

Technische Universität München

Lehrstuhl für Bewegungs- und Trainingslehre der Technischen Universität München

Evaluation des Work Hardening bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen.
-Eine empirische Vergleichsstudie-

Stefan Winter

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Sportwissenschaft der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.- Prof. Dr. Dr. h.c. Josef Hackforth

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.- Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Grosser
2. Univ.- Prof. Dr. Wolfgang F. Beyer
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-
Nürnberg

Die Dissertation wurde am 24.01.2002 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Sportwissenschaft am 29.04.2002 angenommen.

Meiner Frau Karin
und
Meinen Eltern

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Chef Herrn Professor Dr. med. W.F. Beyer, Chefarzt der LVA Rheumaklinik Bad Füssing, der es mir ermöglichte im Rahmen des Studienprojektes „Evaluation des Work Hardening bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen“ diese Arbeit zu schreiben; sowie meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. Dr. h.c. M. Grosser, Inhaber des Lehrstuhls für Bewegungslehre und Trainingslehre an der Technischen Universität München, der mir jederzeit mit seinem Rat zur Seite stand.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Diplompsychologin Beate Kleist, Psychologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Rheumaklinik Bad Füssing, für die gründliche und kritische Durchsicht des Rohentwurfs meiner Dissertation.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Oberarzt Dr. med. K. Alliger sowie meinen Kolleginnen und Kollegen der Sporttherapie: Frau Brigitte Prokaska (Diplomsportlehrerin), Frau Meike Küster (Diplomsportwissenschaftlerin), Frau Gabriele Eichner (Diplomsportlehrerin) und Herrn Jaroslaw Nolte (Diplomsportlehrer), die mich durch Ihre engagierte Mitarbeit stets tatkräftig unterstützten.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Diagnostik- und Ergotherapieabteilung der Rheumaklinik Bad Füssing bedanken: Frau Gabriele Fitzner-Ott (Ärztin und wissenschaftliche Mitarbeiterin), Frau Marianne De La Port (Arzthelferin), Frau Annette Gottschaller (Arzthelferin), Frau Annette Köckerandl (MTRA) sowie Frau Claudia Thus (Ergotherapeutin) und Herr Helmut Wittmann (Ergotherapeut).

THEMA

**Evaluation des Work Hardening bei chronischen unspezifischen
Rückenschmerzen.**

- Eine empirische Vergleichsstudie -

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite:
1. Problemstellung	9
1.1 Einleitung	9
1.2 Chronischer Rückenschmerz	13
1.2.1 Begriffsbestimmung	13
1.2.2 Prävalenz, Altersabhängigkeit und Geschlechtsunterschiede bei Rückenschmerzen	14
1.2.3 Schweregrad bei Rückenschmerzen	15
1.2.4 Kosten	16
1.3 Prädisponierende Faktoren für Rückenbeschwerden	17
1.3.1 Risikofaktoren für die Chronifizierung des Rückenschmerzes	17
1.3.2 Annahmen über Ursachen und Verlauf des Chronifizierungsprozesses	22
2. Empirische Erhebung	24
2.1 Das Therapiekonzept	24
2.1.1 Work Hardening – Charakteristik des Behandlungskonzeptes	24
2.1.2 „Functional Restoration“ als Grundkonzept	26
2.1.3 Das Behandlungsteam	27
2.1.4 Das Dekonditionierungssyndrom	29
2.1.5 Schmerzkontingente versus leistungskontingente Therapie	31
2.2 Studiendesign	32
2.2.1 Studienprojekt B1 im Rehabilitationswissenschaftlichen Forschungsverbund Bayern (RFB)	32
2.2.2 Fragestellung	33
2.2.3 Studienteilnehmer	34
2.2.3.1 Einschlusskriterien	34
2.2.3.2 Ausschlusskriterien	35
2.2.4 Patientenrekrutierung	35
2.2.5 Randomisierung	38

2.2.6	Beschreibung der Behandlungsprogramme	39
2.2.6.1	Therapieinhalte des Work Hardening	40
2.2.6.1.1	Therapieplan Work Hardening	40
2.2.6.1.2	Aufwärmprogramm – Morgengymnastik	40
2.2.6.1.3	Hebe- und Arbeitstraining	41
2.2.6.1.4	Psychologische Therapieverfahren in der Gruppe	44
2.2.6.1.5	Entspannungstherapie	44
2.2.6.1.6	Muskelfunktionstraining in der Medizinischen Trainingstherapie	45
2.2.6.1.7	Ausdauertraining	47
2.2.6.2	Therapieinhalte des Standardbehandlungsprogramm	49
2.2.6.2.1	Therapieplan Standardbehandlung – 3 Wochen	49
2.2.6.2.2	Krankengymnastische Einzelbehandlung	50
2.2.6.2.3	Massage	50
2.2.6.2.4	Wärmeanwendung mit Peloiden	50
2.2.6.2.5	Bewegungsbäder in der Gruppe	51
2.2.6.2.6	Elektrotherapieanwendungen	51
2.2.6.2.7	Medizinische Trainingstherapie (MTT)	51
2.2.6.2.8	Rückenschule	52
2.2.6.2.9	Arztvorträge	54
2.2.6.2.10	Wirbelsäulengymnastik	54
2.2.6.2.11	Kneipp-Anwendung	54
2.2.7	Darstellung der Messinstrumente	55
2.2.7.1	Erfassung der körperlichen Funktions- und Leistungsfähigkeit	55
2.2.7.1.1	Anforderung an die Test- bzw. Messinstrumente	56
2.2.7.1.2	Globaltest nach Spring et al. (1997)	58
2.2.7.1.3	Bauchmuskelttest in Anlehnung an Spring et. al (1997)	59
2.2.7.1.4	Messung der dorsalen Streckerkette in Anlehnung an Müller & Hille (1996)	60
2.2.7.1.5	Messung der dynamischen Kraftausdauerfähigkeit der Extremitätenmuskulatur	61
2.2.7.1.6	IPN –Test mit dem Back Check Gerät n. Ochs et al. (1998)	63
2.2.7.1.7	IPN – Ausdauerstest mit Laktatbestimmung	66
2.2.7.1.8	Ultraschalltopometrie mit Coordinate Measuring System (CMS)	69
2.2.7.1.9	Hebetest – Progressiv Isoninertial Lifting Evaluation (PILE) in Anlehnung an Mayer et al. (1988)	72

2.2.7.1.10	Messung der Lendenwirbelsäulenbeweglichkeit nach Schober	74
2.2.7.1.11	Messung und Dokumentation des Finger-Boden-Abstand	75
2.2.7.1.12	Straight Leg Raising (SLR) – Test	75
2.2.7.1.13	Body Mass Index (BMI)	75
2.2.7.2	Erfassung der funktionellen Kapazität und der aktuellen Schmerzintensität	76
2.2.7.2.1	Der Funktionsfragebogen Hannover FFbH-R	76
2.2.7.2.2	Die Numerische Rating Skala – Schmerzskala (NRS)	76
2.3	Stichprobenbeschreibung	77
2.3.1	Deskription und Charakteristik der Stichprobe	77
2.3.2	Drop-Out Analyse	79
2.3.2.1	Deskription der ausgefallenen Patienten	79
2.3.2.2	Gründe für einen Studienabbruch	82
2.3.2.3	Unterschiede zwischen Studienpatienten und „drop-outs“	83
3.	Ergebnisse und Diskussion	86
3.1	Kraftausdauertests der Rumpfmuskulatur	86
3.2	Kraftausdauertests der Extremitäten	103
3.3	Der IPN – Back Check Test	116
3.4	Der IPN – Ausdauer test mit Laktatbestimmung	127
3.5	Hebetest – Progressiv Isoninertial Lifting Evaluation (PILE)	152
3.6	Ultraschalltopometrie mit Coordinate Measuring System	164
3.7	Klinische Funktionsdiagnostik und Body Mass Index	170
3.7.1	Schober-Test	171
3.7.2	Finger Boden Abstand	174
3.7.3	Straight Leg Raising – Test	177
3.7.4	Body Mass Index (BMI)	180
3.7.5	Diskussion - Klinische Funktionsdiagnostik und BMI	182
3.8	Der Funktionsfragebogen Hannover FFbH-R	184
3.9	Die Numerische Rating Skala für Schmerzen (NRS)	190

4.	Zusammenfassung und Ausblick	197
	Verzeichnis der zitierten Literatur	204
	Tabellenverzeichnis	215
	Abbildungsverzeichnis	220
	Anhang	223
	Eidesstattliche Erklärung	306

1. Problemstellung

1.1 Einleitung

In unserer modernen Zivilisation und Gesellschaft ist eine der negativsten Erscheinungen der akute und insbesondere der chronische Rückenschmerz. Er ist eine Gegebenheit, die die psychosomatische Leistungsfähigkeit des Menschen gravierend einschränkt. Bevor wir uns mit der vorliegenden Studie näher mit dem Rückenschmerz beschäftigen, fragen wir zunächst nach der soeben erwähnten Leistungsfähigkeit. Die Beantwortung gibt uns zu allererst die moderne Trainingswissenschaft des Leistungssports, ist die Leistung doch hinsichtlich ihrer Analyse, Struktur und ihrer methodischen Herausbildung der eigentliche Gegenstand dieser Forschungs- und Anwendungsrichtung.

Die menschliche (sportliche) Leistung muss in einem multiplen Ansatz gesehen werden; und zwar naturwissenschaftlich zum einen als der Quotient aus Arbeit und Zeit bzw. aus dem Produkt von Kraft und Geschwindigkeit (= physikalische Definition) und zum anderen als Energieumsatz pro Zeiteinheit (= physiologische Definition). Trainingspädagogisch und psychologisch wird Leistung als eine „Einheit von Vollzug und Ergebnis einer sportlichen Bewegungshandlung, orientiert an einer bestimmten gesellschaftlichen Norm“ beschrieben (Ehlenz et al. 1998,12). Bekanntermaßen haben weitere Wissenschaftszweige wie Philosophie, Soziologie u.a. ebenfalls eine Leistungs-Definition.

Um den Begriff der Leistung aus sportpraktischer Sicht etwas näher zu betrachten, möchten wir das von Grosser et al. (2001, 8) entwickelte Modell der sportlichen Leistung kurz darstellen. Das in Abbildung 1 dargestellte Modell spiegelt die unterschiedlichen Komponenten und Teilbereiche der sportlichen Leistung wider. Diese Teilbereiche (Technik, Kondition, Psyche, usw.) sind als unterscheidbare Aspekte, nicht aber als eindeutig abgrenzbare Bereiche (menschlicher) sportlicher Leistung zu sehen. Die einzelnen Elemente des vorliegenden Modells beeinflussen sich stets stark und ihre Übergänge sind größtenteils fließend.

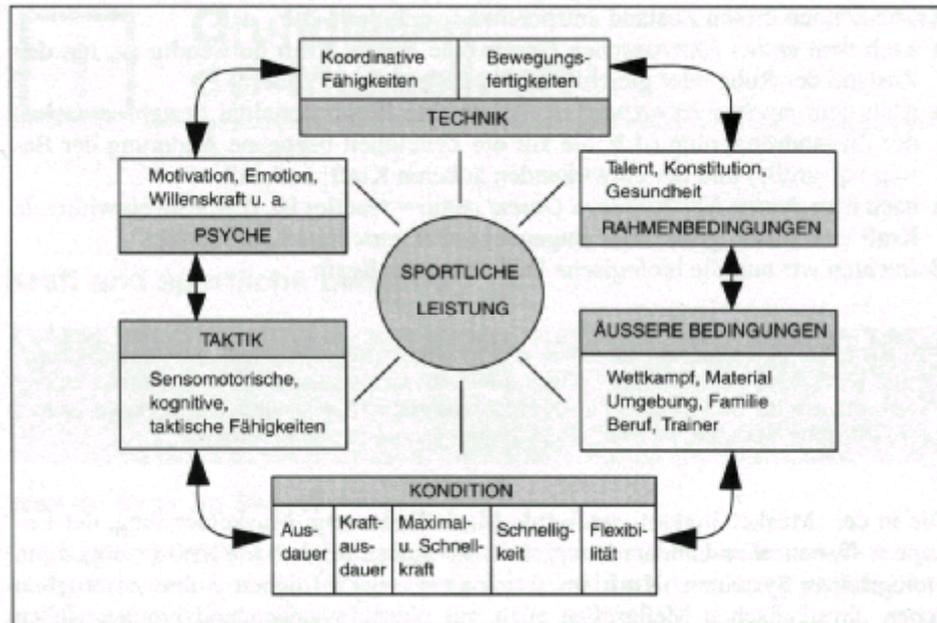


Abbildung 1: Die sportliche Leistung und ihre möglichen Komponenten aus sportpraktischer Sicht (Grosser et al. 2001, 8).

Das bisher Gesagte zur menschlichen (sportlichen) Leistung führt folgerichtig zu der Ansicht und Forderung, dass jede Detailbetrachtung des Menschen hinsichtlich einer Leistungssteigerung oder Leistungseinschränkung - z.B. einer Kraftsteigerung oder einer Rückenschmerzeinschränkung - stets komplex bzw. aus einer ganzheitlichen Sichtweise angegangen werden muss.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit solch einer Detailbetrachtung der menschlichen Leistungsfähigkeit, nämlich mit dem Problem des chronischen unspezifischen Rückenschmerzes. Unser Bezug gilt jedoch nicht dem Sportler und seiner (eingeschränkten) Leistungsfähigkeit, sondern Menschen, die man aufgrund ihrer vorliegenden Gegebenheit als Patienten bezeichnet.

In Anlehnung an die Trainingswissenschaft und ihre komplexe Sichtweise der Leistung betrachten auch wir den Patienten ganzheitlich und zwar bezüglich eines Trainings – Therapie – Konzeptes. Konkret geht es um die vergleichende Anwendung zweier verschiedener Konzepte, dem mulimodalen Work Hardening und der traditionellen Vorgehensweise (Standardbehandlungsprogramm), und ihrer Auswirkungen auf den ganzen Menschen.

Die meisten Patienten mit chronischen Rückenschmerzen haben sich in der Regel schon seit mehreren Jahren nicht mehr adäquat körperlich belastet. Dies verursacht nicht selten eine deutliches Dekonditionierungssyndrom bei den

entsprechenden Patienten. Muskelkraft und Muskelfunktion sind herabgesetzt und auch das Gleichgewicht verschiedener Muskelgruppen ist häufig gestört. Auch die allgemeine Ausdauerfähigkeit, die Flexibilität (Dehnfähigkeit und Gelenkigkeit) und die koordinativen Fähigkeiten sind bei diesem Patientengut defizitär.

Ziel unseres Studienprojektes ist es deshalb, festzustellen inwieweit sich die körperliche Leistungsfähigkeit sowie die Schmerzsituation im Laufe eines vierwöchigen Rehabilitationsaufenthalts verändern – empirisch verglichen bei Patienten, die ein Work Hardening-Programm (Interventionsgruppe) durchlaufen und bei Patienten, die ein Standard-Rehabilitationsprogramm (Kontrollgruppe) absolvieren.

