.4 (7.7 – 101.7)	27.1 (9.4 – 78.4)	32.8 (5.4 – 109.4)	30.9 (5.2 – 123.7)	42.9 (10.6 – 95.1)	2.064	3	.109
PNN50	7.9 (0.0 – 24.5)	3.5 (0.0 – 18.0)	10.4 (0.0 – 27.0)	7.8 (0.0 – 26.0)	9.8 (0.0 – 27.0)	1.916	3	.131

Werte sind Mittelwerte ( $\pm$ SD), sofern nicht anders angegeben. Mdn = Median; N = Anzahl; HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie; BPI = Brief Pain Inventory; SDNN = Standardabweichung aller RR-Intervalle bei Sinusrhythmus; RMSSD = Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver RR-Intervalle; PNN50 = Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall.

#### 4.2 Analyse der sensorischen und reaktiven Dimension des BPI

In den Gruppen KG & HRV, WO und WO & HRV führte die Behandlung zu einer signifikanten Reduktion der empfundenen Schmerzintensität, wohingegen sich in der Gruppe KG keine signifikante Verbesserung bezüglich des Schmerzempfindens nachweisen ließ (siehe Tabelle 3).

Die Patienten der Gruppe WO & HRV wiesen auf der Beeinträchtigungsskala nach der Behandlung signifikant niedrigere Werte auf als vor der Behandlung. Die Gruppen KG, KG & HRV sowie WO zeigten hier dagegen keine signifikanten Veränderungen. Werte hierzu sind ebenfalls Tabelle 3 zu entnehmen. In den Abbildungen 3 und 4 werden die Werte, auch unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit, nochmals graphisch veranschaulicht.

**Tabelle 3**

Mittelwerte und Standardabweichungen der Therapieerfolgsmaße Schmerzskaala und Beeinträchtigung aus dem BPI sowie teststatistische Ergebnisse jeweils innerhalb der vier Behandlungsgruppen betrachtet vor und nach der Therapie.

		vorher		nachher		t (df)	p
		M	SD	M	SD		
Schmerzskaala	KG	3.88	1.37	3.67	1.60	0.800 <sub>(29)</sub>	.430
	KG&HRV	3.77	1.10	3.00	1.67	3.181 <sub>(36)</sub>	.003
	WO	4.05	1.45	2.80	1.67	4.755 <sub>(27)</sub>	< .001
	WO&HRV	3.85	1.08	2.60	1.45	3.802 <sub>(28)</sub>	= .001
Beeinträchtigung	KG	2.57	1.44	2.22	1.52	1.514 <sub>(29)</sub>	.141
	KG&HRV	2.46	1.45	2.03	1.38	1.892 <sub>(36)</sub>	.067
	WO	2.38	1.47	1.86	1.71	1.860 <sub>(27)</sub>	.074
	WO&HRV	2.36	1.49	1.28	1.06	4.327 <sub>(28)</sub>	< .001

BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitäts-Training; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

Die Analysen ergaben, dass das subjektive Schmerzempfinden, erfasst durch den BPI, durch eine weichteilosteopathische Behandlung stärker gesenkt wird als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik  $F(1,124) = 6.86$ ,  $p = .010$ . Allerdings spielte es keine Rolle ob die Patienten HRV-Training machten oder nicht,  $F(1, 124) = 1.12$ ,

$p = .293$ . Auch zeichnete sich kein Interaktionseffekt der beiden Faktoren Therapieform und HRV-Training ab,  $F(1,124) = 1.12$ ,  $p = .293$ . Bei der durch den BPI erfassten subjektiven Beeinträchtigung zeigte sich kein Haupteffekt der Therapieform,  $F(1,124) = 2.79$ ,  $p = .098$ , d.h. es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Therapieformen KG und WO festgestellt werden. Des Weiteren konnte kein signifikanter Einfluss des Herzratenvariabilitätstrainings gefunden werden,  $F(1,124) = 1.67$ ,  $p = .199$ . Auch die Interaktion der Faktoren Therapieform und HRV-Training erwies sich als nicht signifikant,  $F(1, 124) = 0.98$ ,  $p = .325$ . In Tabelle 4 werden die Werte nochmals übersichtlich dargestellt.

**Tabelle 4**

Darstellung der  $df$ -,  $F$ - und  $p$  – Werte der sensorischen und der reaktiven Dimension des BPI für die Haupteffekte Therapieform und HRV und deren Interaktion.

	Sensorische Dimension			Reaktive Dimension		
	$df$	$F$	$p$	$df$	$F$	$p$
<b>Haupteffekte</b>						
Therapieform	1	6.86	.01	1	2.79	.09
HRV	1	1.12	.29	1	1.67	.20
<b>Interaktion</b>						
Therapieform x HRV	1	1.12	.29	1	0.98	.33

<sup>a</sup> = BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitäts-Training.

Werden Effektstärken für die Messzeitpunkte vor und nach der Behandlung berechnet, so erreichen diese, die Schmerzdimension betreffend, bei den weichteilosteopathisch behandelten Gruppen mit  $d = 1.0$  und  $d = 0.8$  höhere Werte als die der krankengymnastisch behandelten Gruppen mit  $d = 0.1$  und  $d = 0.6$ . Bei der Beeinträchtigungsdimension des BPI zeigt sich, wie in Tabelle 5 ersichtlich, ein ähnliches Bild – die beiden Gruppen der klassischen Krankengymnastik weisen auch hier im Mittel geringere Effektstärken ( $d = 0.2$  und  $d = 0.3$ ) als die Gruppen der Weichteilosteopathie mit  $d = 0.3$  und  $d = 0.8$  auf. Die stärkste Effektstärke weist hier die Gruppe WO & HRV mit  $d = 0.8$  auf.

**Tabelle 5**

Effektstärken der Schmerz- sowie der Beeinträchtigungsdimension des BPI nach den zehn Behandlungseinheiten für die vier Gruppen.

	Effektstärke Schmerz <sup>a</sup>	Effektstärke Beeinträchtigung <sup>a</sup>
KG	0.1	0.2
KG & HRV	0.6	0.3
WO	0.8	0.3
WO & HRV	1.0	0.8

<sup>a</sup> = Effektstärken *d* nach Cohen (1988). Cohens *d* ist als Betrag dargestellt. BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie.

Tabelle 6 stellt die deskriptiven Werte, die zur Berechnung der Nachhaltigkeit verwendet wurden, dar. Berechnet wurde hierfür eine Differenz, in der der Summenscore der Baseline von dem Summenscore der dreimonatigen Nachuntersuchung abgezogen wurde. Die die Nachhaltigkeit betreffende Hypothese konnte weder für das über den BPI erfasste subjektive Schmerzempfinden noch für die Beeinträchtigung bestätigt werden; Werte hierzu sind Tabelle 7 zu entnehmen. Lediglich bei der Beeinträchtigung wurde eine signifikante Interaktion der Faktoren Therapieform und HRV festgestellt ( $p = .024$ ). Eine Viergruppenanalyse, die varianzanalytisch durchgeführt wurde ( $p = .078$ ), sowie ein paarweiser Post hoc -Test nach Dunnett bei dem jede Gruppe mit der Gruppe KG verglichen wurde, konnte jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisen ( $p = .887$ ,  $p = .257$  und  $p = .624$ ). Die Therapieergebnisse nach der WO bleiben demnach nicht länger erhalten als nach der KG.

**Tabelle 6**

Mittelwerte und Standardabweichungen der Therapieerfolgsmaße Schmerzskaala und Beeinträchtigung aus dem BPI sowie teststatistische Ergebnisse jeweils innerhalb der vier Behandlungsgruppen betrachtet vor und drei Monate nach der Therapie.

		vorher		Nach 3 Monaten		t <sub>(df)</sub>	p
		M	SD	M	SD		
Schmerzskaala	KG	3.88	1.37	3.54	1.96	0.990 <sub>(29)</sub>	.330
	KG&HRV	3.77	1.10	2.83	1.50	3.632 <sub>(36)</sub>	= .001
	WO	4.05	1.45	2.41	1.95	5.064 <sub>(27)</sub>	< .001
	WO&HRV	3.85	1.08	2.82	1.45	2.829 <sub>(28)</sub>	.009
Beeinträchtigung	KG	2.57	1.44	2.23	1.51	1.539 <sub>(29)</sub>	.135
	KG&HRV	2.46	1.45	1.91	1.32	2.698 <sub>(36)</sub>	.011
	WO	2.38	1.47	1.47	1.81	2.621 <sub>(27)</sub>	.014
	WO&HRV	2.36	1.49	1.53	1.24	3.118 <sub>(28)</sub>	.004

BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitäts-Training; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

**Tabelle 7**

Darstellung der df-, F- und p – Werte der sensorischen und der reaktiven Dimension des BPI für die Haupteffekte Therapieform und HRV und deren Interaktion die Nachhaltigkeit der Effekte betreffend.

	Sensorische Dimension			Reaktive Dimension		
	df	F	p	df	F	p
<b>Haupteffekte</b>						
Therapieform	1	0.024	.877	1	0.003	.959
HRV	1	1.528	.219	1	2.228	.138
<b>Interaktion</b>						
Therapieform x HRV	1	1.562	.214	1	5.224	.024

BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitäts-Training.

Die die Nachhaltigkeit der Ergebnisse betreffenden Effektstärken verhalten sich folgendermaßen (siehe Tabelle 8): So finden sich in den beiden krangengymnastisch behandelten Gruppen KG und KG & HRV niedrige und mittlere Effektstärken sowohl den Schmerz ( $d = 0.2$  und  $d = 0.7$ ) als auch die Beeinträchtigung ( $d = 0.2$  und  $d = 0.4$ )



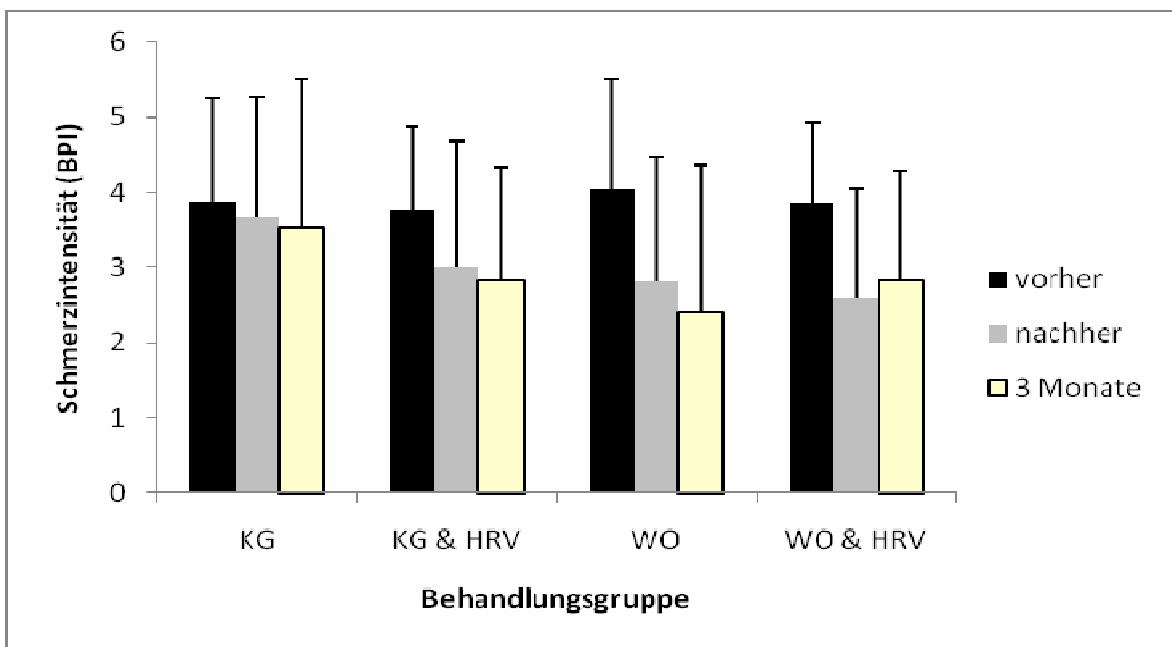
betreffend. In den beiden osteopathisch behandelten Gruppen WO und WO & HRV finden sich dagegen mittlere bis hohe Effektstärken für die Schmerz ( $d = 1.0$  und  $d = 0.8$ ) - und die Beeinträchtigungsdimension ( $d = 0.5$  und  $d = 0.6$ ) des BPI.

**Tabelle 8**

Effektstärken der Schmerz- sowie der Beeinträchtigungsdimension des BPI drei Monate nach Abschluss der Behandlung für die vier Gruppen.

	Effektstärke Schmerz <sup>a</sup>	Effektstärke Beeinträchtigung <sup>a</sup>
KG	0.2	0.2
KG & HRV	0.7	0.4
WO	1.0	0.5
WO & HRV	0.8	0.6

<sup>a</sup> = Effektstärken  $d$  nach Cohen (1988). Cohens  $d$  ist als Betrag dargestellt. BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie.