Mit Hilfe einer randomisierten und kontrollierten Studie soll gezeigt werden, ob das eine Behandlungsprogramm dem anderen überlegen ist.

Die übergeordnete Hypothese lautet, dass ein Work Hardening - Programm bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen effizienter und effektiver sei als ein traditionelles Reha-Behandlungsprogramm. Im Einzelnen werden folgende Fragestellungen mit den entsprechenden Hypothesen formuliert:

- Besteht ein Unterschied der Funktions- und Leistungsfähigkeit zwischen den beiden Behandlungsgruppen (Interventions- und Kontrollgruppe) zum Messzeitpunkt t1 am Ende der Rehabilitation?

Die Nullhypothese H_0 lautet:

Die Funktions- und Leistungsfähigkeit nach Durchlaufen des Behandlungsprogramms unterscheidet sich bei den beiden Behandlungsgruppen nicht. $\rightarrow H_0: \mu_0 = \mu_1$.

Die Alternativhypothese H_1 lautet:

Die Funktions- und Leistungsfähigkeit unterscheidet sich nach Durchlaufen des Behandlungsprogramms. $\rightarrow H_1: \mu_0 \neq \mu_1$.

- Haben sich Behandlungs- und Trainingseffekte innerhalb des Untersuchungszeitraums von t0 auf t1 eingestellt sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe?

Die Nullhypothese H_0 lautet:

Es haben sich im Behandlungsverlauf von t0 auf t1 keine Effekte eingestellt.

$$\rightarrow H_0: \mu_{\text{diff}} = 0$$

Die Alternativhypothese H_1 lautet:

Es haben sich im Behandlungsverlauf von t0 auf t1 Effekte eingestellt.

$$\rightarrow H_1: \mu_{\text{diff}} \neq 0$$

- Hat sich die Interventionsgruppe von t0 auf t1 anders entwickelt als die Kontrollgruppe bzw. unterscheiden sich die Mittelwertsdifferenzen der Interventions- und Kontrollgruppe?

Die Nullhypothese H_0 lautet:

Die Mittelwertsdifferenzen der beiden Behandlungsgruppen unterscheiden sich nicht. $\rightarrow H_0: \mu_{\text{diff}0} = \mu_{\text{diff}1}$

Die Alternativhypothese H_1 lautet:

Die Mittelwertsdifferenzen der beiden Behandlungsgruppen unterscheiden sich. $\rightarrow H_1: \mu_{\text{diff}0} \neq \mu_{\text{diff}1}$

- Unterscheiden sich Männer und Frauen in ihrer Funktions- und Leistungsfähigkeit?

Die Nullhypothese H_0 lautet:

Die Funktions- und Leistungsfähigkeit der Männer entspricht der der Frauen.

$$\rightarrow H_0: \mu_m = \mu_w.$$

Die Alternativhypothese H_1 lautet:

Männer und Frauen unterscheiden sich in ihrer Funktions- und Leistungsfähigkeit.

$$\rightarrow H_1: \mu_0 \neq \mu_1.$$

1.2 Chronischer Rückenschmerz

1.2.1 Begriffsbestimmung

Wenn von Rückenschmerzen als sozialmedizinischem Problem die Rede ist, so betrifft dies vor allem den „unspezifischen“ lumbalen Rückenschmerz, den „Low Back Pain“ im internationalen Sprachgebrauch, welcher primär ein gutartiges Leiden ist. Es handelt sich dabei um „Schmerzen, Irritationen oder Beschwerden“ im unteren Bereich des Rückens, welche auch von Ausstrahlungen ins Bein sowie Bewegungseinschränkungen und Steifheit begleitet sein können, denen jedoch zumeist keine schwerwiegenden Ursachen (z.B. Entzündungen, Wurzelreiz- oder Ausfallsymptomatik) zugrunde liegen. Man kann grundsätzlich zwischen „spezifischen“ und „unspezifischen“ Rückenschmerzen unterscheiden. Spezifische Rückenschmerzen haben eine geklärte Ätiopathogenese; sie können spondylogenen sein oder auch eine extraspondyläre Ursache haben. Bei unspezifischen Rückenbeschwerden jedoch, die im Übrigen etwa 90% aller Fälle ausmachen (Nachemson 1979, 143; Keel et al. 1996a, 25), kann meist kein oder nur ein für die Schmerzsymptomatik irrelevanter pathologisch körperlicher Befund identifiziert werden. Raspe (1993, 2168) postuliert daher, dass „Rückenschmerzen nicht als lokale Störung eines oder mehrerer Bewegungssegmente betrachtet werden dürfen, sondern, dass es sich um ein komplexes Schmerz- und Beschwerdesyndrom handelt, bei welchem neben der Aktivierung des nozizeptiven Systems auch eine veränderte Proprio- und Introzeption eine Rolle spielen“.

Um den grundsätzlichen Verlauf von Schmerzen besser einschätzen zu können, ist es sinnvoll, zwischen akuten und chronischen Schmerzen zu unterscheiden. Der akute Schmerz unterscheidet sich vom chronischen Schmerz zum einen durch seine gute lokale Zuordenbarkeit zu erkennbaren Auslösern, wie z.B. schädigende äußere Reize oder endogene Prozesse wie Entzündungen und zum anderen durch die charakteristische Dauer, die beim chronischen Schmerz über die „normale Heilungszeit“ hinaus anhält. Scheer et al. (1997, 414) gehen von einer Zeitgrenze von 3 Monaten aus, Autoren wie Flor und Turk (1984, 106) setzen als Kriterium für chronische Schmerzen eine Dauer von mindestens 6 Monaten an. Hildebrandt (1998, 217) spricht bei einer Dauer von bis zu 7 Tagen von akuten Beschwerden,

bei 7 Tagen bis 3 Monaten von subakuten und ab 3 Monaten von chronischen Beschwerden.

Der Begriff chronischer Rückenschmerz beinhaltet verschiedene Aspekte. In Abgrenzung zum akuten Rückenschmerz sind oftmals weniger der Zeitfaktor als viel eher Ursache und Auswirkung auf die Betroffenen von Bedeutung. Dem akuten Rückenschmerz liegt meist ein plötzliches Geschehen mit adäquater Gewebsschädigung zugrunde, welches spontan oder unter Therapie schnell (4 – 8 Wochen) wieder ausheilt (Nachemson 1992, 8; Schönle 1993, 228; Klenerman et al. 1995, 481). Beim chronischen Rückenschmerz lässt sich selten ein adäquates Trauma ausmachen. In über der Hälfte der Fälle entwickelt sich das Schmerzbild langsam progredient. Der chronische Schmerz führt zu einer Behinderung, welche in keinem Zusammenhang zu der grundlegenden Ursache steht. Bei etwa 7 – 10 % der Patienten kommt es zur Chronifizierung, es entwickelt sich ein eigenständiges Krankheitsbild, welches von Vermeidungsängsten, psychischen Belastungen, depressiver Symptomatik und fehlenden Verarbeitungs- und Anpassungsmechanismen geprägt ist (Quebec Task Force 1987; Waddell 1992, 528; Mayer K.C. 2001, 10 ff).

1.2.2 Prävalenz , Altersabhängigkeit und Geschlechtsunterschiede bei Rückenschmerzen

Bei einer Befragung einer repräsentativen Normstichprobe in den alten Bundesländern berichteten etwa 40% der Befragten über „oft“ oder „immer“ bestehende Rückenschmerzen (Jäckel & Gerdes 1998, 11). Frauen berichten etwa 1,2 mal häufiger über dieses Symptom als Männer (Jäckel, 11:5). Die Prävalenz (Häufigkeit) von Rückenschmerzen steigt zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr an und sinkt danach wieder ab. Die Lebenszeitprävalenz (Auftreten von Rückenschmerzen im bisherigen Leben) von Rückenschmerzen beträgt in Deutschland nach anderen Untersuchungen über 80% (Raspe & Kohlmann 1993, 2166) und die Punktprävalenz (Vorhandensein von Rückenschmerzen am Tag der Befragung) etwa 40% (Raspe & Kohlmann 1993, 2166). Beim Vergleich dieser Daten mit Literaturangaben aus anderen Ländern zeigt Jäckel (1998, 11:4), dass Rückenschmerzen bei uns häufiger als in den meisten anderen Ländern

vorherrschend. Interessanterweise liegt die Punktprävalenz in den Entwicklungsländern deutlich niedriger als in den Ländern mit einem hohen Bruttoinlandsprodukt. Innerhalb der Entwicklungsländer wiederum werden Rückenschmerzen in ländlichen Regionen seltener berichtet als in den Städten. Die Ursachen hierfür sind jedoch noch weitgehend ungeklärt (Jäckel 1998, 11:4). Als Erklärungsansatz für die erwähnte Abnahme der Prävalenz von Rückenschmerzen im höheren Lebensalter werden verschiedene Punkte diskutiert: Durch eine Einsteifung der Wirbelsäule im Alter werden die Schmerzen geringer. Mit der Berentung entfallen körperlich schwere Tätigkeiten. Außerdem geht man von einer Abnahme psychosozial bestimmter Rückenprobleme aus, was bedeutet, dass sich bestimmte psychosoziale Probleme nach der Berentung verringern, die möglicherweise vorher als Rückenschmerzen somatisiert worden sind. Schließlich werden mit zunehmendem Alter andere (Gesundheits-)Probleme wichtiger, weswegen dann Rückenschmerzen seltener beachtet bzw. berichtet werden. Aber Rückenschmerzen treten nicht erst im Erwachsenenalter auf. Bei einer Befragung von Schulkindern in der Schweiz berichteten bereits 74 % der Kinder über Erfahrungen mit Rückenschmerzen (Balagué et al. 1995, 1269). Dabei waren Rückenschmerzen häufiger bei Kindern, deren Eltern ebenfalls über Rückenschmerzen berichteten.

1.2.3 Schweregrad bei Rückenschmerzen

Die Ausprägung von Rückenschmerzen ist sehr unterschiedlich. Rückenschmerzen können sich beispielsweise bei einigen Personen nur einmal im Jahr als leichte „Verspannung“ manifestieren, bei anderen dagegen mehrmals wöchentlich als heftige Attacke auftreten oder gar als Dauerschmerz zu einer massiven Beeinträchtigung in Alltag und Beruf führen. Eine Schweregradeinteilung von Rückenschmerzen muss sich deshalb immer auf die Frequenz der Schmerzen beziehen, auf die Intensität der Schmerzen, aber auch auf die resultierende Beeinträchtigung in den körperlichen und psychosozialen Dimensionen des Gesundheitszustandes.

1.2.4 Kosten

Das Auftreten von Rückenschmerzen hat in den westlichen Industriestaaten epidemische Ausmaße angenommen.

Die resultierenden Kosten sind enorm. 1994 betragen in den USA die direkten medizinischen Kosten, wie z.B. ärztliche Leistungen, Krankenhausleistungen oder Kosten für Medikamente bei Rückenschmerzen 33,6 Milliarden Dollar. Die indirekten Kosten, also Kosten für Arbeitsunfähigkeitszeiten und Frühberentungen, werden auf 50 bis 100 Milliarden Dollar pro Jahr geschätzt (Turk & Okifuji 1998, 182).

Rückenschmerzen verursachen auch in Deutschland erhebliche Kosten. Die direkten und indirekten Kosten von Rückenschmerzen werden in Deutschland auf mehr als 32 Milliarden DM pro Jahr beziffert (Hackhausen 2000, Vortrag Berus / Saar). Rückenschmerzen sind in der ambulanten ärztlichen Versorgung der häufigste Grund für die Vorstellung eines Patienten in der Praxis.

Jeder zweite Patient, der einen niedergelassenen Orthopäden aufsucht, kommt wegen Rückenschmerzen, bei den Allgemeinmedizinerinnen jeder vierte (Pförringer 1992, 89). In den neuen Bundesländern sind etwa 10% der Arbeitsunfähigkeitstage bei Männern und Frauen durch Rückenschmerzen bedingt. Der Anteil der Arbeitsunfähigkeitstage durch Rückenschmerzen an den Gesamtarbeitsunfähigkeitstagen in den alten Ländern liegt sogar über 15% (AOK-Bundesverband 1996). Bei den Versicherten der BEK sind 9,4 % aller AU-Tage durch Rückenschmerzen bedingt. 1991 dauerte die durchschnittliche Krankschreibung wegen Rückenschmerzen 18,7 Tage, 1996 waren es 15,9 Tage (Mayer K.C. 2001, 1).

Dieses Ausmaß einer Erkrankung, bei der nur in 10 – 20 % der Fälle eine spezifische Diagnose gestellt werden kann, ist erstaunlich. Dazu kommt, dass die Prognose im akuten Stadium eigentlich sehr gut ist. 90 – 95 % aller Patienten mit akuten Rückenbeschwerden sind nach 3 Monaten wieder arbeitsfähig (Nachemson 1985, 266; Klenerman et al. 1995, 481). Hauptverursacher der enormen Kosten sind also die 5 – 10 % der Patienten, die länger als drei Monate an Kreuzschmerzen leiden. Sie verursachen 80 - 85 % der Kosten (Hackhausen 2000, Vortrag Berus / Saar).

Die signifikanten individuellen Lasten bei den Patienten mit Rückenschmerzen einerseits und die gravierenden sozioökonomischen Konsequenzen durch dieses Symptom andererseits machen deshalb die Behandlung der Betroffenen zu einer prioritären Aufgabe für unser Gesundheitsversorgungssystem. Der Bericht der Quebec Task Force empfiehlt bei chronischen Schmerzpatienten intensive Rehabilitationsbemühungen in einem multidisziplinären Team, um möglichst schnell eine Arbeitsfähigkeit wieder zu erreichen und eine Chronifizierung von akuten Rückenschmerzen unbedingt zu vermeiden.

1.3 Prädisponierende Faktoren für Rückenbeschwerden

1.3.1 Risikofaktoren für die Chronifizierung des Rückenschmerzes

Wie bereits dargestellt sind Rückenschmerzen eine Erkrankung, die mit steigenden epidemiologischen Zahlen und hohen Kosten verbunden ist.

Das Hauptproblem liegt offensichtlich in der Chronifizierung des Krankheitsbildes. In verschiedenen Studien wurden Faktoren mit ungünstigem Einfluss auf den Verlauf bzw. eine erhöhte Prävalenz von Rückenbeschwerden nachgewiesen, von denen neben ungünstigen Arbeits- und sozialen Bedingungen sowohl das persönliche Verhalten (passive Lebenseinstellung, maladaptives Krankheitsverhalten) als auch überholte Therapieansätze sowie sonstige Unzulänglichkeiten des medizinischen Systems (Empfehlung zur Schonung, passive oder übermäßige Therapien, länger dauernde Krankschreibung bei fehlenden Rehabilitationsansätzen und mangelhafte Information des Patienten) eine Rolle spielen. Eine besonders dominante Rolle bei der Chronifizierung und Aufrechterhaltung von Rückenschmerzen scheinen jedoch sowohl psychosoziale als auch sozioökonomische Faktoren einzunehmen (Gatchel et al. 1995 , 2702 ; Pflingsten et al. 1996, 326 ff ; Mayer et al. 1998, 214).

Abbildung 2 zeigt, dass neben individuellen Faktoren, das soziale Umfeld (Arbeit, soziales Netz), das medizinische System (iatrogene Invalidisierung) und die Arbeitssituation eine wichtige Rolle bei der Chronifizierung von Rückenschmerzen einnehmen können.

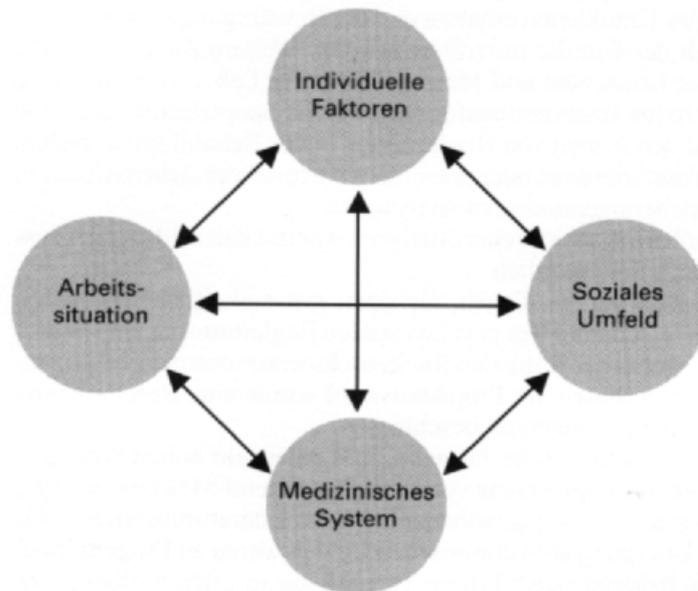


Abbildung 2: Chronifizierung von Rückenschmerzen: Interaktion von Variablen (Keel & Schütz-Petitjean 1996a, 12).

Während für die Auslösung von Rückenschmerzen bzw. für das Auftreten einer ersten Attacke fast immer exogene Faktoren, wie z.B. körperliche Belastung am Arbeitsplatz oder andere biomechanisch-ergonomische Gegebenheiten, verantwortlich sind, spielt bei der Chronifizierung des Rückenschmerzes die somatische Genese in der Regel eine untergeordnete Rolle. Für die Aufrechterhaltung und Chronifizierung von Rückenschmerzen stehen häufig andere Faktoren im Vordergrund.

In der Literatur werden folgende Gesichtspunkte diskutiert:

- Unzufriedenheit und Unsicherheit am Arbeitsplatz:

In mehreren Studien (Lindström et al. 1994, 19; Molo-Betteline 1996, 51; Keel & Schütz-Petitjean 1996a, 27) trat die eminente Rolle der Arbeitszufriedenheit hervor. Linton und Warg (1993, 51) konnten nachweisen, dass das Risiko einer Rückenerkrankung um den Faktor 7 erhöht war, sofern Unzufriedenheit am Arbeitsplatz vorlag. Auch bei einer prospektiven Untersuchung aus Manchester (Papageorgiou et al. 1997, 1140), in der 7000 Personen befragt wurden, erwies sich die Unzufriedenheit mit dem Arbeitsplatz als ein erheblicher prädisponierender Faktor für das erste Auftreten von Rückenschmerzen.

- **Physische Faktoren:**

Physisch sehr anstrengende Arbeit, bei der der Mensch ständig Ganzkörpervibrationen ausgesetzt ist, oder auch Arbeitsabläufe mit häufigen schweren Heben von Lasten in mechanisch ungünstigen Körperpositionen, ließen sich ebenfalls als prädisponierende Faktoren für das Auftreten von Rückenschmerzen in mehreren internationalen Studien nachweisen. Keel und Schütz-Petitjean stellen in diesem Zusammenhang jedoch die Frage, „ob das häufig mit Schwerarbeit verbundene geringe Qualifikations- und Bildungsniveau, gekoppelt mit geringeren psychologischen Ressourcen und ungünstigeren Bewältigungsstrategien, nicht den bedeutenderen Risikofaktor für die Chronifizierung darstellt als die Schwerarbeit selbst“ (1996a, 27).

Skovron (1992, 567) hingegen sieht mehr die empfundene Schwere der Arbeit entscheidender als die tatsächliche Schwere der Arbeit.

- **Psychische Faktoren:**

Nach Klenerman et al. (1995, 483) sind es vor allem die psychischen Variablen, die für die Entwicklung eines chronischen Verlaufs nach einer ersten Erfahrung von Rückenschmerzen von größerer Bedeutung sind, als medizinische Untersuchungsbefunde.

Eine maladaptive Krankheitsverarbeitung, katastrophisierende Bewertungen sowie eine schmerzkontingente Ausrichtung des Lebens stellen in diesem Zusammenhang eindeutige Risikofaktoren für eine Chronifizierung der Rückenschmerzen dar (Hasenbring et al. 1994, 2759).

Pfingsten et al. (1997b, 387) stellten fest, dass die subjektive Bewertung der Patienten („Laientheorie“) die Krankheitsentwicklung und damit auch die Chronifizierung stark beeinflussen kann. Diese Einschätzungen sind im wesentlichen durch Vorstellungen und Glauben der Patienten über die Art der Erkrankung, ihre potentiellen Auswirkungen und ihr Behandelbarkeit sowie die psychischen Beeinträchtigung und das Krankheitsverhalten beeinflusst. In diesem Zusammenhang sind zwei Beispiele aufgezeigt:

a) Das Angst-Vermeidungs-Verhalten beim Patienten („Fear-avoidance-Belief“).

Das „Fear-avoidance-Modell“ der Chronifizierung besagt, dass es aufgrund spezifischer kognitiver Überzeugungen über den Zusammenhang von Belastung und Rückenschmerzen zu einem anhaltenden

Bewegungsvermeidungsverhalten kommt, das die Chronifizierung entscheidend beeinflusst (Pfingsten et al. 1997b, 387ff).

Durch ein andauerndes Schon- und Vermeidungsverhalten kommt es dann zu einer zunehmenden Dekonditionierung des Patienten auf physischer, psychischer und auch sozialer Ebene.

- b) Das Vorherrschen eines hohen subjektiven Beeinträchtigungsempfinden („disability“).

Im Mittelpunkt steht hier die Überzeugung des Patienten, im alltäglichen Leben mehr oder minder stark beeinträchtigt zu sein. Bleibt ein Patient bei der Überzeugung, stark behindert zu sein oder z.B. nie wieder sein Arbeit bewältigen zu können, wird dies ein weiterer Schritt zur Chronifizierung seiner Rückenschmerzen sein.

- Iatrogene Faktoren:

Langwierige Abklärungen und Behandlungen können Patienten mit harmlosen Beschwerden das Gefühl vermitteln, doch ein ernsthaftes Leiden zu haben und sie „kränker“ machen, statt zu ihrer Genesung beizutragen. Durch langes Zuwarten sowie durch Verordnungen von Ruhe, Schonung und Entlastung besteht die Gefahr, dass dadurch iatrogen eine Schwächung des muskuloskelettalen Stützapparates und eine Verminderung der lumbalen Beweglichkeit herbeigeführt werden. Das Fortschreiten eines komplexen Dekonditionierungssyndroms ist so vorprogrammiert.

- Kompensatorische Ausgleichszahlungen:

Durch derartige Zahlungen kann ein Rückenpatient in seiner Rolle als Kranker bestätigt werden. Krankenschreibung und Tagegeld oder die Aussicht auf Frührente können wie eine Belohnung wirken und den Rehabilitationsprozess behindern bzw. den Chronifizierungsprozess verstärken (Gatchel et al. 1995, 2706; Rainville et al. 1997, 2016; Mayer et al. 1998, 210).

Auf der Basis der vorliegenden internationalen Literatur kommt Keel 1990 zusammenfassend zu einer Übersicht von Faktoren und Aspekten (Tab. 1), die alle einen ungünstigen Einfluss auf den Verlauf von Rückenschmerzen aufweisen.

Tabelle 1: Faktoren mit ungünstigem Einfluss auf den Verlauf von Rückenschmerzen (Keel 1990).

<p>Ungünstiger Einfluss auf Verlauf / erhöhte Prävalenz:</p> <p>Arbeitssituation:</p> <ul style="list-style-type: none">- Schwere körperliche Arbeit, insbesondere Lastentragen, Bücken, Ziehen, Stoßen und andere belastende Positionen- Zwang lange zu sitzen (Fahrer), Vibrationsexposition- Unangenehm erlebte Arbeit oder Witterungseinflüsse- Monotone Arbeit- Unzufriedenheit mit Arbeitssituation, häufiger Stellenwechsel- Wenig qualifizierte Arbeit <p>Lebenssituation:</p> <ul style="list-style-type: none">- Geringe Intelligenz und Schulbildung- Niedrige Schicht- Ehescheidung <p>Persönliches Verhalten:</p> <ul style="list-style-type: none">- Schlechte allgemeine Kondition und schwache Rumpfmuskulatur- Starke Raucher- Neurotische Persönlichkeitszüge- Hilflos passives Verhalten <p>Medizinisches System:</p> <ul style="list-style-type: none">- Länger dauernde Krankschreibung oder Berentung- Passive Therapien- Empfehlungen zur Schonung- Mangelhafte Information des Patienten über Natur des Leidens
--

1.3.2 Annahmen über Ursachen und Verlauf des Chronifizierungsprozesses

Die interdisziplinäre Schmerzforschung hat bisher noch keine geschlossene Theorie über die Entstehung chronischer Schmerzen formulieren können. In der Literatur werden unterschiedliche Annahmen über den Verlauf des Chronifizierungsprozesses diskutiert.

- i. Das biomechanische Modell des chronischen Schmerzes postuliert einen Zusammenhang zwischen Körperhaltung, muskulärer Aktivität und intervertebralem Druck (Dolce & Raczynski 1985, 502). Nach diesem Modell ist chronischer Rückenschmerz das Ergebnis eines paraspinalen Aktivitätsmusters, das im wesentlichen durch falsche Haltungsgewohnheiten hervorgerufen wird. Es wird angenommen, dass insuffiziente muskuläre

Aktivität die Wirbelsäule belastet und dass dadurch Instabilitäten entstehen. Diese Instabilitäten erhöhen die Wahrscheinlichkeit für Entzündungen der Nervenendigungen aber auch die Wahrscheinlichkeit für erhöhte Druckverhältnisse auf die Bandscheiben, was in der Folge Schmerzen verursachen kann.

- ii. Empirische Unterstützung erfuhr dieses Modell bereits in den früheren Studien von Nachemson und Mitarbeitern (Andersson et al.1977, 156; Schultz et al. 1982, 713). Diese Autoren konnten zeigen, dass sowohl der intradiskale Druck als auch die Aktivität der paraspinalen Muskulatur von der Haltungsposition der Wirbelsäule unmittelbar beeinflusst wurden.
- iii. Das Diathese – Stress – Modell (Flor & Birbaumer 1994, 171) kann als psychophysiologisches Konzept für die Erklärung von Rückenschmerzen betrachtet werden. Während das biomechanische Modell physikalische und biomechanische Stressoren für die Chronifizierung des Schmerzes verantwortlich macht, stehen beim Diathese – Stress – Modell mehr psychophysiologische Faktoren im Vordergrund. Nach dieser Hypothese weisen bestimmte Personen eine Prädisposition (Diathese) dahingehend auf, auf psychosoziale Stressoren mit einer muskulären Anspannung zu reagieren. Halten diese Stressbedingungen über längere Zeiträume an, kann diese pathologisch gesteigerte muskuläre Aktivität vermehrte Ausschüttungen schmerzprovozierender Substanzen auslösen. Die wiederum aktivieren Nozizeptoren und können schließlich anhaltende Schmerzen bewirken.
- iv. Das Behaviorale - Modell (Fordyce 1976, 120) beinhaltet verhaltenstherapeutische und lernpsychologische Erklärungsansätze. Bei diesem Modell spielt die operante Konditionierung von Schmerz- und Schonverhalten eine bedeutsame Rolle. Dies lässt sich an einem Beispiel verdeutlichen. Ein Rückenschmerzpatient macht irgendwann die Erfahrung, dass Schmerzäußerungen mit positiven Konsequenzen verbunden sind, z.B. erhöhter Aufmerksamkeit durch einen besorgten Ehepartner, verbesserte Stimmung durch Medikamente oder Vermeidung unangenehmer sozialer, familiärer oder beruflicher Verantwortung. Es entsteht ein Lernprozess, und auf diese Weise kann sein Schmerzverhalten immer mehr gefestigt werden, während das gesunde Verhalten immer mehr abgebaut wird. Dieser Prozess

kann schließlich in einen andauernden Zustand von Schmerzen, Angst und Depressionen einmünden.

- v. Das kognitive Modell (Turk & Rudy 1988, 222) unterstreicht die Bedeutung der Informationsverarbeitung für das Schmerzerleben. Schmerz wird als ein Wahrnehmungsphänomen betrachtet und damit als das Ergebnis einer Interpretation sowohl sensorischer als auch psychologischer Stimuli. Wird der Schmerz z.B. als die Katastrophe angesehen, die die ganze Lebensplanung beeinträchtigt, führt das zu negativen emotionalen Reaktionen, die wiederum die Katastrophengedanken verstärken.

2. Empirische Erhebung

2.1 Das Therapiekonzept

Bei der Frage danach, wie ein modernes ganzheitliches Therapiekonzept konfiguriert sein sollte, das dazu in der Lage ist, die Rekonditionierung von Patienten mit chronischen Rückenschmerzen zu bewirken, haben wir uns sowohl vom aktuellen Stand der Forschung über chronische Schmerzsyndrome, als auch von den bemerkenswert wirksamen amerikanischen Maßnahmenprogrammen sowie von dem Göttinger-Rücken-Intensiv-Programm (Hildebrandt et al. 1996 , 190) leiten lassen.

Die Ergebnisse der internationalen Studien und die positiven Erfahrungen mit dem Göttinger Programm legen es nahe, das multimodale Work Hardening-Programm in der stationären medizinischen Rehabilitation der Rentenversicherung durch eine randomisierte kontrollierte Studie zu evaluieren. Nur so lässt sich absichern, ob das Work Hardening-Programm der derzeit üblichen Rehabilitationsbehandlung bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen überlegen ist.

2.1.1 „Work Hardening“ - Charakteristik des Behandlungskonzeptes

Im Zuge lang dauernder Chronifizierung der Rückenschmerzen entwickelt sich häufig ein gefestigtes Krankheitsbild, das auf unterschiedlichen Ebenen seine Ausprägung zeigt. Deshalb sollten hier multimodale Therapieansätze als Methode der Wahl angesehen werden. Multimodale Behandlungsansätze, welche orthopädische, sportmedizinische, physiotherapeutische, psychologische, soziotherapeutische und trainingswissenschaftlichen Methoden integrieren, haben sich bisher effektiver als monokausale Verfahren erwiesen.