*Abbildung 3:* Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Schmerzskala des BPI vor (schwarze Balken), direkt nach (graue Balken) und drei Monate nach (beige Balken) der Therapie. BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie.

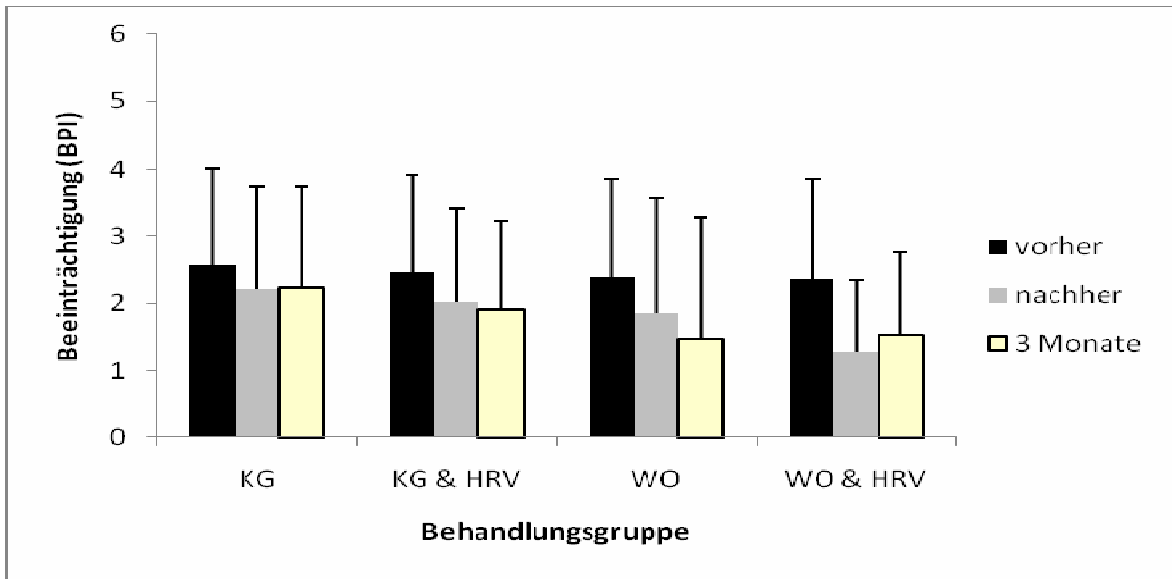


Abbildung 4: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Beeinträchtigungsskala des BPI vor (schwarze Balken), direkt nach (graue Balken) und drei Monate nach (beige Balken) der Therapie. BPI = Brief Pain Inventory; HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie.

Bezogen auf Kapitel 2.3 wurden demnach folgende Hypothesen erfüllt, bzw. nicht erfüllt:

a.) Das *subjektive Schmerzempfinden und die erlebte Beeinträchtigung durch die Schmerzen* sinken sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung.

Diese Hypothese wurde teilweise erfüllt. In den Gruppen KG & HRV, WO und WO & HRV führte die Behandlung tatsächlich zu einer signifikanten Reduktion der empfundenen Schmerzintensität, wohingegen sich in der Gruppe KG keine signifikante Verbesserung bezüglich des Schmerzempfindens nachweisen ließ.

Die Patienten der Gruppe WO & HRV wiesen auf der Beeinträchtigungsskala nach der Behandlung signifikant niedrigere Werte auf als vor der Behandlung. Die Gruppen KG, KG & HRV sowie WO zeigten hier dagegen keine signifikanten Veränderungen.

b.) Das *subjektive Schmerzempfinden und die erlebte Beeinträchtigung durch die Schmerzen* sinken durch eine weichteilosteopathische Behandlung stärker als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik.

Auch diese Hypothese konnte nur teilweise bestätigt werden. Die Analysen ergaben, dass das subjektive Schmerzempfinden, erfasst durch den BPI, durch eine weichteilosteopathische Behandlung stärker gesenkt wird als durch eine Behandlung mit

klassischer Krankengymnastik. Bei der durch den BPI erfassten subjektiven Beeinträchtigung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsarten KG und WO festgestellt werden.

c.) Das *subjektive Schmerzempfinden und die erlebte Beeinträchtigung* werden stärker reduziert wenn zusätzlich ein HRV-Training durchgeführt wird.

Diese Hypothese wurde nicht bestätigt.

d.) Die Therapieergebnisse hinsichtlich des *subjektiven Schmerzempfindens und der erlebten Beeinträchtigung* bleiben nach einer Behandlung durch Weichteilosteopathie länger erhalten als nach einer Behandlung durch klassische Krankengymnastik – die *Nachhaltigkeit* ist demnach bei der WO eher gegeben als bei der KG.

Die Hypothese konnte weder für das über den BPI erfasste subjektive Schmerzempfinden noch für die Beeinträchtigung bestätigt werden.

#### 4.3 Analyse des Medikamentenkonsums

Zur Analyse des Medikamentenkonsums standen die Angaben von 108 Patienten aus dem Deutschen Schmerzfragebogen zur Verfügung. In allen vier Gruppen zeigte sich durch die zehn Behandlungen keine signifikante Veränderung des Medikamentenkonsums (KG:  $p = 1.000$ ; KG & HRV:  $p = .070$ ; WO:  $p = .453$ ; WO & HRV:  $p = .754$ ). Eine Tendenz konnte in der Gruppe KG & HRV nachgewiesen werden, in der 22 Probanden keine Änderung aufwiesen, sieben den Medikamentenkonsum reduzierten und ein Proband seinen Konsum erhöhte. Der Medikamentenkonsum nach den zehn Behandlungen, getrennt für die vier Behandlungsgruppen, kann Tabelle 9 entnommen werden. Alle weiteren den Medikamentenkonsum betreffenden Hypothesen wurden nicht überprüft, da schon die erste diesbezügliche Hypothese nicht bestätigt werden konnte.

**Tabelle 9**

Vergleichende Darstellung des Medikamentenkonsums nach den zehn Behandlungen für die vier Behandlungsgruppen KG, KG & HRV, WO und WO & HRV.

	Weniger Medikamente als vor der Behandlung: n (%)	Gleich viel Medikamente: n (%)	Mehr Medikamente als vor der Behandlung: n (%)
KG	4 ( 16.0)	18 (72.0)	3 (12.0)
KG & HRV	7 ( 23.3)	22 (73.3)	1 (3.3)
WO	5 (19.2)	19 (73.1)	2 (7.7)
WO & HRV	6 (22.2)	17 (63.0)	4 (14.8)

HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie; N = Anzahl.

Bezogen auf Kapitel 2.3 wurden demnach folgende Hypothesen erfüllt, bzw. nicht erfüllt:

a.) Der *Medikamentenkonsum* wird sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung reduziert.

In allen vier Gruppen zeigte sich durch die zehn Behandlungen keine signifikante Veränderung des Medikamentenkonsums. Da sich Hypothese a.) somit nicht bestätigte, konnten alle weiteren den Medikamentenkonsum betreffenden Hypothesen (b, c und d) nicht überprüft werden.

#### 4.4 Analyse der Therapieabbruchraten

Fünf Patienten brachen in der Gruppe KG ab; Sieben (4.0 %) Patienten in der Gruppe KG & HRV (5.6 %). Die Anzahl der Abbrecher in den Gruppen WO und WO & HRV lag bei einem (0.8 %) bzw. zwei (1.6 %) Patienten.

Mit Hilfe eines  $\chi^2$ -Tests nach Pearson konnte nachgewiesen werden, dass es in der mit Weichteilosteopathie behandelten Patientenstichprobe signifikant weniger Therapieabbrüche gab als in der durch klassische Krankengymnastik behandelten Gruppe ( $p = .031$ ). Wie in Tabelle 10 ersichtlich, brachen nur 5.3% der weichteilosteopathisch behandelten Patienten ihre Therapie ab, wohingegen 17.9% der krankengymnastisch behandelten Patienten ihre Therapie vorzeitig beendeten.

Mit Hilfe eines  $\chi^2$ -Tests nach Pearson zeigte sich, dass ein zusätzlich durchgeführtes

HRV-Training die Anzahl der Therapieabbrüche nicht reduzierte ( $p = .575$ ). Die Zahlen hierzu sind ebenfalls Tabelle 10 zu entnehmen.

**Tabelle 10**

Anzahl der Therapieabbrüche in den vier Behandlungsgruppen.

Gruppe	Therapieabbruch		Total
	ja	nein	
KG	5	25	30
	16.7%	83.3%	100.0%
KG & HRV	7	30	37
	18.9%	81.1%	100.0%
WO	1	27	28
	3.6%	96.4%	100.0%
WO & HRV	2	27	29
	6.9%	93.1%	100.0%

HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie.

Die genannten Gründe für einen Therapieabbruch waren vielschichtig. So wurden etwa vermehrte Schmerzen und Zeitprobleme genannt. Eine genaue Auflistung der Gründe kann Tabelle 11 entnommen werden.

**Tabelle 11**

Die von den Patienten genannten Gründe für einen Therapieabbruch werden aufgeführt. Die Häufigkeit, mit der ein Grund genannt wurde, ist der Spalte Anzahl zu entnehmen.

<b>Anzahl</b>	<b>Gründe für einen Therapieabbruch</b>
6	Gründe unbekannt
4	Vermehrte Schmerzen
2	Zeitprobleme
1	Kniebeschwerden
1	Sprachprobleme
1	Zu langer Anfahrtsweg

Bezogen auf Kapitel 2.3 wurden demnach folgende Hypothesen erfüllt, bzw. nicht erfüllt:

a.) In den weichteilosteopathisch behandelten Gruppen gibt es weniger *Therapieabbrüche* als in den klassisch krankengymnastisch behandelten Gruppen.

Es konnte nachgewiesen werden, dass es in der mit Weichteilosteopathie behandelten Patientenstichprobe signifikant weniger Therapieabbrüche gab als in der durch klassische Krankengymnastik behandelten Gruppe. Die Hypothese wurde somit bestätigt.

b.) Wird zusätzlich ein HRV-Training durchgeführt, so reduziert dies die Anzahl der Therapieabbrüche.

Diese Hypothese bestätigte sich nicht. Es zeigte sich, dass ein zusätzlich durchgeführtes HRV-Training die Anzahl der Therapieabbrüche nicht reduzierte.

#### *4.5 Analyse der Herzratenvariabilität*

Da eine Messung der abhängigen Variablen schon beim ersten Messzeitpunkt bei vier Patienten nicht möglich war, wurden diese von den Analysen ausgeschlossen; die statistischen Berechnungen beziehen sich somit auf eine Stichprobe von 120 Patienten.

Die Ergebnisse der HRV-Analysen der Parameter PNN50, SDNN und RMSSD werden nachfolgend für Kurzzeit – und Langzeiteffekte aufgeführt. Kurzzeiteffekte umfassen dabei die Veränderungen der genannten Parameter vor zu unmittelbar nach den jeweiligen Behandlungen. Unter Langzeiteffekten wird die Veränderung der Werte im Laufe des

Therapiefortschritts verstanden. Um einen unmittelbaren Einfluss der Behandlung auf die Analyse der Langzeiteffekte auszuschließen, wurden ausschließlich die Messungen vor den Therapiesitzungen berücksichtigt. Der Verlauf der HRV-Parameter über die 10 Behandlungen wird in den Abbildungen 5 bis 7 veranschaulicht. Die deskriptive Statistik für die HRV-Parameter kann Tabelle 12 und 13 entnommen werden.

**Tabelle 12**

Medianwerte, Minima und Maxima der Parameter SDNN und RMSSD der Herzratenvariabilität vor und nach der 1., 3., 5., 7. und 10. Behandlung für die vier Behandlungsgruppen

Behandlung		Behandlungsgruppe				
		KG	KG & HRV	WO	WO & HRV	
SDNN	1	vor	49.21 (20.81 – 123.30)	65.76 (15.02 – 165.07)	50.73 (11.59 – 148.79)	70.62 (25.65 – 136.74)
		nach	49.24 (13.82 – 118.27)	59.99 (15.91 – 223.25)	66.01 (16.62 – 165.75)	62.50 (33.12 – 151.51)
	3	vor	48.21 (19.26 – 137.75)	66.93 (14.20 – 134.16)	49.86 (14.29 – 184.91)	55.29 (21.30 – 149.32)
		nach	46.05 (20.81 – 107.95)	71.09 (20.91 – 162.96)	64.51 (19.48 – 173.19)	62.64 (21.30 – 141.80)
	5	vor	46.77 (11.80 – 100.76)	63.97 (14.45 – 128.42)	63.46 (13.94 – 136.82)	59.09 (21.30 – 156.70)
		nach	51.08 (17.56 – 115.81)	60.01 (9.61 – 193.75)	62.84 (14.73 – 139.39)	66.77 (21.30 – 152.82)
	7	vor	51.36 (14.86 – 115.45)	63.67 (17.80 – 141.89)	47.92 (17.51 – 129.16)	51.13 (21.30 – 128.97)
		nach	56.26 (14.77 – 118.87)	62.21 (14.59 – 258.42)	65.02 (17.75 – 132.44)	61.32 (27.27 – 189.49)
	10	vor	49.39 (29.64 – 114.54)	59.77 (12.70 – 160.26)	48.31 (16.65 – 122.66)	52.51 (17.83 – 162.80)
		nach	53.86 (21.79 – 107.01)	61.89 (19.13 – 251.73)	53.38 (21.55 – 147.44)	62.23 (27.27 – 168.96)
RMSSD	1	vor	27.13 (9.36 – 78.37)	32.80 (5.41 – 109.43)	30.91 (5.16 – 123.69)	42.86 (10.59 – 95.06)
		nach	26.38 (5.40 – 99.41)	37.91 (6.41 – 181.95)	39.89 (10.59 – 154.19)	39.79 (19.38 – 111.22)
	3	vor	26.09 (6.35 – 99.41)	38.21 (7.66 – 86.55)	26.66 (5.23 – 172.73)	31.40 (12.23 – 99.17)
		nach	25.37 (12.00 – 99.41)	36.04 (10.87 – 109.80)	37.55 (9.13 – 155.94)	41.27 (12.96 – 92.27)
	5	vor	26.26 (5.19 – 71.24)	33.68 (8.27 – 84.75)	29.62 (6.86 – 109.06)	36.72 (11.21 – 120.47)
		nach	27.51 (7.48 – 95.22)	31.75 (6.33 – 180.70)	38.46 (9.08 – 137.58)	39.31 (12.96 – 123.55)
	7	vor	28.64 (8.74 – 67.74)	33.28 (8.93 – 99.58)	30.47 (7.36 – 115.44)	29.88 (11.67 – 78.30)
		nach	30.24 (8.06 – 64.00)	32.92 (8.12 – 242.59)	40.68 (6.35 – 119.23)	38.80 (17.69 – 163.09)
	10	vor	28.07 (10.81 – 82.16)	32.14 (7.10 – 108.51)	29.67 (6.69 – 85.97)	29.32 (11.07 – 131.04)
		nach	28.46 (8.29 – 80.76)	36.89 (7.39 – 234.40)	31.45 (10.48 – 97.27)	37.64 (16.15 – 115.68)

HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie; SDNN = Standardabweichung aller RR-Intervalle bei Sinusrhythmus; RMSSD = Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver RR-Intervalle.



**Tabelle 13**

Medianwerte, Minima und Maxima des Parameters der Herzratenvariabilität PNN50 vor und nach der 1., 3., 5., 7. und 10. Behandlung getrennt nach Behandlung für die vier Behandlungsgruppen

Behandlung		Behandlungsgruppe				
		KG	KG & HRV	WO	WO & HRV	
PNN50	1	vor	3.50 (0.00 – 18.00)	10.39 (0.00 – 27.00)	7.78 (0.00 – 26.00)	9.82 (0.00 – 27.00)
		nach	3.39 (0.00 – 21.88)	8.60 (0.00 – 30.19)	10.17 (0.00 – 28.33)	13.87 (0.00 – 26.32)
	3	vor	3.67 (0.00 – 34.00)	9.38 (0.00 – 26.00)	6.12 (0.00 – 25.00)	7.95 (0.00 – 30.00)
		nach	5.80 (0.00 – 22.06)	14.12 (0.00 – 26.23)	7.99 (0.00 – 26.53)	14.06 (0.00 – 26.23)
	5	vor	5.23 (0.00 – 20.00)	9.21 (0.00 – 30.00)	7.05 (0.00 – 24.00)	8.51 (0.00 – 22.00)
		nach	6.28 (0.00 – 27.94)	8.33 (0.00 – 28.57)	10.56 (0.00 – 27.78)	12.70 (0.00 – 26.15)
	7	vor	6.29 (0.00 – 18.00)	9.09 (0.00 – 25.00)	7.79 (0.00 – 21.00)	7.25 (0.00 – 26.00)
		nach	6.58 (0.00 – 17.46)	10.45 (0.00 – 28.57)	12.43 (0.00 – 22.22)	11.29 (0.00 – 23.81)
	10	vor	7.20 (0.00 – 29.00)	9.00 (0.00 – 25.00)	6.57 (0.00 – 25.00)	7.00 (0.00 – 29.00)
		nach	7.03 (0.00 – 23.88)	9.30 (0.00 – 24.53)	5.99 (0.00 – 25.76)	10.81 (0.00 – 27.59)

HRV = Herzratenvariabilitätstraining; KG = Klassische Krankengymnastik; WO = Weichteilosteopathie; PNN50 = Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall.

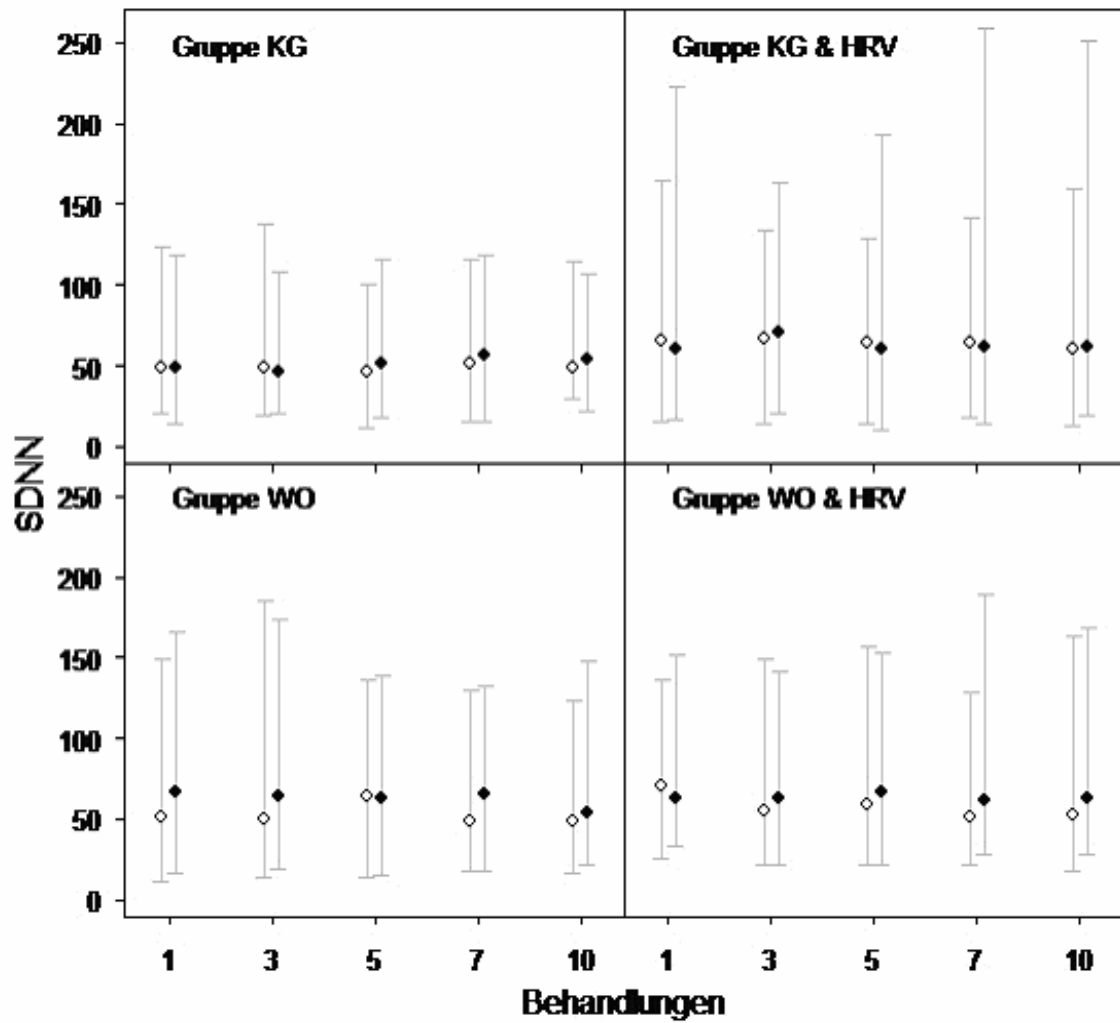


Abbildung 5: Vergleichende Darstellung des Parameters der Herzratenvariabilität SDNN (Standardabweichung aller RR-Intervalle bei Sinusrhythmus) für die vier Behandlungsgruppen vor (◊) und nach (●) der 1., 3., 5., 7. und 10. Behandlung. Dargestellt sind Medianwerte sowie 25. und 75. Perzentile. HRV = Herzratenvariabilitätstraining, KG = Klassische Krankengymnastik, WO = Weichteilosteopathie.

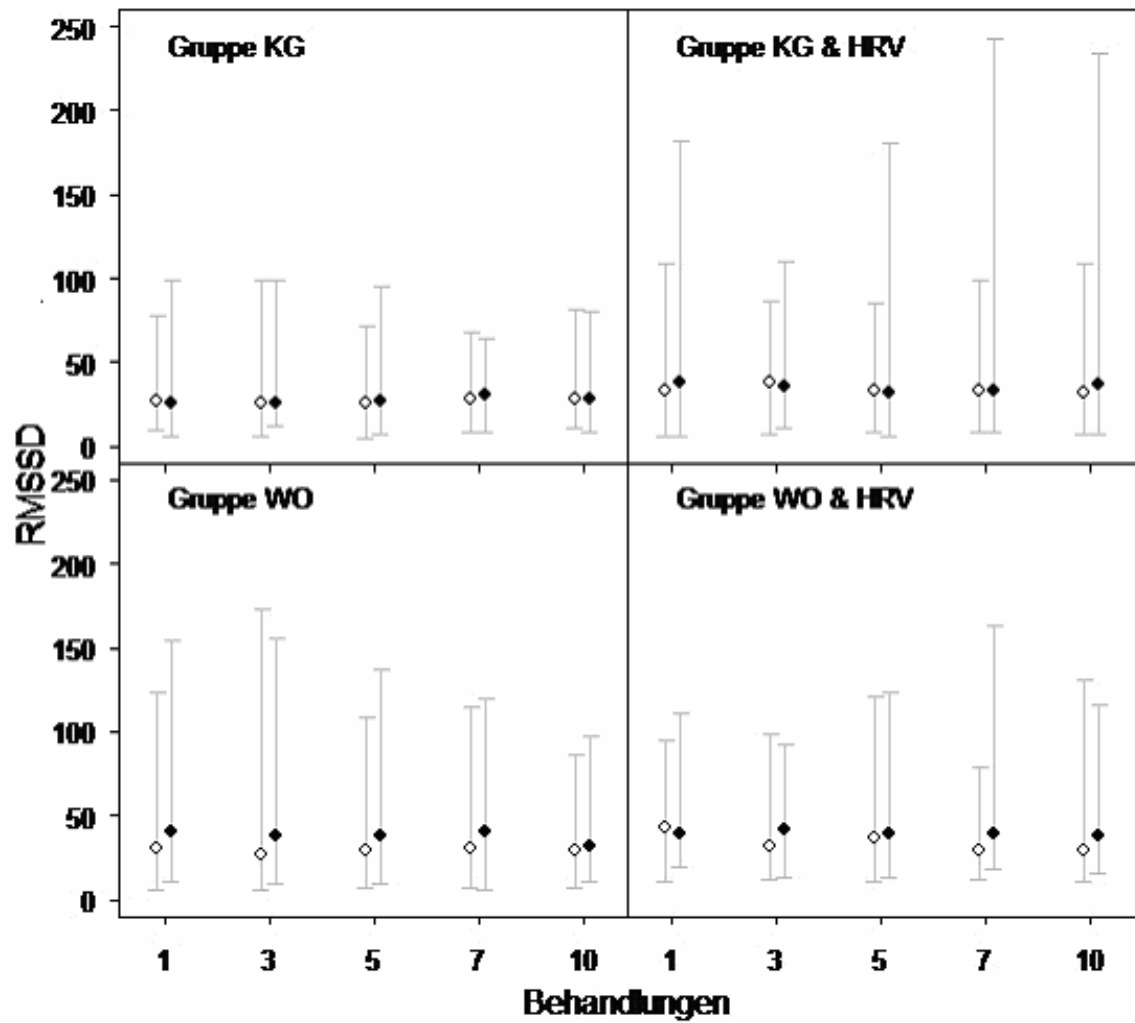


Abbildung 6: Vergleichende Darstellung des Parameters der Herzratenvariabilität RMSSD (Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver RR-Intervalle) für die vier Behandlungsgruppen vor (◊) und nach (●) der 1., 3., 5., 7. und 10. Behandlung. Dargestellt sind Medianwerte sowie 25. und 75. Perzentile. HRV = Herzratenvariabilitätstraining, KG = Klassische Krankengymnastik, WO = Weichteilosteopathie.