Basis eines solchen Therapieansatzes ist ein bio-psycho-soziales Modell von Krankheit und Behinderung, das Gesundheit und Krankheit als Ineinandergreifen physiologischer, psychologischer und sozialer Vorgänge - und nicht wie im naturwissenschaftlich-medizinischen Krankheitsmodell - als Folge somatisch fassbarer Ursachen beschreibt.

Mehrere Untersuchungen der letzten Jahre haben die Wirksamkeit multimodaler Work Hardening - Programme bei unspezifischen chronischen Rückenschmerzen (Chronic Low Back Pain) nachweisen können. Diese Programme, die auch durch Begriffe wie „reconditioning“ oder „functional restoration“ charakterisiert werden, basieren in erster Linie auf intensiven, körperlich aktivierenden Trainingsmaßnahmen sowie auf psychotherapeutischen Interventionen und Patientenschulung. Passive Maßnahmen, wie z.B. balneophysikalische Behandlungen oder Massagen kommen hier nicht zur Anwendung.

Selbst bei Patienten mit längerer Arbeitsunfähigkeit wegen Rückenschmerzen – und damit ungünstiger Prognose – ließen sich mit derartigen Programmen deutliche Effekte erzielen.

Multimodale Behandlungskonzepte basieren einerseits auf Erkenntnissen der physikalischen Medizin, insbesondere der Sportmedizin, andererseits auf Methoden der Verhaltensmedizin. Man geht davon aus, dass die traditionellen, mehr auf passive Maßnahmen wie Ruhe, Schonung, physikalische Anwendungen und passive Physiotherapie ausgerichteten Behandlungskonzepte durch eine Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit („deconditioning“) die Entwicklung von chronischen invalidisierenden Rückenschmerzen begünstigen. Ein aktives Trainingsprogramm soll dieser Tendenz entgegenwirken. Ebenso mehrt sich die Erkenntnis, dass die Gründe, warum Rückenschmerzen zu einem chronischen Leiden werden können, mehrheitlich nicht beim Rücken selbst liegen, sondern dass psychosoziale und auch sozioökonomische Faktoren bei ungünstigen Verläufen eine entscheidende Rolle spielen.

Das wichtigste Modell für neuere multimodale Behandlungsprogramme, die sich in den USA und Skandinavien in den letzten Jahren rasch verbreiteten und die unter dem Begriff „functional restoration“ zusammengefasst werden, bilden die Arbeiten von Tom G. Mayer und Robert J. Gatchel aus dem „Productive Rehabilitation Institute of Dallas for Ergonomics“ (PRIDE). Dieser Ansatz zeichnet sich durch eine klare sportmedizinische Orientierung unter verhaltenstherapeutischen Prinzipien aus. Die Grundhypothese beinhaltet die Annahme, dass bei Rückenschmerzen biomechanische Dysfunktionen, physischer Konditionsabbau und psychosoziale Stressoren zur chronischen Behinderung führen. . In der 1987 veröffentlichten Publikation von Mayer et al. über die bis dato „neue“ Vorgehensweise konnten die Autoren anhand der Ergebnisse einer

kontrollierten und randomisierten Studie nachweisen, dass die Behandlungsgruppe in allen Erfolgskriterien signifikant besser abschnitt als die nicht behandelte Kontrollgruppe. Dies betraf vor allem die Rückkehr an den Arbeitsplatz („return-to-work“), ein übergeordnetes Ziel, auf das die gesamte Behandlung dezidiert abgestimmt war.

Im deutschen Sprachraum konnten Hildebrandt et al. (1996) mit ihrer Studie, die sich inhaltlich auf die Veröffentlichungen von Mayer und Gatchel stützt, eindrucksvoll die Wirksamkeit multimodaler Behandlungsprogramme für chronische Rückenschmerzpatienten in der ambulanten Rehabilitation nachweisen.

In den letzten Jahren sind eine Vielzahl von Erfahrungsberichten und Wirksamkeitsstudien derartiger Programme veröffentlicht worden (Mayer et al. 1987; Hazard et al. 1989; Deardorff et al. 1991; Oland & Tveiten 1991; Edwards et al. 1992; Lindström et al. 1992; Alaranta et al. 1994; Burk et al. 1994; Hildebrandt et al. 1996; Keel et al. 1996b; Bendix et al. 1998; Hunter et al. 1998; Schöps et al. 2000). Die Ergebnisse jedoch sind unterschiedlich und nicht immer so positiv wie in den amerikanischen Studien, besonders hinsichtlich der Wiederaufnahme der Berufstätigkeit schneiden z.B. skandinavische Studien deutlich schlechter ab. Die Ursache für diese Diskrepanzen könnte in der erheblichen Unterschiedlichkeit der sozialen und gesundheitspolitischen Bedingungen der verschiedenen Länder liegen (Pfungsten 1998b, 188 und 198).

2.1.2 „Functional Restoration“ als Grundkonzept

Allen multimodalen Behandlungsprogrammen, die bei chronischen Rückenschmerzpatienten erfolgreich Anwendung finden, liegt das Grundkonzept der „functional restoration“ zugrunde. Primäres Ziel ist hierbei die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit der Patienten auf der körperlichen, psychischen und sozialen Ebene und nicht die Schmerzreduktion oder Schmerzfreiheit. Teasell & Harth (1996, 844) charakterisieren den „functional restoration“ Ansatz folgendermaßen: „...where the focus is no longer on diagnosis or treatment but on promoting and maximizing functional abilities in the face of ongoing pain and other symptoms.“

Ausgehend von der Beobachtung, dass Patienten mit Rückenschmerzen neben einem ausgeprägten Schon- und Vermeidungsverhalten oftmals eine deutliche körperliche Dekonditionierung in Form von Muskelschwächen, Koordinationsstörungen, Ausdauerdefiziten und Einschränkungen der Beweglichkeit zeigen (Mayer et al. 1987, 1763; Reid et al. 1991, 71; Denner 1998a, 3; Denner 1998b, 149), werden, wie bereits oben erwähnt, seit einigen Jahren in den angloamerikanischen und skandinavischen Ländern multimodale Programme zur Behandlung von Rückenschmerzen durchgeführt. Diesen Konzepten liegt die Annahme zugrunde, dass die Chronifizierung von Rückenschmerzen auf einen physischen und psychischen Dekonditionierungsprozess zurückzuführen ist, der schließlich, insbesondere durch psychosoziale Faktoren, zur Invalidisierung führt. Aus diesen Überlegungen leitet sich das therapeutische Gesamtkonzept „functional restoration“ mit dem Ziel der Wiederherstellung der körperlichen, psychischen und sozialen Funktionsfähigkeit und dem Ziel der Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit ab. Beim „functional restoration“ – Ansatz handelt es sich um ein zeit- und kostenintensives Vorgehen, das jedoch für eine chronifizierte Patientengruppe, insbesondere in bezug auf die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit, eine – auch im internationalen Vergleich gesehen – sehr effektive Maßnahme darstellt. Die Kosteneinsparungen im Bereich Arbeitsunfähigkeit und weiterer medizinischer Behandlungen wiegen laut Hildebrandt (1998, 216ff) dabei das kostenintensive Vorgehen vermutlich bei weitem auf.

2.1.3 Das Behandlungsteam

Für den Erfolg eines multimodalen Work Hardening - Programms ist in hohem Maße die Qualität wie auch die Zusammensetzung des therapeutischen Teams von Bedeutung.

Besonders im Falle chronifizierter Rückenschmerzen sollte schon zu einem möglichst frühen Zeitpunkt die Entscheidung für ein multimodales und multidisziplinäres Vorgehen getroffen werden.

In einer neueren Publikation von Turk und Okifuji (1998, 185) konnte gezeigt werden, dass eine umfassende multidisziplinäre Therapie zu anhaltenden

Verbesserungen des Therapieerfolges im Vergleich mit einer ausschließlich monodisziplinären Behandlung führt. Multidisziplinäre Behandlung bedeutet gewöhnlich die Kooperation von mindestens vier unterschiedlichen Professionen: Arzt, Sporttherapeut (Physiotherapeut), Ergotherapeut und Psychologe (s.Tab. 2). Auch im Rahmen unseres Work Hardening - Behandlungsprogramms legten wir größten Wert auf ein multidisziplinär zusammengesetztes Team aus Ärzten, Psychologen, Ergotherapeuten und Sporttherapeuten bzw. Trainingswissenschaftler.

Tabelle 2: Rollenverteilung innerhalb des multidisziplinären Teams (in Anlehnung an Basler 1998, 70).

Therapeut	Aufgaben
Arzt	<ul style="list-style-type: none"> - Anamnese - Untersuchung relevanter physiologischer und pathologischer Bedingungen - Medizinische Diagnose - Information über Behandlungsprogramm
Sporttherapeut / Trainingswissenschaftler	<ul style="list-style-type: none"> - Anleitung zur körperlichen Konditionierung - Übungsanleitung - Patienteninformation: Funktion des Skeletts und der Muskulatur (body mechanics) - Funktions- und Leistungsdiagnostik
Ergotherapeut	<ul style="list-style-type: none"> - Körperhaltung und Bewegung am Arbeitsplatz und in der Freizeit - Training von Arbeitsabläufen - Vermittlung zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer - Arbeitsergonomie
Psychologe	<ul style="list-style-type: none"> - Psychologische Untersuchung und Diagnose - Patienteninformation:biopsychosoz. Schmerzmodell - Vermittlung von Techniken zur Schmerzbewältigung - Beeinflussung exzessiven Schmerzverhaltens - Durchführung der Entspannungstherapie

Das multidisziplinär ausgerichtete Behandlungsteam sollte untereinander möglichst optimal kommunizieren und kooperieren. Auch der gegenseitige Respekt im Team ist eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie. Jeder sollte vom Tun und Handeln des Kollegen überzeugt sein, so dass der Patient spürt, „alle ziehen am gleichen Strick“. Schließlich sollte das

Behandlungsteam eine Allianz mit den Patienten aufbauen, um Motivation und Befolgung des Behandlungsplans zu unterstützen.

Auch im Rahmen unseres Projektes hatte der Aspekt der Kommunikation und Kooperation einen äußerst hohen Stellenwert, wenngleich es nicht immer leicht war und besonders anfangs viel Disziplin, Motivation und Engagement erforderte. In diesem Zusammenhang steht die Aussage von M. Pflingsten: „Das wichtigste Element der Behandlung besteht für mich darin, dass ALLE Therapeuten hinter dem Konzept der „functional restoration“ stehen und dies gegenüber den Patienten immer wieder gemeinsam verdeutlichen. Dies verlangt ein tägliches enges Miteinander des therapeutischen Teams, mindestens wöchentlich 1–2 stündige Teamsitzungen, tägliches Feedback. Dies ist nur möglich, wenn das Behandlungsteam für einen längeren Zeitraum eng zusammenarbeitet. Es ist falsch, davon auszugehen, dass es alleine ausreicht, Behandlungselemente zusammenzustellen. Die Person, die dieses Konzept vertritt, steht im Vordergrund. Je länger das Team kooperiert, desto einfacher ist das Konzept durchzusetzen. Für den ‚normalen‘ Rückenschmerzpatienten bedeutet das Konzept der ‚functional restoration‘ ein völliges Umdenken, was zum Teil mit erheblichen Widerständen behaftet ist“ (persönliche Mitteilung, 1998).

2.1.4 Das Dekonditionierungssyndrom

Aufgrund mehrerer Untersuchungen (Hinrichs 1987, 3; Reid et al. 1991, 68; Scheer et al. 1997, 414; Denner 1998a, 11) kann es als weitestgehend sicher gelten, dass es im Verlauf einer Rückenschmerzkrankung zu einer Minderung der Rumpfmuskelkraft kommt. Je länger dieser Prozess dauert, desto mehr reduziert sich dabei die Muskelkraft. Diese Reduktion der Muskelkraft im Verlauf einer Rückenschmerzepisode wurde von T. Mayer und R. Gatchel als „Dekonditionierungssyndrom“ bezeichnet (Mayer & Gatchel 1991). Sie beschrieben einen *circulus vitiosus* (Abbildung 3), bei dem der Schmerz in der Regel am Ausgangspunkt steht. Die Reaktionen auf den Schmerz in Form von Schonung und Ruhe bewirken eine Minderung der Belastungen des täglichen Lebens und eine Entlastung schmerzhafter Strukturen wie z.B. instabile Bewegungssegmente. Was aber dadurch auch geschieht, ist eine erhebliche Schwächung der aktiven

Teile des Bewegungsapparates, wie etwa die Muskulatur. Dies führt dann bei überlanger Schonung zu einer Leistungsminderung, die die Diskrepanz zwischen der aktuellen Belastbarkeit und den Anforderungen des täglichen Lebens verstärkt und schmerzsteigernd wirken kann.

Die Dekonditionierung kann jedoch nicht ausschließlich als körperliches Phänomen gesehen werden, sondern vor allem auch als psychosoziales Geschehen. So können Angst vor Aktivität, Angst vor Schmerz oder Verschlimmerung der Beschwerden oder mangelndes Zutrauen in die eigenen Leistungsfähigkeit erheblich den Dekonditionierungsprozeß beeinflussen. In einem fortgeschrittenen Stadium der Dekonditionierung kann es soweit kommen, dass, egal aus welchem Grund, der Patient verlernt, Aktivität zu tolerieren, man spricht dann von „Aktivitäts-Intoleranz“. Der Patient erlebt die Aktivitätseinschränkung im täglichen Leben als wesentlichen Bestandteil und Indikator seiner fortschreitenden Krankheit. Das kann eine Verkürzung der Gehstrecke sein, Schmerzen nach längerem Stehen oder Schmerzen nach längeren Anstrengungen in der Arbeit. Häufig befindet sich der Patient in einer „Falle“, da ihm der Weg in die Aktivität verschlossen oder erschwert ist, die ihrerseits ein hilfreiches Mittel aus dem Schmerzproblem heraus sein könnte. Es ist eine der zentralen Aufgaben einer funktionell orientierten Therapie, dem Patienten aus diesem Problem herauszuhelfen (Fordyce 1976, 168ff).

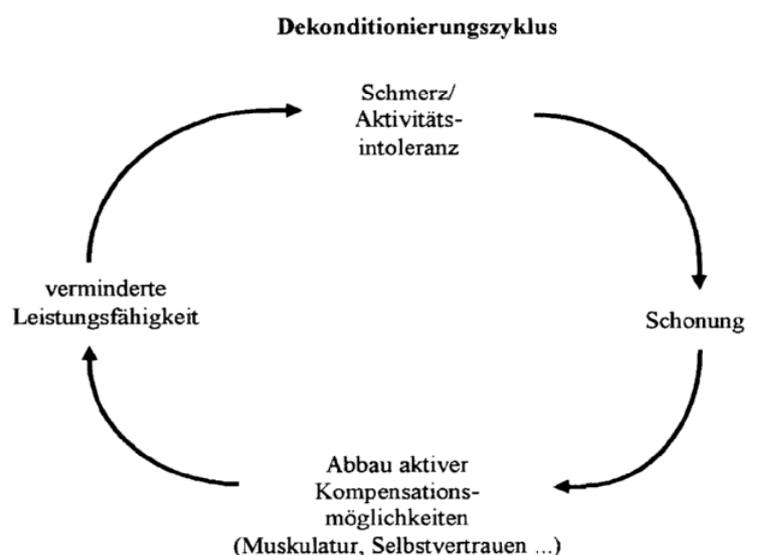


Abbildung 3: Dekonditionierungszyklus (Müller 1998, 119).