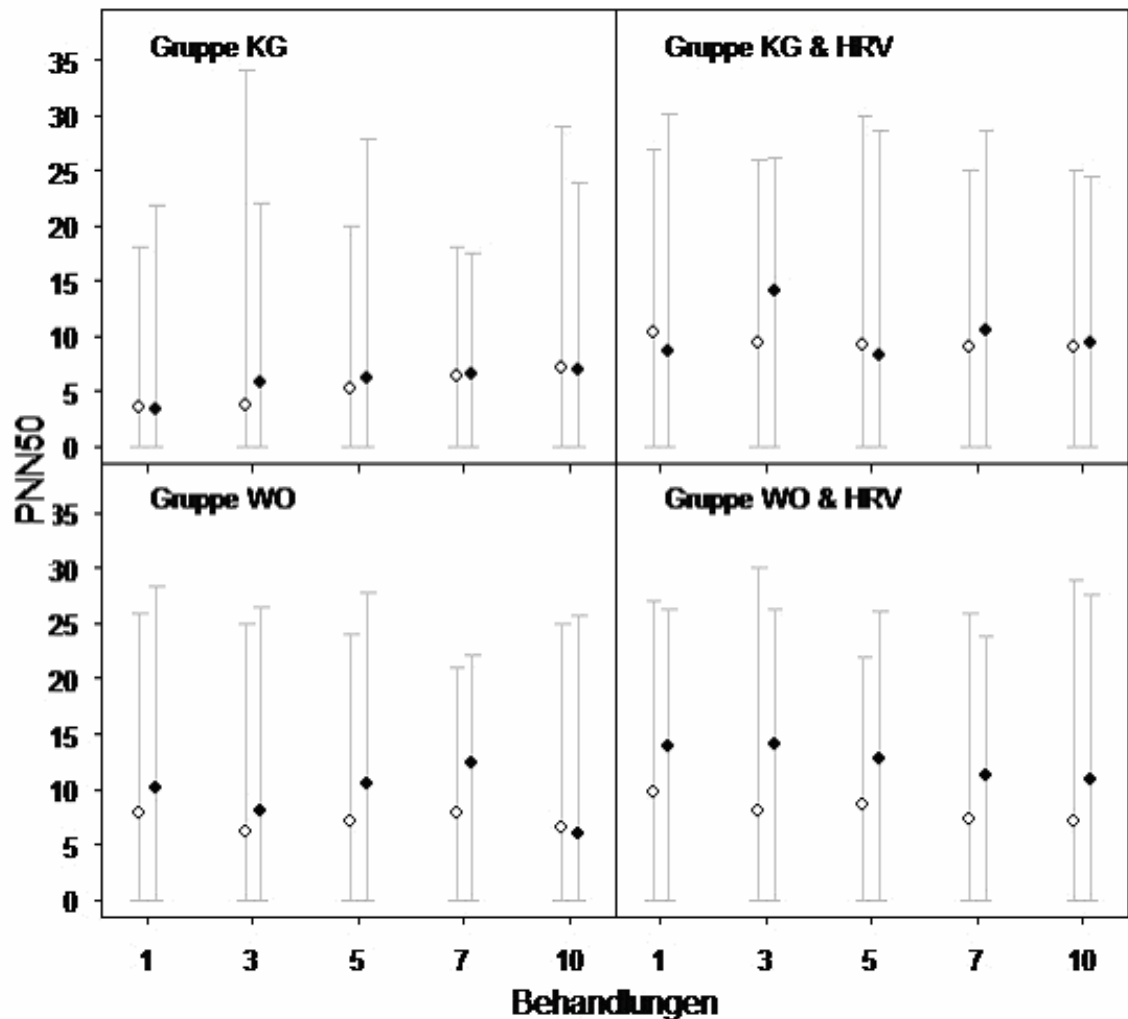


Abbildung 7: Vergleichende Darstellung des Parameters der Herzratenvariabilität PNN50 (Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall) für die vier Behandlungsgruppen vor (◊) und nach (•) der 1., 3., 5., 7. und 10. Behandlung. Dargestellt sind Medianwerte sowie 25. und 75. Perzentile. HRV = Herzratenvariabilitätstraining, KG = Klassische Krankengymnastik, WO = Weichteilosteopathie.

#### 4.5.1 Analyse der Kurzzeiteffekte

Bei der Analyse der Kurzzeiteffekte zeigte sich für alle drei HRV-Parameter ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Erfassungszeitpunkt (siehe Tabelle 14). Die Messwerte lagen, unabhängig von der Behandlungsart, nach der Behandlung signifikant höher als die Werte vor der Behandlung. Zudem konnte eine signifikante Interaktion der Faktoren Therapieform und Erfassungszeitpunkt nachgewiesen werden. Alle Parameter stiegen durch eine Behandlung mit Weichteilosteopathie stärker an als durch eine krankengymnastische Therapie. Die Interaktion der Faktoren HRV-Training und

Erfassungszeitpunkt erwies sich dagegen als nicht signifikant, d.h. das HRV-Training führte zu keiner nachweisbaren Veränderung der HRV-Parameter.

**Tabelle 14**

Varianzanalytische Ergebnisse für die Kurzzeiteffekte der Parameter der Herzratenvariabilität SDNN, RMSSD und PNN50

	SDNN			RMSSD		PNN50	
	df	F	p	F	p	F	p
<b>Haupteffekte</b>							
Therapieform	1	1.909	.170	2.508	.116	3.860	.052
HRV-Training	1	1.919	.169	1.016	.316	1.571	.213
Erfassungszeitpunkt	1	38.464	< .001	36.744	< .001	54.274	< .001
<b>Interaktionen</b>							
Therapieform *HRV-Training	1	0.670	.415	0.813	.369	0.279	.599
Therapieform *Erfassungszeitpunkt	1	12.223	<.001	16.508	< .001	16.268	< .001
HRVTraining*Erfassungszeitpunkt	1	1.638	.201	0.019	.891	1.416	.234
Therapieform *HRV-Training* Erfassungszeitpunkt	1	0.729	.393	0.805	.370	0.590	.442

HRV = Herzratenvariabilität; SDNN = Standardabweichung aller NN-Intervalle bei Sinusrhythmus; RMSSD = Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver NN-Intervalle; PNN50 = Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall.

Bezogen auf Kapitel 2.3 wurden demnach folgende Hypothesen erfüllt, bzw. nicht erfüllt:

a.) Die kurzzeitigen Veränderungen der Herzratenvariabilität (Vergleich der Herzratenvariabilität vor zu unmittelbar nach den jeweiligen Behandlungen) werden sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung beeinflusst.

Diese Hypothese bestätigte sich. Die Messwerte lagen, unabhängig von der Therapieform, nach der Behandlung signifikant höher als die Werte vor der Behandlung.

b.) Durch eine weichteilosteopathische Behandlung zeigen sich hinsichtlich der kurzzeitigen Veränderungen der Herzratenvariabilität, d.h. unmittelbar nach jeder Behandlung, stärkere Verbesserungen als durch eine Behandlung mit klassischer Krankengymnastik.

Auch diese Hypothese konnte bestätigt werden. Alle Parameter stiegen durch eine Behandlung mit Weichteilosteopathie stärker an als durch eine krankengymnastische

Therapie.

c.) Kurzzeitige Veränderungen betreffend werden bessere Ergebnisse erzielt, wenn ein zusätzliches HRV-Training stattfindet.

Das HRV-Training führte zu keiner nachweisbaren Veränderung der HRV-Parameter. Diese Hypothese bestätigte sich somit nicht.

#### 4.5.2 Analyse der Langzeiteffekte

Bei der Analyse der Langzeiteffekte zeigte sich hinsichtlich der Haupteffekte sowie aller Interaktionen kein signifikanter Einfluss auf die Zielparameter (siehe Tabelle 15). Auf eine Berechnung der Nachhaltigkeit konnte demnach verzichtet werden. Um zu überprüfen, inwieweit die Regelmäßigkeit der Durchführung des HRV-Trainings zuhause die Langzeiteffekte beeinflusste, wurde die Compliance der Patienten aus den Gruppen, bei denen ein HRV-Training ( $n = 64$ ) stattfand, erfasst. Eine ausreichende Compliance, d.h. ein regelmäßiges Training mindestens zweimal 15 Minuten täglich, gaben dabei 38 Patienten (59.4%) an. 12 Patienten (18.8%) wiesen eine zu geringe Compliance auf; sie trainierten weniger als zweimal täglich 15 Minuten. Von 14 Patienten (21.8%) fehlten diesbezügliche Angaben. Es zeigte sich, dass der Faktor Compliance weder bei der Variable PNN50 ( $F_{(1, 224)} = 0.505$ ,  $p = .482$ ), noch bei der SDNN ( $F_{(1, 224)} = 0.879$ ,  $p = .355$ ) oder der RMSSD ( $F_{(1, 224)} = 0.377$ ,  $p = .543$ ) eine Rolle spielte. In einer zusätzlichen Analyse der Subpopulation der Patienten mit ausreichender Compliance, d.h. das HRV-Training wurde regelmäßig mindestens zweimal täglich ausgeführt, zeigten sich dieselben Haupteffekte wie in der Hauptanalyse. Die Subgruppenanalysen hinsichtlich der Compliance wurden daher nicht weiter verfolgt.

**Tabelle 15**

Varianzanalytische Ergebnisse für die Langzeiteffekte der Parameter der Herzratenvariabilität SDNN, RMSSD und PNN50

	SDNN		RMSSD		PNN50		
	df	F	p	F	p	F	p
<b>Haupteffekte</b>							
Therapieform	1	0.410	.524	1.288	.259	0.343	.559
HRV-Training	1	2.458	.120	2.155	.145	1.080	.301
Erfassungszeitpunkt	4	1.503	.200	0.515	.725	0.304	.875
<b>Interaktionen</b>							
Therapieform *HRV-Training	1	1.030	.313	0.520	.473	0.622	.432
Therapieform *Erfassungszeitpunkt	4	0.913	.456	0.737	.567	1.039	.387
HRVTraining*Erfassungszeitpunkt	4	1.857	.117	2.294	.059	1.676	.155
Therapieform *HRV-Training* Erfassungszeitpunkt	4	0.784	.536	1.085	.363	0.317	.866

HRV = Herzratenvariabilität; SDNN = Standardabweichung aller NN-Intervalle bei Sinusrhythmus; RMSSD = Wurzel des Mittelwerts der quadrierten Differenzen sukzessiver NN-Intervalle; PNN50 = Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall.

Bezogen auf Kapitel 2.3 wurden demnach folgende Hypothesen erfüllt, bzw. nicht erfüllt:

d.) Die langfristigen Veränderungen der Herzratenvariabilität (Vergleich der Werte zu Beginn der Therapie mit den Werten direkt nach der letzten Behandlung) werden sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung beeinflusst.

Die Hypothese d.) bestätigte sich nicht, weshalb alle weiteren Hypothesen (e, f und g) auch nicht bestätigt werden konnten.

## 5. Diskussion

Die vorliegende Arbeit vergleicht die Wirksamkeit verschiedener Therapieformen bei chronischen Rückenschmerzen. Ausschlaggebend für die Bearbeitung dieses Themas waren Befunde, die die immensen Auswirkungen dieser Erkrankung auf individueller sowie gesellschaftlicher Ebene betonen und so den dringenden Bedarf effektiver Behandlungskonzepte aufzeigen konnten (Gobel, 2001). In dieser Arbeit wurde die Wirksamkeit einer weichteilosteopathischen Behandlung, einer Kombinationstherapie aus Myofascial Release und manueller Triggerpunkttherapie, der Wirksamkeit einer klassisch

krankengymnastischen Therapie gegenübergestellt. Eine weitere Fragestellung beschäftigte sich mit der Effektivität eines Herzratenvariabilitätstrainings, das als zusätzlicher Bestandteil der Schmerztherapie fungierte. Der Erfolg der jeweiligen Therapien wurde anhand der subjektiven Einschätzungen der Patienten zu Schmerzintensität und Beeinträchtigung, des Medikamentenkonsums, der Therapieabbruchraten sowie anhand der Herzratenvariabilität als psychophysiologischem Maß beurteilt. Postuliert wurde, dass eine weichteilosteopathische Therapieform hinsichtlich aller Therapieerfolgsmaße einer Behandlung mit klassischer Krankengymnastik überlegen ist. Es wurde zudem angenommen, dass bessere Ergebnisse erzielt werden, wenn ein zusätzliches HRV-Training stattfindet. Nachfolgend werden zunächst die nach den jeweiligen Therapieerfolgsmaßen getrennten Befunde sowie die methodischen Beschränkungen der Studie diskutiert. Im Anschluss erfolgt eine zusammenfassende Interpretation der Befunde und ein Ausblick, der nachfolgende Untersuchungen erleichtern soll.

### *5.1 Befunde zur sensorischen und reaktiven Dimension des BPI*

In vorliegender Arbeit wurden die subjektiv empfundenen Schmerzen mit Hilfe des BPI Schmerzfragebogens anhand der Skalen Schmerzintensität (sensorische Dimension) und Beeinträchtigung (reaktive Dimension) erhoben.