2.1.5 Schmerzkontingente Therapie vs. leistungskontingente Therapie

Verschiedene Autoren haben auf die Notwendigkeit einer leistungskontingenten Therapie hingewiesen. Diese sei bei chronischen Patienten einer schmerzkontingenten Behandlung überlegen (Lindström et al. 1992, 641; Müller 1998, 120f).

Bei einer schmerzkontingenten Therapie trainiert der Patient solange, bis er Schmerzen bekommt. Seine Schmerzäußerung ist dann das Signal, das Training zu beenden. Das bedeutet, dass letztlich der Patient die Behandlung bzw. das Training steuert, sein Steuerungsmittel ist die Schmerzäußerung. Gelegentlich wird der Patient für diese Schmerzäußerung sogar belohnt, indem er mit den - für ihn oft anstrengenden - Übungen aufhören darf und dafür Ruhe oder eine Massage erhält. Auf diese Weise kann die Interaktion zwischen Behandler und Patient die Dekonditionierung fördern.

Leistungskontingente Therapie beim chronischen Schmerzpatienten bedeutet, dass der Patient analog zu Trainingsplänen von Leistungssportlern nach einer Basisdiagnostik einen festen Plan erhält, nach dem er seine Trainingsintensität, bzw. seinen Trainingsumfang beibehalten oder steigern soll. Er trainiert also „nach Quote“ (Müller 1998, 120).

Das gesamte Kraft- und Ausdauertraining bei chronifizierten Rückenschmerzpatienten sollte daher nicht nach einem „working-to-tolerance-plan“ durchgeführt werden, in dem der Patient seine Übungen nach auftretenden Schmerzen ausrichtet, sondern Ziel sollte viel mehr die Anwendung eines individuellen, sogenannten „working-to-quota-plan“ sein. Hintergrund dieses Vorgehens sind verhaltenstherapeutische Überlegungen zum sogenannten „Verstärkungscharakter“ des Schmerzverhaltens. Demnach ist es sinnvoll, Schmerz nicht als diskriminierenden Stimulus (z.B. für die Beendigung einer Übung) einzusetzen, sondern sich an anderen, externen Kriterien zu orientieren (z.B. einer Quote, Wiederholungszahl oder der Zeit). Bei chronifizierten Patienten bedarf es einer externen Steuerung der Therapie. Eine leistungsorientiertes Training „nach Quote“ ist einem schmerzorientierten funktionellen Training bei Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen überlegen!

Voraussetzung für ein Training „nach Quote“ ist jedoch immer eine angemessene Funktionsdiagnostik, bei der die Leistungsfähigkeit des Patienten am besten in mehreren Schritten erfasst und diagnostiziert wird. Dann wird eine realistische, nach trainingswissenschaftlichen Erkenntnissen ausgewählte Leistung als Ausgangspunkt gesetzt, auf die dann kontinuierlich und individuell aufgebaut werden kann. Der Therapeut steuert so den Trainingsfortschritt.

2.2 Studiendesign

2.2.1 Studienprojekt B1 im Rehabilitationswissenschaftlichen Forschungsverbund Bayern (RFB)

Im Rahmen des Förderschwerpunktes Rehabilitationsforschung, der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Deutschen Rentenversicherung (VDR) initiiert wurde, läuft seit November 1998 an der Rheumaklinik der LVA Oberbayern in Bad Füssing ein auf insgesamt 3 Jahre angelegtes Studienprojekt unter der Federführung von Chefarzt Prof. Dr. med. W.F. Beyer. Das Studienprojekt ist im Rehabilitationswissenschaftlichen Forschungsverbund Bayern (RFB) als Projekt B1 assoziiert.

Der Titel des Studienprojektes lautet:

„Evaluation des Work Hardening bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen.“

Es handelt sich bei diesem Studienprojekt um eine randomisierte, kontrollierte Interventionsstudie mit einem 3-Monats- und 12-Monats-Follow-up mit insgesamt ca.120 Patienten, aufgeteilt in eine Interventionsgruppe (Work Hardening; n = 60) und eine Kontrollgruppe (Standardbehandlung; n = 60).

Die übergeordneten Fragestellungen des Projektes lauten wie folgt:

- i. Welche Rückkehrquoten ins Erwerbsleben und welche anderen Behandlungseffekte (Funktionszustand / Wohlbefinden, Wirbelsäulenbeweglichkeit usw.) werden bei Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen und Work Hardening im Vergleich zu Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen und Standardbehandlung im Follow-up nach 3 und 12 Monaten erzielt?

- ii. Welche chronischen Rückenschmerzenpatienten (in Abhängigkeit vom Rehabilitationszugang, Alter, Geschlecht, Behandlungsmotivation und -erwartungen etc.) profitieren vor allem vom Work Hardening?
- iii. Welche direkten (für Rehabilitationsbehandlung und nachfolgende Behandlungen) und indirekten Kosten (durch Frühberentungen, Arbeitsunfähigkeit etc.) entstehen durch das multimodale Behandlungskonzept im Vergleich zur Standardbehandlung im einjährigen Follow-up?
- iv. Wird das Work Hardening-Behandlungsprogramm von den Patienten mit chronischen Rückenschmerzen (gemessen an der Compliance, Behandlungszufriedenheit etc.) akzeptiert?
- v. Welche Barrieren (Organisation, Koordination etc.) für eine breite Umsetzung eines solchen Behandlungsprogramms bestehen aus der Sicht der Ärzte und Therapeuten der beteiligten Rehabilitationseinrichtung und der kooperierenden wissenschaftlichen Institute?

2.2.2 Fragestellung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit stand die Evaluation der körperlichen Funktions- und Leistungsfähigkeit im Vordergrund.

Ein wichtiger Punkt in der Beurteilung von Rückenbeschwerden ist die körperliche Leistungsfähigkeit. Die meisten Patienten mit chronischen Rückenschmerzen haben sich in der Regel schon seit mehreren Jahren nicht mehr adäquat körperlich belastet. Wie bereits erwähnt, verursacht dies nicht selten eine deutliches Dekonditionierungssyndrom bei den entsprechenden Patienten. Muskelkraft und Muskelfunktion sind herabgesetzt und auch das Gleichgewicht verschiedener Muskelgruppen ist häufig gestört. In diesem Zusammenhang spricht man dann von muskulären Dysbalancen. Auch die allgemeine Ausdauerfähigkeit, die Flexibilität (Dehnfähigkeit und Gelenkigkeit) und die koordinativen Fähigkeiten sind bei diesen Patienten defizitär.

Ein wichtiges Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb festzustellen, inwieweit sich die körperliche Leistungsfähigkeit im Laufe eines vierwöchigen Rehaaufenthalts veränderte, bei Patienten, die ein Work- Hardening-Programm (Interventionsgruppe) durchliefen, beziehungsweise bei Patienten, die ein

Standard-Rehabilitationsprogramm (Kontrollgruppe) durchliefen und ob ein Behandlungsprogramm den anderen überlegen war.

Als weiterer Aspekt stellt sich außerdem die Frage, inwiefern sich die Schmerzsituation der Patienten nach Durchlaufen der Behandlungsprogramme darstellt.

2.2.3 Studienteilnehmer

Über folgende Population sollten im Rahmen der Studie Aussagen getroffen werden:

Männliche und weibliche Versicherte der bayerischen LVA`en (Höchstalter 57 Jahre) mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen, die sowohl nach § 51 (SGB V) als auch über das normale Antragsverfahren an stationären Rehabilitationsmaßnahmen teilnehmen.

Bei der Auswahl der Studienpatienten kamen folgende Ein- und Ausschlusskriterien zur Anwendung.

2.2.3.1 Einschlusskriterien

Tabelle 3: Einschlusskriterien

<ul style="list-style-type: none">• Weibliche und männliche Versicherte der bayerischen LVA `en mit Rehazugang über § 51(SGB V) oder normales Antragsverfahren
<ul style="list-style-type: none">• Dauer des Rückenschmerzes mindestens 6 Monate
<ul style="list-style-type: none">• Dauer der Arbeitsunfähigkeit mindestens 3 Monate, aufgrund von Rückenschmerzen
<ul style="list-style-type: none">• Alter: 18 – 57 Jahre
<ul style="list-style-type: none">• Ausreichende Deutschkenntnisse (Fragebögen müssen gelesen, verstanden und ausgefüllt werden können!)
<ul style="list-style-type: none">• Schriftliche Zustimmung des Patienten zur Teilnahme an der Studie

2.2.3.2 Ausschlusskriterien

Tabelle 4: Ausschlusskriterien

<ul style="list-style-type: none">• Rückenschmerzen spezifischer Genese
<ul style="list-style-type: none">• Indikation für ein operatives Vorgehen (z.B. radikuläre Defizite, Spondylolysen, Spondylolisthesis)
<ul style="list-style-type: none">• Akute entzündliche Erkrankungen des muskuloskelettalen System
<ul style="list-style-type: none">• Fibromyalgiesyndrom
<ul style="list-style-type: none">• Unzureichende kardiopulmonale bzw. kardiovaskuläre Belastbarkeit <p><i>(Absolute Kontraindikationen:</i> <i>-Herzinfarkt, starke Ruhestenokardie</i> <i>-Schwere Herzinsuffizienz</i> <i>-Schwere Rhythmus- und Überleitungsstörungen</i> <i>-Schwere Aortenstenose</i> <i>-aktive Thrombophlebitis</i> <i>-Maligne Hypertonie</i> <i>-Myocarditis, Endocarditis, Pericarditis</i> <i>-Großes Aneurysma des Herzens bzw. der großen Gefäße</i> <i>-Schwere Belastungskoronarinsuffizien</i> <i>-Schweres Asthma bronchiale)</i></p> <p>Hinweis: Der Patient muss in der Lage sein, ein aerobes Ausdauertraining durchzuführen</p>
<ul style="list-style-type: none">• Akute Beeinträchtigung der Extremitäten (z.B.: Schulter-Impingement, Schwere arthrotische Veränderungen mit Bewegungseinschränkungen, ...)
<ul style="list-style-type: none">• Schwangerschaft
<ul style="list-style-type: none">• Psychosen / Schwere Depression / Einnahme von Neuroleptika
<ul style="list-style-type: none">• Oligophrenie
<ul style="list-style-type: none">• Alkohol- und Drogenabusus

2.2.4 Patientenrekrutierung

Nach regelmäßiger Durchsicht aller Akten der Patienten, die für einen Rehabilitationsaufenthalt an unserer Klinik vorgesehen waren, wurde bereits eine Vorauswahl getroffen. Alle eligibel erscheinenden Patienten, also Patienten, die nach Aktenlage vorgegebene Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten, wurden

vorweg angeschrieben und zu einem gegebenen Anreisetermin einberufen. Am Tag der Anreise wurden diese Patienten vom Stationsarzt aufgenommen. Der Stationsarzt entschied, ob alle Aufnahmekriterien für die Studie erfüllt sind und ob der Patient aus medizinischer Sicht teilnehmen konnte. Die so ausgewählten Patienten wurden dann im Rahmen eines Aufklärungsgespräches über den genauen Verlauf der Studie informiert. Nach diesem Aufklärungsgespräch mussten sich dann die Patienten entscheiden, ob sie an der Studie teilnehmen werden oder nicht.

Seit dem 28.07.99 wurden für bisher 25 Anreisetermine (alle 3 Wochen) insgesamt 334 potentielle Patienten angeschrieben und einberufen; (Anschreiben: Anhang S.). Von diesen Patienten nahmen genau 126 Patienten an der Studie teil. Die restlichen 208 angeschriebenen Patienten wollten, bzw. konnten aus folgenden Gründen (Tabelle 4) nicht an der Studie teilnehmen:

Tabelle 5: Gründe für eine Nichtteilnahme an der Studie

Patientenanzahl:	Gründe für eine Nichtteilnahme:
77	Medizinische Kontraindikation / Multimorbidität (z.B. akute Schulterproblematik, massive Gon-, oder Coxarthrose, akute Lumbago, etc.).
59	Nichtteilnahme nach Aufklärung über Studie und Behandlungsprogramm.
36	Nichtteilnahme wegen Ablehnung der notwendigen einwöchigen Verlängerung.
12	Nichtteilnahme wegen zu später Anreise.
11	Mangelnde Deutschkenntnisse.
10	Nichtberücksichtigung weil die Gruppe schon voll war (Gruppengröße höchstens 6 Patienten).
3	Keine Gruppe zustande gekommen (Gruppengröße mindestens 3 Patienten).

Eine genaue Beschreibung und Charakteristik der gesamten Stichprobe erfolgt unter Punkt 2.3 ab Seite 77.

Hinsichtlich der hohen „Ausfallzahlen“ und der Problematik eligible Patienten zu finden schienen folgende Überlegungen relevant:

- Die gezielte Zuweisung von Patienten mit vorliegenden Ein- und Ausschlusskriterien durch die Kostenträger war in praxi kaum umsetzbar. Die Bemühungen und Gespräche mit verantwortlichen Sozialmedizinern der LVA Oberbayern und Niederbayern / Oberpfalz brachten nicht den gewünschten Erfolg. Darüber hinaus trug die oftmals große Latenz zwischen der Antragsstellung einer Reha, der Bewilligung durch den Kostenträger mit Zusendung des Gutachterheftes und der Einberufung in die Klinik zu Veränderungen im Krankheitsbild bei; medizinische Kontraindikationen stellen sich ein. Zudem zeigte sich, dass Patienten, die ausschließlich unter chronischen unspezifischen Rückenschmerzen leiden, kaum noch eine stationäre Rehabilitationsbehandlung erhalten.
- Ein weiterer Grund, der überraschte, war die häufig mangelnde Bereitschaft der Patienten, ihren Aufenthalt um eine vierte Woche verlängern zu lassen, wie dies für die Teilnahme an der Studie erforderlich war. Die Beweggründe waren hier sehr unterschiedlich. Oftmals wurde die Angst um den Arbeitsplatz, bereits im Vorfeld der Rehabilitation geäußerte Repressionen von Seiten der Vorgesetzten und Kollegen als Motivation genannt, diese Verlängerung nicht anzunehmen. Darüber hinaus spielten aber auch private und familiäre Gründe eine wichtige Rolle.
- Für die „nicht begründeten“ Verweigerungen zur Teilnahme an der Studie nahmen die Erwartungen der Patienten an die Rehabilitation eine wichtige Rolle ein. Diese Erwartungen divergierten noch immer sehr von den Vorstellungen der Kostenträger sowie der behandelnden Rehabilitationsärzte. Bei zahlreichen Patienten, die eine Teilnahme an der Studie ablehnten, schien auch der meist nicht direkt ausgesprochene Wunsch nach mehr passiv ausgerichteten, auf Erholung hinzielenden Therapiemaßnahmen vorzuliegen. Es bestand offenbar nach wie vor bei vielen Rehabilitanden die Vorstellung, die Rehabilitationsbehandlung sei eine Art „Belohnung“ für besonders anstrengende Arbeit, die nicht selbst zur „Arbeit“ werden darf. Dies bestätigt die allgemein übliche Erfahrung, dass die Trennschärfe zwischen Kur und Rehabilitation auch bei der Bevölkerung noch nicht ausreichend ist.