In den Gruppen KG & HRV, WO und WO & HRV führte die Behandlung erwartungsgemäß zu einer signifikanten Reduktion der empfundenen Schmerzintensität, wohingegen sich in der Gruppe KG keine signifikante Verbesserung bezüglich des Schmerzempfindens nachweisen ließ. Die Patienten der Gruppe WO & HRV wiesen, wie postuliert, auf der Beeinträchtigungsskala nach der Behandlung signifikant niedrigere Werte auf als vor der Behandlung. Die Gruppen KG, KG & HRV sowie WO zeigten hier jedoch keine signifikanten Veränderungen.

Dabei zeigte sich, wie erwartet, die Überlegenheit der weichteilosteopathischen Behandlungsform gegenüber der krankengymnastischen Therapie hinsichtlich einer Reduktion der Schmerzintensität. Dies spiegelt sich auch in den Effektstärken wieder, die für jede Therapiegruppe über die Messzeitpunkte (vor Therapie vs. nach Therapie) bestimmt wurden. Während sich in den beiden krankengymnastisch behandelten Gruppen nur geringe bis moderate Effekte zeigten, schnitten die beiden weichteilosteopathischen



Gruppen mit hohen Effektstärken erfolgreicher ab, was für eine klinische Relevanz dieser Ergebnisse spricht. Diese Resultate entsprechen Befunden früherer Studien, die eine Überlegenheit osteopathischer Behandlungsformen gegenüber herkömmlichen Therapien belegen konnten (Licciardone et al., 2005).

Entgegen den Erwartungen zeigte sich die Weichteilosteopathie hinsichtlich einer Reduktion der Beeinträchtigung nicht erfolgreicher als die Krankengymnastik. Dies erstaunt insbesondere im Hinblick auf die erwartungsgemäßen Ergebnisse zur sensorischen Dimension. Als mögliche Gründe hierfür könnten die insgesamt niedrigen Einschätzungen der Beeinträchtigung zu Beginn der Therapie angeführt werden. Im Gegensatz dazu lagen die Einschätzungen der Schmerzintensität zu Beginn der Therapie höher. Hinweise auf die Bedeutsamkeit der Höhe der anfänglichen Einschätzungen geben die Analysen zu den Vergleichen innerhalb der Gruppen. Während sich hinsichtlich der Schmerzintensität für drei Gruppen (KG & HRV, WO und WO & HRV) eine signifikante Reduktion der Symptomatik ergab, zeigte sich dagegen nur in einer Gruppe (WO & HRV) eine Verbesserung der Beeinträchtigung. Man könnte daraus folgern, dass es bei niedrigeren Ausgangswerten schwieriger ist, eine Verbesserung durch die Therapie sowie in der Konsequenz eine Nachweisbarkeit von Unterschieden zwischen den Therapieformen zu erreichen. Wird zu Therapiebeginn etwa zumeist ein Beeinträchtigungswert von vier angegeben und zum Ende der Therapie ein Wert von drei, so entspräche dies schon einer Besserung um 25% und könnte somit als durchaus klinisch relevant eingestuft werden. Ein signifikanter Unterschied ist jedoch noch lange nicht feststellbar. Diese Folgerung wird durch die bei Einschätzungen auf mehrstufigen Skalen bekannte Tendenz zur Mitte erhärtet. Befragte wählen demnach eher mittlere Skalenpunkte aus und neigen dazu Extremwerte zu meiden (Bortz & Döring, 2006; Moosbrugger & Kelava, 2007).

Waddell und Main (1984) konnten in einer Untersuchung zeigen, dass Patienten mit vergleichbarem körperlichem Befund sich in ihren Alltagsverrichtungen unterschiedlich beeinträchtigt fühlten. Die objektivierbaren funktionellen Einschränkungen konnten minimal sein, während die subjektive Beeinträchtigung als sehr hoch eingeschätzt wurde. Pfingsten, Kaluza und Hildebrandt (1996) vermuten, dass in das Ausmaß der subjektiv erlebten Beeinträchtigung eine Vielzahl psychischer Faktoren mit einfließt. Tait et al (1990) stellten fest, dass ein hohes Maß subjektiv erlebter Beeinträchtigung mit Angst, Depression und psychovegetativen Beschwerden verbunden war. Vielleicht wurde die subjektiv erlebte Beeinträchtigung der Patientenstichprobe dieser Arbeit nicht so hoch

eingestuft, da Patienten mit ausgeprägten Ängsten, Depressionen oder auch vegetativen Beschwerden im Rahmen dieser Studie nicht behandelt wurden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Schmerzintensität und subjektiv erlebte Beeinträchtigung auf ganz unterschiedliche Weise bewertet werden können, was die Befunde dieser Arbeit erklären könnte.

Die für die reaktive Dimension bestimmten Effektstärken fielen für alle Gruppen gering aus; nur die Gruppe WO & HRV wies eine hohe Effektstärke und somit eine hohe klinische Relevanz auf, was den Hypothesen entspricht. Werden Patienten osteopathisch behandelt und erhalten ein zusätzliches HRV-Training, so können klinisch relevante Unterschiede, auch die reaktive Dimension betreffend, festgestellt werden.

Erwartungswidrig verhalten sich die Befunde zur Wirksamkeit des HRV-Trainings. Die Annahme, dass ein zusätzliches HRV-Training bessere Ergebnisse bezüglich der Schmerzintensität und Beeinträchtigung erzielt, konnte nicht bestätigt werden. Dem gegenüber stehen die Befunde von Hassett et al. (2007), die für die Wirksamkeit des Trainings sprachen. Vergleicht man Patientenpopulation und Methoden der vorliegenden Arbeit mit der Untersuchung von Hassett et al. (2007), so finden sich folgende Unterschiede, die die Diskrepanz der Befunde möglicherweise erklären können: Zum einen wurde die Effektivität des Trainings von Hassett et al. (2007) an Patienten mit Fibromyalgie untersucht. Auch für diese Erkrankung sind chronische muskuloskeletale Schmerzen charakteristisch, jedoch weisen die Patienten zudem häufig weitere Symptome wie etwa muskuläre Steifheit, Depressionen sowie autonome Dysregulationen auf. Möglicherweise sind deshalb die Befunde nicht auf die Behandlung anderer chronischer Schmerzpatienten verallgemeinerbar, was die unterschiedlichen Befunde erklären könnte. Zudem erhielten die Patienten in der Untersuchung von Hassett et al. (2007) ab der dritten Sitzung ein Gerät mit nach Hause, das die Patienten über die korrekte Durchführung der Atemübungen informierte. Eine solche Feedbackkomponente gab es in der vorliegenden Arbeit nicht, was eine falsche Durchführung des HRV-Trainings wahrscheinlicher gemacht haben könnte. Denkbar ist, dass die genannten Unterschiede die Wirksamkeit des HRV-Trainings in dieser Arbeit gemindert haben.

Die die Nachhaltigkeit betreffende Hypothese konnte weder für das über den BPI erfasste subjektive Schmerzempfinden noch für die Beeinträchtigung bestätigt werden. Die Therapieergebnisse nach der WO bleiben demnach nicht länger erhalten als nach der KG. Die für die Nachhaltigkeit bestimmten Effektstärken weisen ein ähnliches Bild auf wie die

Effektstärken, die sich auf den Effekt direkt nach der Behandlung beziehen. So finden sich in den beiden krankengymnastisch behandelten Gruppen KG und KG & HRV niedrige und mittlere Effektstärken sowohl den Schmerz als auch die Beeinträchtigung betreffend. In den beiden osteopathisch behandelten Gruppen WO und WO & HRV finden sich dagegen mittlere bis hohe Effektstärken für die Schmerz - und die Beeinträchtigungsdimension des BPI, was für eine hohe klinische Relevanz der Unterschiede drei Monate nach der Behandlung vs. vor der Behandlung in den osteopathisch behandelten Gruppen spricht.

### *5.2 Befunde zum Medikamentenkonsum*

Der Medikamentenkonsum wurde weder durch eine weichteilosteopathische Behandlung noch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung reduziert. Es konnte lediglich eine Tendenz in Richtung Medikamentenreduktion in der Gruppe KG & HRV nachgewiesen werden, über die Gründe hierfür kann nur spekuliert werden. Da bereits diese grundlegende Hypothese nicht bestätigt werden konnte, erübrigte sich eine Überprüfung der drei weiteren, sich auf den Medikamentenkonsum beziehenden Hypothesen. Die auf den Medikamentenkonsum bezogenen Angaben der Patienten wurden dem Deutschen Schmerzfragebogen entnommen. Dieser bietet jedoch nicht die Möglichkeit anzukreuzen, dass man noch nie Medikamente eingenommen hat. Wurden vom Patienten keine Angaben zum Medikamentenkonsum gemacht, so ist nun unklar ob der Patient vergessen hat das Feld auszufüllen oder ob er damit zum Ausdruck bringen wollte, dass er keine Medikamente eingenommen hat. Die Auswertung der erhobenen Daten könnte dadurch verzerrt sein. Viele Patienten gaben die mündliche Rückmeldung, noch nie Medikamente gegen ihre Rückenschmerzen eingenommen zu haben, was eine Prüfung der Hypothese erschwert.

### *5.3 Befunde zu den Therapieabbruchraten*

In den weichteilosteopathisch behandelten Gruppen gab es tatsächlich weniger Therapieabbrüche als in den klassisch krankengymnastisch behandelten Gruppen. Da die Gruppen in Bezug auf die zentralen demographischen Merkmale vergleichbar waren und keine statistisch relevanten Unterschiede hinsichtlich der Therapieerfolgsmaße zu Beginn der Therapie vorlagen, erscheint es unwahrscheinlich, dass sich die Befunde auf diese Variablen zurückführen lassen. Eine Schmerzzunahme war der am häufigsten genannte Grund die Therapien abubrechen, was für eine hohe Unzufriedenheit mit dem klassisch krankengymnastischen Behandlungskonzept sprechen könnte. Denkbar sind jedoch auch

andere Gründe. So litt die Mehrzahl der Patienten bereits seit mehreren Jahren unter Rückenschmerzen und hatte demzufolge bereits einige, erfolglose Therapieversuche hinter sich. Wurden diese Patienten klassisch krankengymnastisch behandelt, so kannten sie mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Großteil der Stabilisationsübungen und brachen deshalb die Therapie ab.

Ein zusätzlich durchgeführtes HRV-Training wirkte sich nicht, wie erwartet, auf die Anzahl der Therapieabbrüche aus. Ein solches Training konnte demnach, trotz seiner Neuheit, einen Therapieabbruch nicht verhindern. Dies könnte daran liegen, dass die Entspannungsmusik bei den Patienten nur wenig Anklang fand und das HRV-Training deshalb nicht, wie angeordnet, zwei Mal täglich 15 Minuten durchgeführt wurde. Aufgrund mündlicher Rückmeldungen seitens der Patienten ist tatsächlich von einer niedrigen Compliance auszugehen. Auch ist in diesem Zusammenhang zu diskutieren, dass keine Biofeedback-Technik eingesetzt worden war. Mittlerweile gibt es gerade in dem Bereich des HRV-Trainings Biofeedback-Geräte (z.B. das Gerät Qiu von der Firma BioSign), die einen Therapieerfolg wahrscheinlicher machen, da die Patienten unmittelbar Rückmeldung über die Qualität ihrer Übung bekommen. Ein zusätzlicher Vorteil im Qiu liegt darin, dass bei jeder Übung die HRV aufgezeichnet wird, so dass die Compliance und der Trainingsverlauf objektiviert werden können.

#### *5.4 Befunde zur Herzratenvariabilität*

Bei der Analyse der Kurzeiteffekte (Vergleich der Herzratenvariabilität vor zu unmittelbar nach den jeweiligen Behandlungen) lagen die Messwerte für alle drei HRV-Parameter, unabhängig von der Behandlungsart, nach der Behandlung signifikant höher als die Messwerte vor der Behandlung, d.h., die kurzzeitigen Veränderungen der Herzratenvariabilität werden, den Hypothesen entsprechend, sowohl durch eine weichteilosteopathische Behandlung als auch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung beeinflusst.

Den Annahmen entsprechend, zeigte sich hinsichtlich der kurzzeitigen Veränderungen der HRV, vor zu unmittelbar nach der jeweiligen Behandlung, eine Überlegenheit der Weichteilosteopathie gegenüber der klassischen Krankengymnastik. Die Verbesserungen der Parameter der HRV vor zu nach der jeweiligen Behandlung waren demnach in den weichteilosteopathisch behandelten Gruppen größer als in den

krankengymnastisch behandelten. Diese Befunde müssen jedoch vor dem Hintergrund, dass sich die beiden Therapieformen hinsichtlich der vom Patienten geforderten körperlichen Aktivität unterscheiden, mit Vorsicht betrachtet werden. So forderte die klassische Krankengymnastik von den Patienten ein hohes Maß an körperlicher Aktivität. Auch in der weichteilosteopathischen Behandlung wurden die Patienten aktiv mit involviert, indem sie assistive, d.h. die Technik unterstützende, Bewegungen durchführten. Dies entsprach jedoch nicht dem Ausmaß, in dem die krankengymnastisch behandelten Patienten körperlich aktiv wurden. So könnten die der Messung vorausgehenden unterschiedlichen Aktivitätsgrade die Herzratenvariabilität beeinflusst haben.