2.2.5 Randomisierung

„Unter Randomisierung versteht man die zufällige Zuordnung der Untersuchungsteilnehmer zu den Untersuchungsbedingungen“ (Bortz 1999, 9). Die Randomisierung wurde durchgeführt, um möglichst sicherzustellen, dass sich Störgrößen, die man noch nicht kennt, nicht in einseitiger Weise auf eine der beiden Untersuchungsgruppen auswirken und damit zu systematischen Fehlern führen. Unter der Bedingung der Zufallszuteilung kann man nämlich annehmen, dass sich diese Störgrößen auch zufällig auf beide Untersuchungsgruppen verteilen und sich dadurch gegenseitig aufheben.

Die Randomisierung bei unserem Studienprojekte wurde nicht in der Klinik selbst vorgenommen, sondern erfolgte über den Rehabilitationswissenschaftlichen Forschungsverbund Bayern in Würzburg. Diese externe Randomisierung wurde in unserem Fall als Cluster-Randomisierung durchgeführt, das heißt konkret, alle in Frage kommenden Patienten wurden alle drei Wochen geschlossen zu einer der beiden Behandlungsgruppen zufällig zugewiesen.

Tabelle 6 zeigt die zeitliche Verteilung von Interventionsgruppen und Kontrollgruppen mit Anreisedatum:

Tabelle 6: Zeitliche Verteilung von Interventionsgruppen und Kontrollgruppen mit Anreisedatum.

Kontrollgruppe	Interventions- gruppe
	28.07.99
08.09.99	
29.09.99	
	20.10.99
10.11.99	
	12.01.00
	02.02.00
23.02.00	
15.03.00	
	03.05.00
24.05.00	
	14.06.00

Kontrollgruppe	Interventions- gruppe
	05.07.00
	26.07.00
16.08.00	
13.09.00	
	04.10.00
25.10.00	
15.11.00	
10.01.01	
	31.01.01
21.02.01	
	14.03.01
	25.04.01

2.2.6 Beschreibung der Behandlungsprogramme

In der Studie wurde ein multimodales Work Hardening - Behandlungsprogramm der orthopädischen Standardbehandlung bei chronischen Rückenschmerz- zuständen gegenübergestellt. Tabellen 7 und 8 geben einen Überblick über die Behandlungsmodalitäten. Die Standardbehandlung basierte auf der üblichen, traditionell durchgeführten Behandlung und umfasste, wie auch das Interventionsprogramm, eine Behandlungsdauer von insgesamt 4 Wochen (einschließlich 4 „Testtage“ sowie An- und Abreisetag). Das Interventionsprogramm „Work Hardening“ unterschied sich sowohl in den Bausteinen (aktive Therapie und psychologische Behandlung) als auch in Intensität und Inhalt deutlich von der Standardbehandlung.

Tabelle 7: Zusammensetzung des Interventionsprogramms.

Multimodales Behandlungsprogramm („Work Hardening“) (4 Wochen à 5 Tage)	
Einheiten u. Zeit/Woche	Maßnahmen
5 à 30 Min.	Aufwärmtraining (Morgengymnastik)
5 à 60 Min.	Hebe- und Arbeitstraining
5 à 90 Min.	Psychologische Gruppentherapie
5 à 30 Min.	Entspannungstraining
5 à 150 Min.	Muskelfunktionsverbesserung
5 à 60 Min.	Ausdauertraining
Therapiedauer: 35 Stunden pro Woche	

Tabelle 8: Zusammensetzung des Standardprogramms.

Standardbehandlung (Kontrollgruppe) (4 Wochen à 5 Tage)	
Einheiten u. Zeit/Woche	Maßnahmen
3 à 30 Min.	Krankengymnastische Einzelbehandlung
2 à 20 Min.	Massagen*
3 à 20 Min.	Wärmeanwendung mit Peloiden*
5 à 30 Min.	Bewegungsbäder in der Gruppe
5 à 20 Min.	Elektrotherapieanwendungen*
5 à 60 Min.	Medizinische Trainingstherapie
5 à 60 Min.	Rückenschulskonzept
2 à 30 Min.	Arztvorträge
5 à 30 Min.	Wirbelsäulengymnastik in der Gruppe
6 à 15 Min.	Kneipp-Anwendung*
	(* + 30 min. Nachruhe)
Therapiedauer: ca. 30 Stunden pro Woche (inkl. Nachruhezeiten)	

2.2.6.1. Therapieinhalte des Work Hardening

2.2.6.1.1 Therapieplan Work Hardening

Tabelle 9: Therapiewochenplan Work Hardening

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
7 Uhr	Morgengymnastik 7.00 Uhr - 7.30 Uhr	Morgengymnastik 7.00 Uhr - 7.30 Uhr	Morgengymnastik 7.00 Uhr - 7.30 Uhr	Morgengymnastik 7.00 Uhr - 7.30 Uhr	Morgengymnastik 7.00 Uhr - 7.30 Uhr
Frühstück					
8.00	Hebe-/Arbeitstraining 8.00 Uhr - 9.00 Uhr				
9.00	Psychologie 9.00 Uhr - 10.30 Uhr				
10.30	Entspannung 10.30 Uhr - 11.00 Uhr				
11.00	Mediz. Trainigsther. 11.00 - 12.00 Uhr				
Mittags - pause					
13.00	Mediz. Trainigsther. 13.00 - 14.30 Uhr				
15.00	Ausdauer Rad 15.00 Uhr - 16.30 Uhr	Schwimmen 15.00 Uhr - 16.00 Uhr	Ausdauer Rad 15.00 Uhr - 16.30 Uhr	Walking 15.00 Uhr - 16.00 Uhr	

2.2.6.1.2 Aufwärmprogramm - Morgengymnastik

(5 x 30 min. pro Woche, jeweils von 7.00 Uhr – 7.30 Uhr)

Im Rahmen des multimodalen Work Hardening - Programms erfolgte das „Aufwärmen“ immer zu Beginn des Tages, jeweils 30 Minuten von 7.00 Uhr bis 7.30 Uhr, mit einer Morgengymnastik in der Gruppe.

Ziel dieses Aufwärmprogramms am Morgen war nicht nur ein individuelles Erwärmen bestimmter Körperregionen, sondern vielmehr eine psycho-physische Einstimmung auf den Tag, bei der ein freudbetontes und auf Erlebnisorientierung ausgerichtetes Vorgehen im Vordergrund stand.

Folgende Elemente und Inhalte kamen dabei zur Anwendung:

- Aktive, passive, dynamische und statische Übungen zur Dehnung der Muskulatur und Steigerung der Flexibilität.
- Verschiedene Geh- und Laufübungen, in der Gruppe auch Spielformen mit dem Ziel der Kreislaufaktivierung.
- Funktionelle Gymnastik, Ganzkörperübungen, Einzel- und auch Partnerübungen.
- Koordinativ und motivational ansprechende Übungen z.B. mit Kleingeräten wie Ball, Stab oder Minitramp etc. .
- Körperwahrnehmung und Elemente aus der Entspannungstherapie.

2.2.6.1.3 Hebe- und Arbeitstraining

(5 x 60 min. pro Woche, jeweils 8.00Uhr – 9.00 Uhr)

Das Hebe-, Haltungs- und Arbeitstraining fand unter Leitung zweier erfahrener Ergotherapeuten täglich, jeweils eine Stunde, zwischen 8.00 Uhr und 9.00 Uhr statt. In seiner Zielsetzung orientierte sich diese Form des Trainings an dem unter Abschnitt 3 beschriebenen „functional - restoration“ – Ansatz.

Zwei übergeordnete Zielsetzungen lassen sich in diesem Zusammenhang anführen. Es ging zum einem um die Vermittlung „rückengerechter“ Verhaltensweisen im Alltag sowie im beruflichen Alltag. Diese Zielsetzung ist auch ein grundsätzliches Anliegen jeder Rückenschule. Im Rahmen des Hebe- und Arbeitstrainings stand aber nicht nur diese verhaltenstherapeutische Intention im Vordergrund, sondern auch der Aspekt der physischen Rekonditionierung. Jede physische Dekonditionierung erfordert eine Rekonditionierung, um den Körper wieder auf arbeitsspezifische Aktivitäten vorzubereiten. Ziel war es also eine körperliche Basis zu schaffen für arbeitsspezifische Aufgaben indem man immer wiederkehrende Arbeitsabläufe eintrainierte und automatisierte.

Der Therapeut hatte dabei die Aufgabe spezifische Arbeitssimulationen zu schaffen. Ausgewählte Arbeitssituationen wurden mit den Patienten thematisiert,

um schließlich diese Bewegungs- und Arbeitsabläufe wiederholt und intensiv einzuüben.

Die Verbesserung der speziell im beruflichen Alltag erforderlichen Kraft und Ausdauer war ein entscheidender und äußerst wichtiger Aspekt des Arbeitstrainings. Aber auch das Erkennen und Erlernen der individuellen Grenzen seiner Belastbarkeit stellten ein wichtiges Lernziel bei den Patienten dar.

Folgende Ziele und Inhalte (Arbeitssituationen) standen beim Hebe- und Arbeitstraining im Vordergrund:

Zielsetzungen:

- Erlernen und Automatisieren rückengerechter Hebe- und Tragetechnik.
- Erarbeiten physiologisch günstiger Arbeitshaltungen und -bewegungen.
- Training mehrerer Körpergrundhaltungen bei verschiedenen Tätigkeiten, wie z.B.: Sitzen am Schreibtisch, am Steuer; Stehen am Fließband, an Maschinen; Überkopfarbeiten, etc. ...
- Verbesserung der Koordination von Bewegungsabläufen, die im Arbeitsleben sowie im Alltag immer wieder auftreten.
- Thematisieren von Problemverhaltensweisen bzw. von rückschädigenden Verhaltensweisen in der Arbeit (entdecken, beschreiben, akzeptieren, verändern).
- Verbesserung der eigenen Körperwahrnehmung und Erweiterung der Selbstwahrnehmung im Umgang mit dem Körper.
- Erlangen eines Rückenbewußtseins.
- Fremdmanagement → Selbstmanagement.

Trainingsformen und -inhalte:

- Haltungs- und Bewegungstraining an speziell konstruierten Trainingswänden .
- Erarbeiten und Einüben von Heben und Tragen in verschiedenen Situationen und mit unterschiedlichen Lasten, z.B. Heben vom Boden bis Hüfthöhe - von Hüfthöhe auf Schulterhöhe - von Schulterhöhe bis Überkopfhöhe.
- Tragen – mit beiden Armen und einhändig.
- Squating (rückengerechte Kniebeuge).

- Diskussion spezifischer Arbeitsplatzprobleme (Schreibtisch, Fliesband, schwere körperliche Arbeit).
- Überkopfarbeit, Schieben – Ziehen, Hocken – Bücken – Knien (Abbildung 4).

Eine Wochenplan – Übersicht für das Arbeits-, Bewegungs- und Hebetraing befindet sich im Anhang S.228.



Abbildung 4: Durchführung einer rückerecten Bewegungsaufgabe in hockender Position.

2.2.6.1.4 Psychologische Therapieverfahren in der Gruppe

(5 x 90 min. pro Woche, jeweils 9.00 Uhr – 10.30 Uhr)

Das Vorliegen psychischer Komorbidität und Schwierigkeiten der psychischen Bewältigung chronischer Rückenschmerzen, stellen Indikationen für die Anwendung psychologischer Therapieverfahren dar (Söllner & Doering 1997, 418).

Im Rahmen unseres multimodalen Behandlungsprogramms für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen kamen in erster Linie verhaltenstherapeutische und kognitive Verfahren zur Anwendung. Bei unserem kognitiv-verhaltenstheoretischen Behandlungsansatz stand die Veränderung einer als maladaptiv angesehenen Krankheitsbewältigung im Zielpunkt des therapeutischen Interesses. Die Patienten sollten im Verlaufe der Therapie ein psychophysiologisches Verständnis ihrer Störung entwickeln und eine Selbstkontrollstrategie erlernen, die es ihnen ermöglicht, Häufigkeit, Dauer und Frequenz ihrer Störung zu minimieren. Der Schwerpunkt dieser Behandlung lag dabei im Abbau von Gefühlen der Hilflosigkeit und dem Aufbau von Kompetenzvertrauen durch die Vermittlung von Bewältigungsstrategien.

Weitere Schwerpunkte des psychotherapeutischen Vorgehens lagen in der Veränderung problematischer Verhaltensdispositionen (Inaktivität, Rückzug), maladaptiver Kognitionen (Somatisierung, Katastrophisierung), Identifikation und Abbau operanter Krankheitsverstärkung sowie in der Bearbeitung emotionaler Beeinträchtigungen (Depressionen).

Diese psychotherapeutischen Inhalte wurden täglich jeweils 90 Minuten von zwei erfahrenen und speziell ausgebildeten Diplompsychologen vermittelt.

2.2.6.1.5 Entspannungstherapie

(5 x 30 min. pro Woche, jeweils von 10.30 Uhr – 11.00 Uhr)

Im Rahmen der täglichen psycho- und verhaltenstherapeutischen Betreuung war die Progressive Muskelentspannung nach Jacobson (1961) ein fester Bestandteil. Entspannungstechniken wie die Progressive Muskelentspannung nach Jacobson sind eine in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen häufig angewandte Methode. Als Wirkungsmechanismus wird die Beeinflussung des Schmerz-

Spannungs-Schmerz-Kreis postuliert (Pfungsten et al. 1996, 330); eine indirekte Wirkung besteht in der Dämpfung der allgemeinen vegetativen Begleiterscheinungen der Schmerzen. Das Entspannungsverfahren zielt somit direkt auf eine gezielte Reduktion erhöhter Muskelaktivität und damit reflektorisch verbundener Schmerzintensität ab.

Das Grundprinzip der angewandten Entspannungsmethode beruht dabei auf einer kurzzeitigen, kräftigen Anspannung isolierter Muskelgruppen, die anschließend bewusst gelockert werden. So wird eine besonders deutliche Spannungsabnahme hervorgerufen, die mit der Zeit eine allgemeine körperliche Entspannung bewirkt. Das willentliche „Lösen von Muskelspannungen“ und „Entspannen“ mit dem Ziel, Rückenschmerzen besser kontrollieren zu können, setzt allerdings voraus, dass die Patienten muskuläre Verspannungen überhaupt bemerken. Dies ist jedoch bei Ungeübten normalerweise nicht der Fall. Ihnen ist der alltägliche Anspannungszustand ihrer Muskeln so in „Fleisch und Blut“ übergegangen, dass sie ihn nicht mehr bewusst wahrnehmen. Deshalb war das erste Ziel des Entspannungstrainings, die Wahrnehmungsfähigkeit für Muskelspannungen zu schärfen.

Das Endziel der Progressiven Muskelentspannung bestand schließlich darin, sich nur über die Vergegenwärtigung des Entspannungsgefühls, ohne An- und Entspannen der Muskulatur, zu einem optimalen Zustand von muskulärer und psycho-physischer Gelöstheit zu entspannen.

2.2.6.1.6 Muskelfunktionstraining in der Medizinischen Trainingstherapie

(5 x 150 min. pro Woche, jeweils von 11.00 – 12.00 Uhr und 13.00 – 14.30 Uhr)

Chronische Rückenschmerzpatienten weisen in allen Hauptfunktionsmuskeln von Rumpf und Halswirbelsäule signifikante Kraft- und Leistungsfähigkeitsdefizite und damit ein komplexes Dekonditionierungssyndrom auf.

Defizite und Dysbalancen der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur chronischer Rückenpatienten können laut Denner (1998b, 161) mittels progressivem und dynamischem Krafttraining vollständig beseitigt oder erheblich reduziert werden.

Primärziel des Muskelfunktionstrainings in unserem Programm, bestand in der Rekonditionierung des Patienten mittels Verbesserung und Harmonisierung der Kraft und Leistungsfähigkeit von Rumpf-, Nacken-, und vorderer Halsmuskulatur. Aber auch die Kraft der Extremitäten, der Ausgleich muskulärer Dysbalancen, die Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination sowie die Optimierung muskelinterner Stoffwechselprozesse spielten beim täglichen Training eine übergeordnete Rolle.

Das Muskelfunktionstraining erfolgte dabei immer nach den aktuellen Erkenntnissen und Prinzipien der Trainingslehre (Grosser et al. 2001, 19):

- Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung
- Prinzip der allmählichen Belastungssteigerung
- Prinzip der variierenden Belastung
- Prinzip der Wiederholung und Kontinuität
- Prinzip der Altersgemäßheit und Individualität

Um diesen Trainingsprinzipien zu entsprechen, wurden die Trainingspläne gesplittet. Die Patienten hatten also zwei festgelegte Trainingspläne. Einen, den sie immer Montags, Mittwochs und Freitags absolvierten und einen Zweiten für Dienstag und Donnerstag (Anhang S.225 ff)

Auf der Basis der Ergebnisse der funktionsdiagnostischen Testung bei Reha-Beginn, sowie unter Berücksichtigung des momentanen Beschwerdebildes, wurden alle Trainingsmaßnahmen und Belastungsnormative systematisch individualisiert und gesteuert. Konkret bedeutete dies, dass jeder Patient einen individuell „zugeschneiderten“ Trainingsplan für das Training in der Medizinischen Trainingstherapie erhielt.

Im Vordergrund stand ein progressives dynamisches Kraftausdauertraining, das Übungen für die Rumpfmuskulatur, sowie Übungen für die Extremitätenmuskulatur einschloss.

Krafttrainingsbegleitend wurden zusätzlich Maßnahmen wie Stretching-Übungen, Entlastungs- und Dehnlagerungen, sowie wirbelsäulenschonende Bewegungstechniken eingesetzt.

Im Einzelnen wurde folgende Übungs- und Geräteauswahl getroffen:

- Seilzug cross (beidarmig / stehend)
- Seilzug diagonal (einarmig / stehend)

- Rudergerät
 - Butterfly reverse
 - Dips
 - Pull-Down
 - Leg-Press
 - Hüftstrecker
 - Bauchmuskeltraining statisch (schräge und gerade Anteile)
 - Bauchmuskeltraining dynamisch (gerader Anteil)
 - Rückenstreckertraining statisch (auf Matte)
 - Rückenstreckertraining dynamisch (auf Rückenstreckergerät)
 - Gesäßmuskeltraining statisch (auf Matte)
 - Globalübung statisch
- Dehnungsübungen (statisch) zwischen den Kräftigungsübungen für: • Ischiokrurale Muskulatur • Iliopsoas • Quadriceps • Gastrocnemius / Soleus • Pectoralis • Levator scapulae

Betreut wurden die Patienten in der Medizinischen Trainingstherapie stets von einem in der rehabilitativen Medizin erfahrenen Diplomsportlehrer.

Wie unter Punkt 2.1.5 bereits beschrieben, wurde das gesamte Muskelfunktions- bzw. Krafttraining in Anlehnung an die Wirksamkeit operanter Verstärkungsbedingungen nicht nach einem „working-to-tolerance-plan“ durchgeführt, in dem der Patient seine Übungen nach auftretenden Schmerzen ausrichtet, sondern vielmehr kam ein individueller, sog. „working-to-quota-plan“ zur Anwendung, bei dem der Patient genaue Vorgaben in bezug auf sein Training bekam.

Bei chronifizierten Patienten bedarf es immer einer externen Steuerung der Therapie bzw. des Trainings !

2.2.6.1.7 Ausdauertraining

(4 x 60 min. bzw. 90 min. pro Woche, jeweils nachmittags ab 15.00 Uhr)

Im Rahmen des vier mal wöchentlich stattfindenden Ausdauertrainings stand in erster Linie ein allgemeines aerobes Ausdauertraining im Mittelpunkt.

Unter allgemeiner aerober Ausdauer versteht man die Ausdauerleistungsfähigkeit, bei der mehr als 1/6 – 1/7 der Gesamtmuskulatur eingesetzt und die Energie hauptsächlich unter Sauerstoff (aerob) bereitgestellt wird. Die Leistungsfähigkeit dieser Ausdauerform wird wesentlich von der Kapazität des Herz-Kreislauf-

Systems, der Atmung und dem Muskelstoffwechsel bestimmt. Auch die Koordination kann zum limitierenden Faktor werden

Auf der Grundlage der erreichten Ergebnisse des IPN – Ausdauertests (Lagerström & Trunz 1997) lässt sich grundsätzlich für jeden Patienten mit Hilfe einer speziellen Formel eine konkrete individuelle Trainingsherzfrequenz errechnen.

Aufgrund der Tatsache, dass wir zusätzlich zum IPN – Ausdauer test auf jeder Belastungsstufe Laktatwerte ermittelten, erschien es uns aussagekräftiger und fundierter, die Trainingsempfehlung nicht über die Berechnung einer Formel wieder zu geben, sondern die Laktatbestimmung als Grundlage für eine adäquate Trainingsbelastung und -empfehlung zu wählen.

Bei dem von uns angewandten submaximalen IPN-Ausdauer test wurden die Patienten stufenweise alle 4 Minuten um 25 Watt mehr belastet, wobei die Männer bei 50 Watt Belastung und die Frauen bei 25 Watt Belastung begannen. Nach dem Test, bei Durchsicht des Testprotokolls wurde geprüft, auf welcher Stufe der Patient einen Laktatwert von 2,5 mmol/l – 3,0 mmol/l aufwies, und welche Herzfrequenz in diesem Belastungsbereich vorlag. Diese Herzfrequenz, die der Patient bei einen Laktatwert zwischen 2,5 und 3,0 mmol/l aufwies, konnte dann als Trainingsherzfrequenz für ein allgemeines aerobes Ausdauertraining empfohlen werden. Die in der Literatur erwähnten Laktatschwellenkonzepte zeigen, dass ein Laktatwert im beschriebenen Bereich von 2.5 – 3.0 mmol/l im günstigen aerob-anaeroben Übergangsbereich liegt (Grosser et al. 2001, 124). In diesem Bereich herrscht ein Gleichgewicht zwischen Laktatanreicherung und Laktatelimination sowie ein Gleichgewicht zwischen O₂-Aufnahme und O₂-Verbrauch („steady state“).

Der Patient legte bei jeder Ausdauertrainingseinheit eine Polar – Pulsmessuhr an und hatte so die Möglichkeit, die Belastungsintensität zu überprüfen und individuell abzustimmen.

Zielsetzung des Ausdauertrainings war stets die Steigerung der allgemeinen aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit bzw. der maximalen Sauerstoffaufnahme, die als Bruttokriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit die Funktionstüchtigkeit des Gesamtsystems beschreibt.

Zum Training der allgemeinen aeroben Ausdauer werden vor allem zwei Methoden in der Literatur genannt (Grosser et al. 2001, 132/134):

- Dauermethode
- Intervallmethode (extensiv)

Das Ausdauertraining im Rahmen unserer Studie wurde überwiegend mit der Dauermethode durchgeführt. Dabei erwiesen sich Ausdauerbelastungsformen wie Fahrradergometer (Winter), Radfahren (Sommer), Walking und Schwimmen am effektivsten und auch am patientengerechtesten.

Das Ausdauertraining fand 4 mal in der Woche unter Leitung eines erfahrenen Diplomsportlehrers statt.

2.2.6.2 Therapieinhalte des Standardbehandlungsprogramm

2.2.6.2.1 Therapieplan Standardbehandlung – 3 Wochen

Tabelle 10: Therapiewochenplan Standardprogramm.

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
7 Uhr					
	WS-gym.	WS-gym.	WS-gym.		WS-gym.
8 Uhr					
9 Uhr	Rückenschule*	Rückenschule*	Rückenschule*	Rückenschule*	Rückenschule*
	Rückenschule*	Rückenschule*	Rückenschule*	Rückenschule*	Rückenschule*
10 Uhr		WS-gym.		WS-gym.	
	WS-gym./Wasser		WS-gym./Wasser		WS-gym./Wasser
11 Uhr		Massage (20min.)		Massage (20min.)	
			Nemectrodyn		
Mittags- pause					
13 Uhr	MTT	MTT	MTT	MTT	MTT
	MTT	MTT	MTT	MTT	MTT
14 Uhr		WS-gym./Wasser		WS-gym./Wasser	
15 Uhr	Krankengymn.		Krankengymnatik		Krankengymn.
	Tens (20 min.)	Nemectrodyn		Nemectrodyn	Tens (20 min.)
16 Uhr					
	Vortrag	Fango (20 min.)	Vortrag	Fango (20 min)	Fango (20 min)
17 Uhr	Gesundheitsbildung		Gesundheitsbildung		

- * Rückenschule nur 2 Wochen - 6 x pro Woche Kneipp-Wassertreten ohne Termin

Im Folgenden werden die Therapiebausteine der Standardbehandlung skizziert:

2.2.6.2.2 Krankengymnastische Einzelbehandlung (3 x 30 min. pro Woche)

- Sympathikusdämpfung
 - Heiße Rolle (ventral und /oder dorsal)
 - Neuromuskuläre Therapie an der LWS
 - Schröpfen von Headschen Zonen
- Mobilisation
 - Manuell am gestörten Segment
 - Posterior-anterior Mobilisation nach Befund (Maitland)
- Dehnung und Weichteiltechniken
 - Dekontraktion der Bauchmuskulatur (Brügger)
 - Weichteiltechniken nach Befund: Glutaeus, Quadratus lumb., Piriformis
- Stabilisation
 - Segmentale Stabilisation in verschiedenen Ausgangspositionen (Manuelle)
 - a) Bauchlage + Scapulapattern (PNF)
 - b) Seitlage + Scapulapattern
 - c) Vierfüßlerstand (+ Transversusabduktion + Scapulapattern + Liegestütz)
 - d) Sitz (+ Transversusabd.+ Klötzchenspiel (Funktionelle Bewegungslehre n. Klein Vogelbach (FBL) + Cowboy (FBL) + Scapulapattern)
 - e) Stand + Therabandübungen

2.2.6.2.3 Massage (2 x 20 min. pro Woche)

- Klassische Massage (lumbal, gluteal, ischiokrural)
- Trigger Point Behandlung
- Muskeldehnung

2.2.6.2.4 Wärmeanwendung mit Peloiden (3 x 20 min. pro Woche)

- Aszendierende Naturmoorpackung im Lumbalbereich (System Haslauer)

2.2.6.2.5 Bewegungsbäder in der Gruppe (Wirbelsäulengymnastik im Wasser) (5 x 30 min. pro Woche)

Therapieziele:

- Stabilisierung von LWS und HWS
- Erweiterung von Körpererfahrung und Körperbewußtsein im Hinblick auf eine stabilisierte Wirbelsäule
- Kräftigung von Rumpf- Arm- und Beinmuskulatur
- Mobilisierung – Verbesserung der Rumpfbeweglichkeit
- Entlastung des Stütz- und Bewegungsapparates
- Positives Einwirken auf den Muskeltonus
- Haltungsschulung im Wasser

Therapieinhalte:

- Anwendung verschiedener Übungs- und Spielformen:
- Einzelübungen (ohne oder mit Gerät) / Partnerübungen (ohne oder mit Gerät) / Übungs- und Spielformen in der Gruppen (ohne oder mit Gerät)
- Statisch-isometrische Übungen und dynamische Übungen mit unterschiedlicher Dynamik (langsam – schnell)
- Arm- und Beinaktivitäten bei stabilisierter Wirbelsäule
- Kräftigungsübungen gegen den Wasserwiderstand
- Dehnungsübungen
- Entspannungs- und Körperwahrnehmungsübungen
- Einsetzbare Kleingeräte: Stab, Schwimmbrett, Nudel, Ball, Reifen

2.2.6.2.6 Elektrotherapieanwendungen

(5 x 20 min. pro Woche, davon 3 x 20 min. Nemeo und 2 x 20 Min. Tens)

- Bei akuten Schmerzzuständen Niederfrequenz (Tens!)
- Nemeo lumbal

2.2.6.2.7 Medizinische Trainingstherapie (MTT)

(5 x 60 min. pro Woche)

- Vgl. Anhang S.227: Trainingsplan des Standardprogramms

2.2.6.2.8 Rückenschule

(5 x 60 min. pro Woche, über 2 Wochen)

Unser Rückenschulkonzept gliederte sich in 10 Übungseinheiten à 60 min.

In jeder Übungseinheit wurden unterschiedliche Themenschwerpunkte behandelt und erarbeitet.

Das Konzept erfolgte im Rahmen einer geschlossenen Gruppe über den Zeitraum von zwei Wochen.