Die langfristigen Veränderungen der Herzratenvariabilität (Vergleich der Werte zu Beginn der Therapie mit den Werten direkt nach der letzten Behandlung) werden, entgegen den Erwartungen, weder durch eine weichteilosteopathische Behandlung noch durch eine klassisch krankengymnastische Behandlung beeinflusst. Anders als erwartet, zeigten sich hinsichtlich der Langzeiteffekte keine Unterschiede zwischen den Therapieformen Weichteilosteopathie und klassische Krankengymnastik. Eine Bestätigung der Annahme, dass sich die Herzratenvariabilität durch die Behandlung mit Weichteilosteopathie im Laufe der gesamten Therapie stärker verbessert als durch die Behandlung mit klassischer Krankengymnastik, konnte somit nicht erbracht werden. Entgegen der Befunde von Storella et al. (1999) und Zhang et al. (2006), bei denen eine Abnahme des Schmerzes mit einer Zunahme der HRV verbunden war, blieben die vor den jeweiligen Behandlungen erfassten HRV-Parameter in allen Gruppen über die Therapie hinweg stabil, obgleich sich in drei der vier Behandlungsgruppen eine signifikante Verbesserung der Schmerzintensität zeigte. Auch erstaunt dies, da die HRV-Parameter durchaus in der Lage sind eine Veränderung abzubilden, wie die Befunde zu den Kurzzeiteffekten belegen. Da die genauen neurobiologischen Mechanismen des Zusammenhangs zwischen Schmerz und HRV noch weitgehend unklar sind, wäre es in Hinblick auf mögliche Erklärungen ratsam, diesbezüglich gezielte Untersuchungen durchzuführen. Von den durchgeführten Messungen der Langzeit-Herzfrequenzvariabilität (24h) werden Daten mit größerer Objektivität erwartet; zum jetzigen Zeitpunkt sind diese leider noch nicht ausgewertet.

Ebenfalls erwartungswidrig zeigten sich die Befunde zum HRV-Training: Weder hinsichtlich der Kurz- noch der Langzeiteffekte führte ein zusätzliches Training zu einer stärkeren Verbesserung der HRV-Parameter. Als möglichen Grund für die Ineffektivität des Trainings wurde bereits bei den Befunden zu Schmerz und Beeinträchtigung eine mangelnde Feedbackkomponente diskutiert. Weiterhin muss auch eine nicht sachgemäße

Ausführung des Trainings als Ursache in Erwägung gezogen werden. Gegen dieses Argument spricht jedoch, dass das Training auch unter der Kontrolle der Therapeuten während der Therapiesitzungen durchgeführt wurde. Dies sollte zumindest eine korrekte Ausführung des Trainings während der Behandlungen sichergestellt haben und sich demzufolge in den Kurzeffekten widerspiegeln. Weiterhin muss, wie bei den Befunden zu den Therapieabbrüchen bereits erwähnt, in Bezug auf die Ergebnisse der Langzeiteffekte auch eine mangelnde Compliance bei der Durchführung des HRV-Trainings zuhause in Betracht gezogen werden. Um einen etwaigen Einfluss der Compliance zu testen, wurden zusätzliche Subgruppenanalysen zu den Langzeiteffekten durchgeführt. Diese erbrachten jedoch keine Hinweise für eine Abhängigkeit des Therapieerfolgs von der Regelmäßigkeit der Durchführung. Einschränkend muss an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Compliance durch eine retrospektive Befragung am Therapieende erfasst wurde. Eine Verzerrung der Antworten aufgrund von gemeinhin bekannten Effekten, wie sie zum Beispiel durch soziale Erwünschtheit verursacht werden, sowie aufgrund von der retrospektiven Erhebung von Daten, ist dabei nicht auszuschließen (Schnell, Hill & Esser, 2005). Eine Erfassung mit Hilfe von Tagebüchern, die die Patienten während der gesamten Intervention führen sollten, wäre hier sicherlich hilfreicher gewesen.

### *5.5 Methodische Beschränkungen*

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde bereits in den vorausgehenden Kapiteln auf methodische Unzulänglichkeiten eingegangen, sofern diese mit den Fragestellungen dieser Arbeit zusammenhängen. Nachfolgend werden nun weitere methodische Einschränkungen der Studie angeführt.

Bei der Standardisierung der Behandlungsabläufe ergaben sich sowohl in der Weichteilosteopathie als auch bei der klassischen Krankengymnastik patientenbedingte Abweichungen vom Protokoll. In der klassischen Krankengymnastik klagten die Patienten etwa häufig über Schmerzen bei der Ausführung einzelner Übungen, die dann in abgewandelter Form oder aber mit weniger Wiederholungen fortgesetzt wurden. In der Weichteilosteopathie konnten nicht alle, teilweise auch schmerzhaften, Griffe mit der gleichen Intensität und Häufigkeit angewendet werden, da die unterschiedliche körperliche Verfassung der Patienten sowie deren jeweilige Schmerztoleranz dies nicht erlaubte. In beiden Therapieformen mussten die Therapeuten die eigentlich standardisierten

Behandlungen auf die einzelnen Patienten abstimmen, was einen Vergleich der Therapieprotokolle erschwert.

Zudem muss einschränkend die Problematik nicht identisch langer Schulungszeiten, die beiden Therapieformen betreffend, sowie die unterschiedlichen Vorerfahrungen der Therapeuten genannt werden. Alle Therapeuten der Therapieform klassische Krankengymnastik verfügten bereits über eine mehrjährige klinische Erfahrung mit dieser Behandlungsform, so dass die Schulung hauptsächlich darin bestand, einen standardisierten Behandlungsablauf einzuüben. Im Gegensatz dazu war in der Therapieform Weichteilosteopathie keiner der Therapeuten zuvor mit dieser Behandlung vertraut, so dass die Schulung in erster Linie aus dem Erlernen einer für die Therapeuten gänzlich neuen Technik bestand und sich somit auch dementsprechend zeitaufwendiger gestaltete. Ferner unterschied sich die Anzahl der Therapeuten in den beiden Therapieformen. Aufgrund krankheitsbedingter Ausfälle wurden nachträglich drei weitere Therapeuten in den weichteilosteopathischen Techniken ausgebildet. Insgesamt gab es sieben weichteilosteopathisch behandelnde Therapeuten und drei klassisch krankengymnastisch tätige Therapeuten. Des Weiteren wurde nicht festgehalten, wie viele Therapeuten den gleichen Patienten behandelten. Zwar wurde versucht, jedem Patienten einen Therapeuten zuzuweisen, da davon auszugehen ist, dass ein ständiger Therapeutenwechsel sich ungünstig auf den Therapieerfolg auswirkt. Dies war aber durch krankheitsbedingte Ausfälle seitens der Therapeuten, sowie auf Grund terminlicher Schwierigkeiten, häufig nicht möglich.

Ein weiteres Manko dieser Studie stellt die nicht protokollierte Behandlungsdauer dar. Normalerweise waren 45 Minuten pro Therapieeinheit veranschlagt, die tatsächliche Dauer variierte jedoch stark. In weiteren Studien wäre es wichtig dies schriftlich festzuhalten, um später nachvollziehen zu können, inwieweit sich eine unterschiedlich lange Zuwendung auf die Ergebnisse ausgewirkt hat.

Obwohl den Patienten keine Informationen darüber weitergegeben wurden, welche anderen Behandlungsalternativen vorhanden waren, ist davon auszugehen, dass die angestrebte Verblindung, insbesondere in einer kleinen Gemeinde, in der sich die Patienten teilweise persönlich kennen und austauschen, nicht ausreichend war. Dies erscheint besonders in Hinblick auf die Erwartungshaltung der Patienten problematisch. Um diese Problematik abzuschwächen, wäre es angezeigt gewesen, die Anzeigen zur Probandenrekrutierung in etwas ferner gelegenen Ortschaften zu schalten.

### 5.6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Befunde vorliegender Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen: In drei der vier Gruppen führten beide Therapieformen erwartungsgemäß zu einer signifikanten Reduktion der empfundenen Schmerzintensität; die Beeinträchtigung konnte jedoch lediglich in einer Gruppe reduziert werden. Hinsichtlich der Schmerzintensität zeigten sich in den weichteilosteopathisch behandelten Gruppen stärkere Verbesserungen als in den krankengymnastisch therapierten. Dabei belegen die Effektstärken, dass es sich hierbei um klinisch bedeutsame Befunde handelt. Erzielte die krankengymnastische Behandlung nur geringe bis moderate Effekte, so lagen die Effektstärken der Weichteilosteopathie im mittleren bis hohen Bereich. Ein weiterer, wesentlicher Befund dieser Arbeit ist in der höheren Abbrecherrate in den krankengymnastisch behandelten Gruppen, verglichen mit den osteopathisch behandelten, zu sehen. Auch was die kurzzeitigen Veränderungen der HRV betrifft, zeigte sich die Weichteilosteopathie der klassischen Krankengymnastik überlegen. Hinsichtlich der Therapieerfolgsmaße Beeinträchtigung, dem Medikamentenkonsum und der HRV-Langzeiteffekte unterschieden sich die beiden Therapieformen nicht voneinander. Eine Nachhaltigkeit der Effekte konnte für keine der erhobenen Therapieerfolgsmaße nachgewiesen werden. Insgesamt betrachtet schnitt damit die Weichteilosteopathie in allen Therapieerfolgsmaßen mindestens gleich gut ab wie die klassische Krankengymnastik; hinsichtlich einer Reduktion der Schmerzen, der Anzahl der Therapieabbrüche sowie eines kurzfristigen Anstiegs der HRV war sie dieser sogar überlegen. Im Gegensatz dazu erkannten Keller, Hayden, Bombardier und van Tulder (2007), dass zumeist keine Unterschiede in der Wirksamkeit festgestellt werden konnten, wenn nur zwei Behandlungsarten verglichen wurden. Umso erfreulicher, dass im Rahmen dieser Untersuchung Unterschiede nachgewiesen werden konnten. Als weitere Fragestellung der Arbeit wurde die Wirksamkeit eines HRV-Trainings als zusätzlichem Bestandteil der Schmerztherapie untersucht. Die Befunde sprechen hier gegen eine Wirksamkeit des Trainings. Mit den Befunden dieser Arbeit liegen somit erste empirische Hinweise dafür vor, dass die Weichteilosteopathie bei chronischen Rückenschmerzen gegenüber der klassischen Krankengymnastik als gleichwertig, hinsichtlich einiger Parameter sogar als überlegen, anzusehen ist.

Aussagen darüber, wie und warum die weichteilosteopathische Behandlung wirkt, können aufgrund der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht getroffen werden. Die beobachteten Effekte könnten beispielsweise aufgrund des engeren Kontakts zwischen



Patient und Therapeut und damit aus einer intensiveren Zuwendung bei der osteopathischen Behandlungsform, resultieren. Auch die Erwartung der Patienten an eine neue, ihnen noch nicht bekannte Behandlungsmethode, könnte hierbei eine Rolle spielen. Hinweise darauf, dass die Wirkung einer Behandlung nicht zwangsläufig auf die Anwendung der Technik selbst zurückzuführen ist, geben neuere Befunde zur Akupunktur bei Schmerzpatienten. So berichten Park et al. (2008), dass eine Scheinakupunkturbehandlung, in der keine gezielte Punktion der klassischen Akupunkturpunkte erfolgte, der regulär durchgeführten Akupunktur äquivalent war. Auch eine Untersuchung von Cherkin et al. (2009) konnte zeigen, dass die Scheinakupunktur praktisch ebenso gut half wie die Behandlung mit echten Nadeln an den traditionellen Akupunkturpunkten. Diese Befunde stellen einen wichtigen Ansatzpunkt für zukünftige Untersuchungen zur Wirksamkeit der Weichteilosteopathie dar. Studien, in denen diese Behandlung einer Scheinbehandlung gegenübergestellt wird, könnten Aufschluss über die Wirkweise der Therapie geben.

Eine weitere Möglichkeit stellt eine gezielte Suche nach veränderten Faszien und Triggerpunkten dar, z.B. mittels elektromyographischer, thermographischer oder sonographischer Untersuchungen. Auch Simons und Mense (2003) sind der Ansicht, dass durch manuelle Triggerpunkttherapie eine Normalisierung neuroplastischer Veränderungen möglich ist. Jedoch ist dies laut den Autoren ein zeitintensiver Prozess, der Behandlungen über einen längeren Zeitraum hinweg erfordert. Möglicherweise könnten weit größere Erfolge erzielt werden, wenn die Therapieeinheiten über einen noch längeren Zeitraum hinweg durchgeführt würden.

Sollten sich die Befunde erhärten, dass die Weichteilosteopathie eine Therapieform darstellt, die herkömmlichen Behandlungsmethoden äquivalent oder gar überlegen ist, so entstehen direkte Implikationen für die Patientenversorgung, denn bislang werden die Kosten für weichteilosteopathische Behandlungen nicht von gesetzlichen Krankenkassen übernommen.

Hinsichtlich aller erhobenen Therapieerfolgsmaße zeigte sich die Behandlung mit HRV-Training einer Behandlung ohne HRV-Training nicht überlegen. Jedoch ist es aufgrund der bereits diskutierten methodischen Einschränkungen nicht möglich, generelle Aussagen über eine Effektivität oder Ineffektivität des Trainings im Rahmen der Therapie chronischer Rückenschmerzen zu treffen. Hierfür wären weitere Untersuchungen sinnvoll, die insbesondere eine adäquate Rückmeldung der Durchführung an die Patienten sowie

eine genaue Erfassung der Compliance berücksichtigen. Eine mögliche Lösung könnte der Einsatz mobiler HRV-Biofeedbackgeräte, wie z.B. StressEraser oder dem Qiu darstellen, da diese sowohl ein optisches Feedback als auch eine Speicherung der Trainingszeiten und somit eine Kontrolle der Compliance erlauben (Muench, 2008).

Überdies könnte auch eine Integration der in dieser Arbeit vorgestellten Behandlungsmethoden in ein multimodales Konzept eine sinnvolle Möglichkeit zur Therapie chronischer Rückenschmerzen darstellen. Da viele verschiedene Faktoren zur Entstehung chronischer Schmerzen sowie deren Aufrechterhaltung beitragen können (Flor, 2003a), sollten multimodale Behandlungskonzepte angestrebt werden. Besonders in Kombination mit einer psychotherapeutischen Behandlung, unter dem Aspekt einer stärkeren Berücksichtigung psychosozialer Faktoren und einer möglichen Potenzierung der Effekte, erscheint dies ein sinnvoller Ansatzpunkt.

## 6. Literatur

- Andersson, G. B., Lucente, T., Davis, A. M., Kappler, R. E., Lipton, J. A., & Leurgans, S. (1999). A comparison of osteopathic spinal manipulation with standard care for patients with low back pain. *New England Journal of Medicine*, *341*(19), 1426-1431.
- Appelhans, B. M. & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, *109*, 229-240.
- Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2008). Heart rate variability and pain: Associations of two interrelated homeostatic processes. *Biological Psychology*, *77*(2), 174-182.
- Arribas, S., Hervás, Chicharro, Carreré, Molina, Arbiza (2009). Effectiveness of the Physical therapy Godelive Denys-Struyf Method for nonspecific low back pain. *Spine*, *34*(15), 1529-1538.
- Aure, O. F., Nilsen, J. H., & Vasseljen, O. (2003). Manual therapy and exercise therapy in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine*, *28*(6), 525-531.
- Banks, S. L., Jacobs, D. W., Gevirtz, R., & Hubbard, D. R. (1998). Effects of autogenic relaxation training on electromyographic activity in active myofascial trigger points. *Journal of Musculoskeletal Pain*, *6*(4), 23-32.
- Barnes, J. F. (1996). Myofascial release for craniomandibular pain and dysfunction. *International Journal of Orofacial Myology*, *22*, 20-22.
- Barr, K. P., Griggs, M., & Cadby, T. (2005). Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *84*(6), 473-480.
- Basler, H. D., Franz, C., Kröner-Herwig, B., Rehfisch, H. P. & Seemann, H. (1996). *Psychologische Schmerztherapie*. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Becker, A., Chenot, J. F., Niebling, W., Kochen, M. M., & Familienmedizin, D. G. f. A. u. (2004). Guidelines for back pain. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, *142*(6), 716-719.
- Berger-Schmitt, R., Kohlmann, T., & Raspe, H. (1996). Backache in East and West Germany. *Gesundheitswesen*, *58*(10), 519-524.
- Bonica, J.J. (1953). *The management of pain*. Lea & Febiger: Philadelphia.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Heidelberg: Springer.
- Birkhofer, A., Schmidt, G. & Forstl, H. (2005). Herz und Hirn - Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität. *Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie*, *73*(4), 192-205.
- Birkhofer, A., Schmidt, G., & Forstl, H. (2006). Heart rate variability and depression. *Archives of General Psychiatry*, *63*(9), 1052; author reply 1052.
- Bolten, W., Kempel-Waibel, A., & Pforringer, W. (1998). Analysis of the cost of illness in backache. *Med Klin (Munich)*, *93*(6), 388-393.
- Brown, J. J., Wells, G. A., Trottier, A. J., Bonneau, J., & Ferris, B. (1998). Back pain in a large Canadian police force. *Spine*, *23*(7), 821-827.
- Cedraschi, C., Robert, J. Goerg, D., Perrin, E., Fischer, W., Vischer, T.L. (1999). *British Journal of General Practice*, *49*, 358-362.
- Cherkin, D. C., Sherman, K. J., Avins, A. L., Erro, J. H., Ichikawa, L., Barlow, W. E., et al. (2009). A randomized trial comparing acupuncture, simulated acupuncture, and usual care for chronic low back pain. *Archives of Internal Medicine*, *169*(9), 858-866.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Cohen, H., Neumann, L., Alhoshle, A., Kotler, M., Abu-Shakra, M. & Buskila, D. (2001). Abnormal sympathovagal balance in men with fibromyalgia. *Journal of Rheumatology*, 28(3), 581-589.
- Coupe, C., Midttun, A., Hilden, J., Jorgensen, U., Oxholm, P., & Fuglsang-Frederiksen, A. (2001). Spontaneous needle electromyographic activity in myofascial trigger points in the infraspinatus muscle: A blinded assessment. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 9(3), 7-16.
- Dalbert, C. (1992). Subjektives Wohlbefinden junger Erwachsener: Theoretische und empirische Analysen der Struktur und Stabilität. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 13, 207-220.
- Daut, R. L., Cleeland, C. S. & Flanery, R. C. (1983). Development of the Wisconsin Brief Pain Questionnaire to assess pain in cancer and other diseases. *Pain*, 17, 197-210.
- Dejung, B. (1999). Die Behandlung unspezifischer chronischer Rückenschmerzen mit manueller Triggerpunkttherapie. *Manuelle Medizin*, 37, 124-131.
- Dejung, B. (2003). *Triggerpunkt-Therapie: die Behandlung akuter und chronischer Schmerzen im Bewegungsapparat mit manueller Triggerpunkt-Therapie und Dry Needling*. Bern: Huber.
- Delaney, J. P., Leong, K. S., Watkins, A., & Brodie, D. (2002). The short-term effects of myofascial trigger point massage therapy on cardiac autonomic tone in healthy subjects. *Journal of Advanced Nursing*, 37(4), 364-371.
- Dworkin, R.H., & Banks, S.M (1999). *A vulnerability-diathesis-stress model of chronic pain: herpes zoster and the development of postherpetic neuralgia*. In: Gatchel RJ, Turk DC, editors. Psychosocial factors in pain: critical perspectives. New York: Guilford Press; 247-69.
- Ferreira, P. H., Ferreira, M. L., Maher, C. G., Herbert, R. D., & Refshauge, K. (2006). Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 52(2), 79-88.
- Ferrell-Torry, A. T., & Glick, O. J. (1993). The use of therapeutic massage as a nursing intervention to modify anxiety and the perception of cancer pain. *Cancer Nursing*, 16(2), 93-101.
- Flor, H. (1991). *Psychobiologie des Schmerzes*. Bern: Huber.
- Flor, H. (2003a). Cortical reorganisation and chronic pain: Implications for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41, 66-72.
- Flor, H. (2003b). *Health psychology of pain*. In R. Schwarzer; J. House (Eds.), N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (pp. 24-339). Amsterdam: Elsevier.
- Flor, H. & Hermann, C. (2006). Neuropsychotherapie bei chronischen Schmerzen: Veränderung des Schmerzgedächtnisses durch Verhaltenstherapie. *Verhaltenstherapie*, 16(2), 86-94.
- Flor, H., Breitenstein, C., Birbaumer, N. & Fürst, M. (1995). A psychophysiological analysis of spouse solicitousness towards pain behaviors, spouse interaction, and pain perception. *Behavior Therapy*, 255-272.
- Flor, H., Birbaumer, N. & Turk, D. C. (1990). The psychobiology of chronic pain. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 12(2), 47-84.
- Fordyce, W. E. (1976). *Behavioral methods for chronic pain and illness*. Saint Louis: Mosby.
- Franz, B. Kröner-Herwig, H.P. Rehfisch & H. Seemann (Hrsg.), *Psychologische Schmerztherapie* (S. 375-399). Berlin-Heidelberg: Springer.

- Fresenius, M., Hatzenbühler, M., Heck, M. (2004). *Repetitorium Schmerztherapie. Zur Vorbereitung auf die Prüfung "Spezielle Schmerztherapie"*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Frymoyer J.W. (1988). Back pain and sciatica. *New England Journal of Medicine*, 318,291-300.
- Frymoyer, J. W. (1993). An international challenge to the diagnosis and treatment of disorders of the lumbar spine. *Spine*, 18(15), 2147-2152.
- Garfin, S. R., Tipton, C. M., Mubarak, S. J., Woo, S. L., Hargens, A. R., & Akeson, W. H. (1981). Role of fascia in maintenance of muscle tension and pressure. *Journal of Applied Physiology*, 51(2), 317-320.
- Gerwin, R. D. (1991). Myofascial aspects of low back pain. *Neurosurgery Clinics of North America*, 2(4), 761-784.
- Gobel, H. (2001). Epidemiology and costs of chronic pain syndromes exemplified by specific and unspecific low back pain. *Schmerz*, 15(2), 92-98.
- Göbel, H. (2001). Epidemiologie und Kosten chronischer Schmerzen. *Schmerz*, 15, 92-98.
- Göbel, H., & Buschmann, P. (2001). Relieve pain--sink costs. *Schmerz*, 15(2), 79-80.
- Goldby, L. J., Moore, A. P., Doust, J. & Trew, M. E. (2006). A randomized controlled trial investigating the efficiency of musculoskeletal physiotherapy on chronic low back disorder. *Spine*, 31(10), 1083-1093.
- Gralow, I. (2000). Psychosocial aspects of chronic low back pain. *Schmerz*, 14(2), 104-110.
- Grobli, C., & Dejung, B. (2003). Manual therapy of chronic myofascial pain. *Schmerz*, 17(6), 475-+.
- Gröbli, C. & Dommerholt, J. (1997). Myofasziale Triggerpunkte - Pathologie und Behandlungsmöglichkeiten. *Manuelle Medizin*, 35, 295-303.
- Guzmán,J., Esmail,R., Karjalainen, K., Malmivaara, A., Irvin, E., & Bombardier, C. (2001). Multidisciplinary rehabilitation for chronic low back pain: systematic review. *British Medical Journal*, 322,1511-1516.
- Han, S. C., & Harrison, P. (1997). Myofascial pain syndrome and trigger-point management. *Regional Anesthesia*, 22(1), 89-101.
- Hassett, A. L., Cone, J. D., Patella, S. J. & Sigal, L. H. (2000). The role of catastrophizing in the pain and depression of women with fibromyalgia syndrome. *Arthritis and Rheumatism*, 43(11), 2493-2500.
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K., et al. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32(1), 1-10.
- Henley, C. E., Ivins, D., Mills, M., Wen, F. K., & Benjamin, B. A. (2008). Osteopathic manipulative treatment and its relationship to autonomic nervous system activity as demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. *Osteopathic Medicine and Primary Care*, 2, 7.
- Henrich, G. & Herschbach, P. (2000). Questions on life satisfaction (FLZ<sup>M</sup>) - a short questionnaire for assessing subjective quality of life. *European Journal of Psychological Assessment*, 16(3), 150-159.
- Hermann, C. & Flor, H. (2001). Chronischer Schmerz [Chronic pain]. In M. Hautzinger (Hrsg.), *Kognitive Verhaltenstherapie bei psychischen Störungen* (S. 459-485). Weinheim: Beltz.
- Hoffman B.M., Papas, R.K., Chatkoff, D.M., Kerns, R.D. (2007). Meta-analysis of psychological interventions for chronic low back pain. *Health Psychology*, 26 (1), 1-9.

- Hottenrott, K. (2002). Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität und Anwendungsmöglichkeiten im Sport. In K. Hottenrott (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität im Sport - Prävention, Rehabilitation und Training*. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, Band 129 (S. 9-26). Hamburg: Czwalina.
- Hottenrott, K., Hoos, O. & Esperer, H. D. (2006). Herzfrequenzvariabilität und Sport. *Herz*, 31(6), 544-552.
- Hubbard, D. R., & Berkoff, G. M. (1993). Myofascial trigger points show spontaneous needle EMG activity. *Spine*, 18(13), 1803-1807.
- Hughes, J. W. & Stoney, C. M. (2000). Depressed mood is related to high-frequency heart rate variability during stressors. *Psychosomatic Medicine*, 62(6), 796-803.
- Keller, A., Hayden, J., Bombardier, C., & van Tulder, M. (2007). Effect sizes of non-surgical treatments of non-specific low-back pain. *European Spine Journal*, 16(11), 1776-1788.
- Kerns, R.D., Kassirer, M.D., & Otis, J. (2002). Pain in multiple sclerosis: A biopsychosocial perspective. *Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 39 No. 2*, 225-232.
- Kiencke, P. (2001). Analyse der Skaleneigenschaften der deutschen Version des Schmerzfragebogens Brief Pain Inventory (BPI). Unveröffentlichte Dissertation, Universität Köln.
- Kohlmann, T., & Schmidt, C. O. (2004). Epidemiologie und Sozialmedizin. In J. Hildebrandt, G. Müller & M. Pfingsten (Eds.), *Lendenwirbelsäule - Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen* (pp. 3-13). München: Elsevier.
- Korff, K. J. (1990). Primary fibromyalgia syndrome. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 134(11), 522-524.
- Kröner-Herwig B (Hrsg.) unter Mitwirkung von Leibing E et al.: *Die Wirksamkeit von Verhaltenstherapie bei psychischen Störungen von Erwachsenen sowie Kindern und Jugendlichen. Expertise zur Beurteilung der empirischen Evidenz des Psychotherapieverfahrens Verhaltenstherapie*. dgvt-Verlag, Tübingen 2004.
- Kröz, M., von Laue, H., Zerm, R., Girke, M.(2003). Development of a Questionnaire for Endogenous Regulation – a Contribution for Salutogenesis Research. *Forschende Komplementärmedizin und Klassische Naturheilkunde*, 10,70-77.
- Langevin, H.M., Stevens-Tuttle, D., Fox, J.R., Badger, G.J., Bouffard, N.A., Krag, M.H., Wu, J. & Henry, S.M. (2009). *Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain*. Paper presented at the second international Fascia Research Congress, Amsterdam.
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Eckberg, D. L., Edelberg, R., Shih, W. J., Lin, Y., Kuusela, T. A., Tahvanainen, K. U. & Hamer, R. M. (2003). Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. *Psychosomatic Medicine*, 65(5), 796-805.
- Licciardone, J. C., Brimhall, A. K., & King, L. N. (2005). Osteopathic manipulative treatment for low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 6, 43.
- Lindh, V., Wiklund, U., Sandman, P. O., & Hakansson, S. (1997). Assessment of acute pain in preterm infants by evaluation of facial expression and frequency domain analysis of heart rate variability. *Early Human Development*, 48(1-2), 131-142.
- Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J. & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17, 354-381.

- McNair, D.M., Lorr, M. and Droppelmann, L.F. (1992) *The Profile of Mood States*. Educational and Industrial Testing Service: San Diego.
- McNames, J. & Aboy, M. (2006). Reliability and accuracy of heart rate variability metrics versus ECG segment duration. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44(9), 747-756.
- McNulty, W. H., Gevirtz, R. N., Hubbard, D. R., & Berkoff, G. M. (1994). Needle electromyographic evaluation of trigger point response to a psychological stressor. *Psychophysiology*, 31(3), 313-316.
- Melzack R, Wall, P.D. (1965). Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150(699), 971-9.
- Mense, S. (2006). Trigger points and tender points: Identical phenomena or different aetiology? *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*, 16(4), 212-218.
- Merskey H, Bogduk N. *Classification of chronic pain: description of chronic pain syndromes and definitions of pain terms*. Second Edition ed. 1994, Seattle: IASP Press.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2007). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Heidelberg: Springer.
- Mück-Weymann M: Die Herzratenvariabilität als globaler Adaptivitätsfaktor in psychoneuro-kardialen Funktionskreisen. In: Mattke D (Hrsg.) *Vom Allgemeinen zum Besonderen: Störungsspezifische Konzepte und Behandlung in der Psychosomatik*, Verlag für Akademische Schriften, Frankfurt/Main, 2002, 322-327.
- Mück-Weymann, M. (2005). Depressionen und Herzratenvariabilität: Seelentief zwingt Herzschlag in enge Bahn. *Der Hausarzt*, 3, 64-69.
- Muench, F. (2008). The portable StressEraser heart rate variability biofeedback device: Background and research. *Biofeedback*, 36(1), 35-39.
- Nachemson, A. L. (1992). Newest knowledge of low back pain. A critical look. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 279, 8-20.
- Nielson, W. R., & Weir, R.N. (2001). Biopsychosocial Approaches to the Treatment of Chronic Pain. *Clinical Journal of Pain: Volume 17, Issue 4*, 114-127.
- Norris, C., & Matthews, M. (2008). The role of an integrated back stability program in patients with chronic low back pain. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 14(4), 255-263.
- Nüesch, E., Trelle, S., Reichenbach, S., Rutjes, A.W.S., Bürgi, E., Scherer, M., Altman, D.G., & Jüni, P. (2009). The effects of excluding patients from the analysis in randomised controlled trials: meta-epidemiological study. *British Medical Journal*, 339:b3244.
- Ostelo, R. W., van Tulder, M. W., Vlaeyen, J. W., Linton, S. J., Morley, S. J., & Assendelft, W. J. (2005). Behavioural treatment for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev*(1), CD002014.
- Ostermann, T., Büssing, A., Beer, A.M, Matthiessen, P.F. (2005). The Herdecke Questionnaire on Quality of Life (HLQ): validation of factorial structure and development of a short form within a naturopathy treated in-patient collective. *Health and Quality of Life Outcomes*, 3, 40.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 390-396.
- Park, J., Linde, K., Manheimer, E., Molsberger, A., Sherman, K., Smith, C., et al. (2008). The status and future of acupuncture clinical research. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 14(7), 871-881.
- Pfingsten, M. (2005). Psychologische Faktoren. In Hildebrandt, J., Müller, G., & Pfingsten, M. (Hrsg.), *Lendenwirbelsäule* (S. 26-40). München: Elsevier.

- Pfingsten, M., Kaluza, G. & Hildebrandt, J. (1996). *Rückenschmerzen*. In H.D. Basler, C. Philips, H. C. (1987). Avoidance behaviour and its role in sustaining chronic pain. *Behaviour Research and Therapy, Volume 25, issue 4*, 273-279.
- Philips, H.C., & Grant, L (1991). The evolution of chronic back pain problems: A longitudinal study. *Behaviour Research and Therapy, Volume 29, Issue 5*, 435-441.
- Radbruch, L., Loick, G., Kiencke, P., Lindena, G., Sabatowski, R., Grond, S., et al. (1999). Validation of the German version of the Brief Pain Inventory. *Journal of Pain and Symptom Management, 18(3)*, 180-187.
- Raspe, H. (1994). Work capacity--a central category of practical social medicine. *Gesundheitswesen, 56(2)*, 95-102.
- Raspe, H. H., & Zink, A. (1992). Epidemiology of rheumatic diseases in the German Federal Republic-- current state and perspectives. *Z Rheumatol, 51(1)*, 14-19.
- Remvig, L. (2007). Myofascial release: An evidence based treatment concept. In T.W. Findley & R. Schleip (Eds.), *Fascia research - Basic science and implications for conventional and complementary health care* (p. 140). Munich: Elsevier.
- Rief, W., & Birbaumer, N. (2000). *Biofeedback-Therapie. Grundlagen, Indikation und praktisches Vorgehen*. Stuttgart, New York: Schattauer 2000.
- Rosomoff, H. L., Fishbain, D. A., Goldberg, M., Santana, R., & Rosomoff, R. S. (1989). Physical findings in patients with chronic intractable benign pain of the neck and/or back. *Pain, 37(3)*, 279-287.
- Schleip, R. (2003). Faszien und Nervensystem. *Osteopathische Medizin, 1*.
- Schleip, R., Klingler, W., & Lehmann-Horn, F. (2005). Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. *Medical Hypotheses, 65(2)*, 273-277.
- Schmidt, C. O., & Kohlmann, T. (2005). What do we know about the symptoms of back pain? Epidemiological results on prevalence, incidence, progression and risk factors. *Zeitschrift Orthopädie und ihre Grenzgebiete, 143(3)*, 292-298.
- Schmidt, R. F. & Lang, F. (2007). *Physiologie des Menschen*. Heidelberg: Springer.
- Schnell, R., Hill, P. B., & Esser, E. (2005). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg.
- Schochat, T., & Jäckel, W.H. Rückenschmerzen aus epidemiologischer Sicht. *Manuelle Medizin. 1998;36:48-54*.
- Scholz, O. B. (1996). Schmerzmessung. In H. D. Basler, C. Franz, B. Kröner-Herwig, H.P. Rehfisch & H. Seemann (Hrsg.), *Psychologische Schmerztherapie* (S. 267-290). Berlin-Heidelberg: Springer.
- Shah, J. P., Phillips, T. M., Danoff, J. V., & Gerber, L. H. (2005). An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology, 99(5)*, 1977-1984.
- Simons, D. G., & Mense, S. (2003). Diagnosis and therapy of myofascial trigger points. *Schmerz, 17(6)*, 419-424.
- Skootsky, S. A., Jaeger, B., & Oye, R. K. (1989). Prevalence of myofascial pain in general internal medicine practice. *Western Journal of Medicine, 151(2)*, 157-160.
- Smidt, N., de Vet, H. C., Bouter, L. M., Dekker, J., Arendzen, J. H., de Bie, R. A., et al. (2005). Effectiveness of exercise therapy: a best-evidence summary of systematic reviews. *Australian Journal of Physiotherapy, 51(2)*, 71-85.
- Sorrell, M. R., & Flanagan, W. (2003). Treatment of chronic resistant myofascial pain using a multidisciplinary protocol - The myofascial pain program. *Journal of Musculoskeletal Pain, 11(1)*, 5-9.
- Stein, P. K., Carney, R. M., Freedland, K. E., Skala, J. A., Jaffe, A. S., Kleiger, R. E. &



- Rottman, J. N. (2000). Severe depression is associated with markedly reduced heart rate variability in patients with stable coronary heart disease. *Journal of Psychosomatic Research*, 48(4-5), 493-500.
- Storella, R. J., Shi, Y., O'Connor, D. M., Pharo, G. H., Abrams, J. T., & Levitt, J. (1999). Relief of chronic pain may be accompanied by an increase in a measure of heart rate variability. *Anesthesia & Analgesia*, 89(2), 448-450.
- Tait, R. C., Chibnall, J. T. & Margolis, R. B. (1990). Pain extent: relations with psychological state, pain severity, pain history and disability. *Pain*, 41, 295-302.
- Taylor, H., & Warfield, C. A. (1985). Thermography of pain: instrumentation and uses. *Hospital Practice (Off Ed)*, 20(11), 164, 168-169.
- Thieme, K., Spies, C., Sinha, P., Turk, D. C., & Flor, H. (2005). Predictors of Pain Behaviors in Fibromyalgia Syndrome. *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research) Vol. 53, No. 3*, 343-350.
- Tousignant-Laflamme, Y., & Marchand, S. (2006). Sex differences in cardiac and autonomic response to clinical and experimental pain in LBP patients. *European Journal of Pain*, 10(7), 603-614.
- Turk, D.C. (1996). Biopsychosocial perspective on chronic pain. In: *Gatchel, R.J. (Hrsg.). Psychological Approaches to Pain Management. Guilford Press, New York, 3-32.*
- Uhlig, H., Bollmann, K., Harter, W., & Thormeyer, V. (2005). *Neue qualitätsgesicherte Diagnostikansätze bei chronischen Rückenschmerzen*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH.
- van Tulder, M. W., Ostelo, R., Vlaeyen, J. W., Linton, S. J., Morley, S. J., & Assendelft, W. J. (2001). Behavioral treatment for chronic low back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Back Review Group. *Spine (Phila Pa 1976)*, 26(3), 270-281.
- Vaschillo, E., Lehrer, P., Rische, N. & Konstantinov, M. (2002). Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: a preliminary study of resonance in the cardiovascular system. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(1), 1-27.
- Vollmann, K., Hautzinger, M. & Strehl, U. (2009). Entwicklung und Überprüfung eines Fragebogens zur Erfassung relevanter Therapiebedingungen (FERT). Dissertation. Universität Tübingen.
- Waddell, G. & Main, C. J. (1984). Assessment of severity of low-back disorders. *Spine*, 9, 204-208.
- Wenig, C. M., Schmidt, C. O., Kohlmann, T., & Schweikert, B. (2009). Costs of back pain in Germany. *European Journal of Pain*, 13(3), 280-286.
- Williams, N. (1997). Managing back pain in general practice - is osteopathy the new paradigm? *British Journal of General Practice*, 47(423), 653-655.
- Wolfe, F., Smythe, H. A., Yunus, M. B., Bennett, R. M., Bombardier, C., Goldenberg, D. L., Tugwell, P., Campbell, S. M., Abeles, M., Clark, P. & et al. (1990). The American College of Rheumatology. Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis and Rheumatism*, 33(2), 160-172.
- Yap. E. (2007). Myofascial Pain – An Overview. *Annals Academy of Medicine Singapore; Vol 36, No. 1*, 43-8.
- Zhang, J., Dean, D., Nosco, D., Strathopoulos, D., & Floros, M. (2006). Effect of chiropractic care on heart rate variability and pain in a multisite clinical study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29(4), 267-274.
- Zimmermann, M. (1994). The epidemiology of pain. *Internist (Berl)*, 35(1), 2-7.