1. Stunde

- Schwerpunkt: Theorie Anatomie / Pathologie
- Kennenlernen der Teilnehmer
- Vorstellen bzw. Erarbeiten von Zielen und Inhalten der Rückenschule
- Erste Hinweise zum „Sitzen“

2. Stunde

- Schwerpunkt: Funktionskreis Sitzen – Hinsetzen – Aufstehen
- Bewegungsgefühl Becken !
- Sitzen am Arbeitsplatz
- Entlastungshaltungen im Sitzen
- Sitzalternativen – Sitzmöbel – Materialberatung

3. Stunde

- Wiederholung Funktionskreis Sitzen – Hinsetzen – Aufstehen
- Schwerpunkt: Funktionskreis Stehen – Gehen
- Kriterien beim Stehen
- Entlastungshaltungen im Stand
- Variationen Gehen
- Körperwahrnehmung (Gehen, Stand)

4. Stunde

- Schwerpunkt: Liegen – Hinlegen – Aufstehen (Bett / Matte)
- Materialberatung: Bett, Matratze, Lattenrost, Kopfkissen,...
- Entlastungshaltungen im Liegen
- Hilfsmittel

5. Stunde

- Schwerpunkt: Heben – Tragen – Bücken
- Theoretischer Hintergrund
- Situationen erörtern, in denen man hebt, trägt oder sich bückt

- Spiel- und Übungsformen zum Heben – Tragen – Bücken (Automatisierung)

6. Stunde

- Schwerpunkt: Kräftigung der Rumpfmuskulatur
- Theoretischer Hintergrund (Warum Kräftigen? Welche Muskelgruppen? Welche Aufgabe hat die Muskulatur?)
- Übungen auf der Matte (Bauch, Rückenstrecker)
- Vorstellen eines kleinen Heimübungsprogramms

7. Stunde

- Schwerpunkt: Dehnung bestimmter Muskelgruppen
- Theoretischer Hintergrund
- Dehnungsübungen überwiegend statische Ausführung
- Wiederholung Kräftigungsübungen

8. Stunde

- Schwerpunkt: Therabandübungen
- „Activities of Daily Living“ (ADL) thematisieren und einüben
- Zirkel mit verschiedenen Stationen (z.B. Kräftigungsübungen, Dehnungsübungen, Entspannungsübungen, ADL,...)

9. Stunde

- Wiederholung und Festigung des Gelernten
- Literaturhinweise
- Hinweise zum Heimtrainingsprogramm

10. Stunde

- Abschlussprüfung
- Kursreflexion

In allen Unterrichtseinheiten wurde zum jeweiligen Thema passend das Rückenverhalten im Alltag angesprochen.

Entspannungsübungen wurden ebenfalls in den verschiedenen Einheiten mit integriert.

2.2.6.2.9 Arztvorträge

(Je 2 Vorträge wöchentlich)

- Rückenleiden
- Arthrose
- Schmerzverhalten
- Blutdruck
- Gelenk und Ernährung
- Schlafstörungen

2.2.6.2.10 Wirbelsäulengymnastik

(5 x 30 min. pro Woche)

Die Wirbelsäulengruppe fanden immer in der Gymnastikhalle statt. Es handelte sich dabei immer um offene Gymnastikgruppen.

Therapieziele:

- Stabilisierung von LWS und HWS
- Kräftigung der gesamten Rumpfmuskulatur
- Abbau muskulärer Dysbalancen
- Haltungsschulung
- Verbesserung der allgemeinen Beweglichkeit
- Dehnung der weniger dehnfähigen Muskelgruppen
- Verbesserung von Koordination und Körperwahrnehmung (z.B. Beckenstellung!)
- Motivation für Heimtrainingsprogramm

Therapieinhalte:

- Übungen überwiegend auf der Matte, aber auch im Stand oder Sitzen sowie einzel-, partnerweise oder in der Gruppe
- Übungen zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur
- Kennenlernen und Einüben von Dehnungsübungen.
- Übungs- und Spielformen mit verschiedenen Geräten bzw. Hilfsmitteln, wie z.B. Pezziball, Theraband oder Stab.
- Isometrische und dynamische Übungsauswahl
- Übungsanleitung auch für zu Hause (Heimtrainingsprogramm)

2.2.6.2.11 Kneipp-Anwendung

(6 x 15 min. pro Woche)

- Selbstständiges Wassertreten

2.2.7 Darstellung der Messinstrumente

2.2.7.1 Erfassung der körperlichen Funktions- und Leistungsfähigkeit

Alle an der Studie teilnehmenden Patienten mussten zur Erfassung der körperlichen Funktionskapazität jeweils zu Rehabilitationsbeginn (t0) und Rehabilitationsende (t1) verschiedene funktions- und leistungsdiagnostische Testungen durchlaufen, außerdem erhielten Sie zu diesen Messzeitpunkten unterschiedliche Fragebögen. Alle teilnehmenden Patienten, egal ob sie der Interventionsgruppe (Work Hardening-Behandlungsprogramm) oder der Kontrollgruppe (Standardbehandlung) zugewiesen wurden, mussten diese standardisiert ablaufenden Testbatterie absolvieren. Tabelle 11 gibt einen Überblick über alle Testungen, die zur Anwendung kamen, um die körperliche Funktions- und Leistungskapazität der Patienten zu bestimmen.

Tabelle 11: Funktions- und Leistungsdiagnostische Erhebungen.

Messung :	Testinstrument:
Kraftausdauerfähigkeit der Rumpfmuskulatur.	Globaltest nach Spring et al. (1997, 104).
Dynamische Kraftausdauerfähigkeit der Rumpfflexoren.	Test in Anlehnung an Spring et al. (1997,106).
Dynamische Kraftausdauerfähigkeit der Rumpfextensoren.	Test in Anlehnung an Müller & Hille (1996, 434).
Kraftausdauerfähigkeit an verschiedenen auxotonischen Krafttrainingsgeräten (5).	Wiederholungstest mit definierten submaximalen Testgewicht.
Maximale isometrische Kraft der Rumpfmuskulatur bei der Flexion, der Extension sowie der Lateralflexion nach links und nach rechts).	IPN – Test mit Back-Check-Gerät nach Ochs S. et al. (1998, 144).
Allgemeine aerobe Ausdauerkapazität	IPN – Test mit Laktatbestimmung am Fahrradergometer nach Lagerström & Trunz (1997, 68).
Wirbelsäulenbeweglichkeit bei Flexion, Extension sowie Lateralflexion nach links und rechts.	CMS 50 - Pointer Mobility Test der Firma Zebris (Ultraschalltopometrie) vgl. Brühl-Segendorf & Obens (1997, 163).

Hebekapazität	Progressive Isoinertial Lifting Evaluation (PILE) in Anlehnung an Mayer T. et al.(1988, 993)
Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule.	Schober-Test.
Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskulatur in Verbindung mit Hüft- und LWS-beweglichkeit und Nervendehnfähigkeit.	Finger-Boden-Abstand (FBA). Straight-Leg-Raising (SLR).
Verhältnis zwischen Körpergewicht und Größe.	Body-Mass-Index (BMI).

2.2.7.1.1 Anforderung an die Test- bzw. Messinstrumente

Sämtliche Testverfahren sollten möglichst den Hauptgütekriterien (Validität, Reliabilität, Objektivität) genügen, für deutlich unterschiedliche Leistungs- und Kraftniveaus tauglich sein, verschiedene Muskelschlingen erfassen, Maximalkraft und Kraftausdauerfähigkeit oder die Beweglichkeit testen, einfach und eindeutig auswertbar sein und hinreichend genau diskriminieren. Nimmt man zu diesen Kriterien noch die Praktikabilität, die Verfügbarkeit und die Ökonomie hinzu, so zeigt sich schnell, dass es das Testinstrumentarium nicht gibt.

Wir waren uns bei der Auswahl der Instrumente dessen bewusst, und hofften, möglichst die beste Lösung bzw. den besten Kompromiss gefunden zu haben.

Eine wichtige Zielsetzung bei all unseren Testdurchführungen bestand auch in der Kontrolle des Versuchsleiter-Effektes.

Die Kontrolle des Versuchsleiter-Effektes ist vor allem dann wichtig, wenn die Behandlung und die Datenerhebung von ein und derselben Person durchgeführt werden.

Es besteht keine Zweifel, dass ein Versuchsleiter die Ergebnisse seiner Untersuchung beeinflussen kann, bewusst, oft aber auch unbewusst (Bortz 1999, 11). Es könnte z.B. vorkommen, dass ein Versuchsleiter unbeabsichtigt seine Hypothese an die Untersuchungsteilnehmer verrät und erwünschte Verhaltensweisen verstärkt. Deshalb haben wir bei unserer Untersuchung stets darauf geachtet, mit folgenden Maßnahmen den Einfluss der eigenen Person oder

des Untersuchungsumfeldes auf das Verhalten der Untersuchungsteilnehmer gering zu halten:

- Alle Studienpatienten erhielten dieselbe Testinstruktion, die standardisiert vorgegeben wurde.
- Es wurde immer auf konstante Untersuchungsbedingungen geachtet, das heißt z.B., dass die einzelnen Testungen immer in den jeweils gleichen Räumen stattfanden, dass die gleichen Arbeitsmaterialien benutzt wurden, und dass die zeitliche Abfolge der unterschiedlichen Tests gleich und konstant gehalten wurde.
- Wichtige Vorgabe für den jeweiligen Untersuchungsleiter war es, während der Untersuchung auf seine eigenen Stimmungen und Empfindungen zu achten und diesbezüglich möglichst konstant zu bleiben, er sollte sich auch bewusst sein, dass er mit nonverbalen Reaktionen beeinflussen kann.
- Eingangstest und Endtest wurden immer vom selben Versuchsleiter vorgenommen.
- Unerwartete Vorkommnisse oder Schmerzäußerungen während der Tests wurden vom Untersuchungs- bzw. Testleiter stets auf dem entsprechenden Dokumentationsbogen (Anhang S.229 ff) protokolliert.
- Sowohl die konstant gehaltenen Untersuchungsumstände als auch sämtliche bewusst in Kauf genommenen oder unerwartet eingetretenen Unregelmäßigkeiten wurden auf den entsprechenden Dokumentationsbögen erfasst.

Um möglichst standardisierte Bedingungen zu erreichen und diesbezüglich auf einen hohen Niveau zu bleiben, war es immer wieder nötig, in regelmäßigen Abständen sich im Team abzusprechen und fortzubilden.

Im Folgenden werden die eingesetzten Testinstrumente näher beschreiben.

2.2.7.1.2 Globaltest nach Spring et al. (1997, 104)

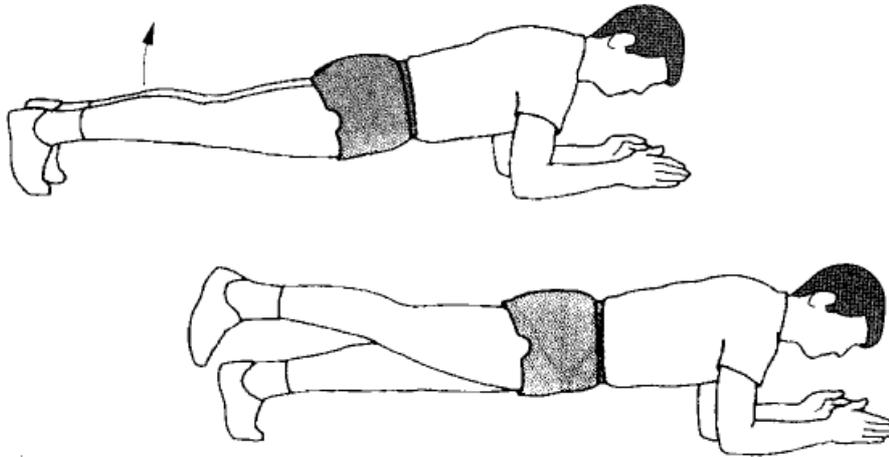


Abbildung 5: Globaltest nach Spring et al. (1997,104).

Der Globaltest nach Spring war ein Test, der überprüfte, inwieweit der Patient in der Lage ist, seine Gesamtkörperspannung in einer liegestützähnlichen Ausgangsposition zu halten, während er im Wechsel seine Beine anhub. In der Ausgangsstellung befand sich der Patient im Unterarmstütz, die Arme parallel gestellt, die Daumen zeigten nach oben, Rumpf und Beine waren gestreckt (s. Abbildung 5)

Während der Ausführung hob der Proband wechselweise die Beine jeweils um eine Schuhlänge an, wobei die Knie gestreckt waren und die Körperspannung aufrecht erhalten blieb. Die Bewegungsgeschwindigkeit wurde mit einem Metronom 60 Schläge pro min. vorgegeben. Der Test galt als beendet, wenn die gestreckte Rumpfstellung nicht mehr gehalten werden konnte oder eine genau definiertes Abbruchkriterien eintrat.

Das Abbruchkriterium war gegeben, beim Auftreten starker Schmerzen, bei starker muskulärer Ermüdung bzw. Erschöpfung oder, wenn der Bewegungsrhythmus, vorgegeben durch das Metronom, nicht mehr gehalten werden konnte.

Messgröße: Anzahl der korrekt ausgeführten Wiederholungen.

2.2.7.1.3 Bauchmuskelttest in Anlehnung an Spring et al. (1997, 106)

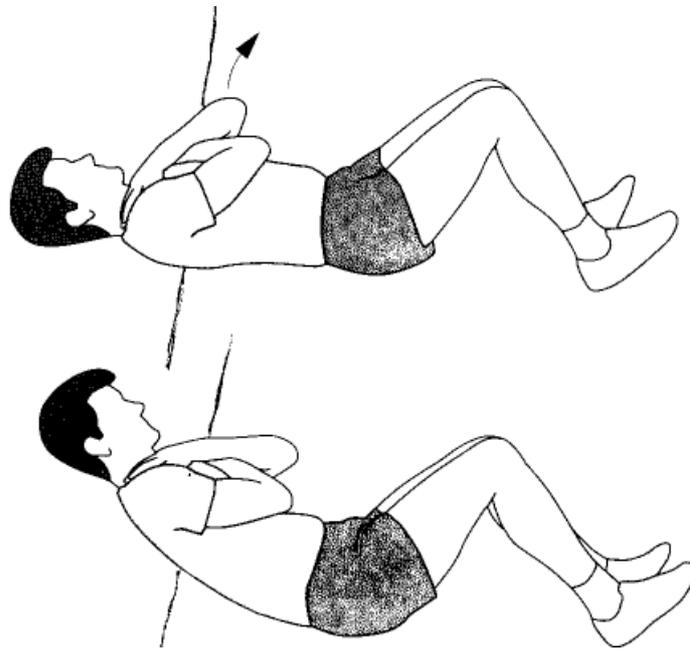


Abbildung 6: Bauchmuskelttest in Anlehnung an Spring et al. (1997,106).

Zur Testung der ventralen Beugerkette (Mm.abdominis) verwendeten wir den von Spring et al. (1997, 106) beschriebenen Bauchmuskelttest, mit einer kleinen Ergänzung.

Der Proband lag bei diesem Test auf einer Matte, Hüfte und Knie waren gebeugt, Fersen auf den Boden, Arme vor der Brust gekreuzt und die Hände befanden sich auf den Schultern. Ein Sprungseil wurde quer auf die Matte gelegt. Das Sprungseil befand sich genau in Höhe der anguli inferior, parallel zum Schultergürtel (s. Abbildung 6)

Aus der Ausgangslage hob der Proband den Oberkörper soweit an, dass das Seil noch leicht zu ziehen war.

Eine Wiederholung war nur dann gültig, wenn das Sprungseil bei aufgerichteten Oberkörper noch leicht bewegt werden konnte. Der Bereich der LWS hatte dabei immer Kontakt zur Matte (Beckenaufrichtung!). Ein ruckartiges Bewegen sollte vermieden werden, der Kopf sollte nicht auf die Matte nach hinten abgelegt werden. Um bei allen Personen die gleiche Geschwindigkeit der Bewegung zu erreichen, richtete sich der Proband nach einem vorgegebenen Rhythmus (Metronom → 40 Schläge pro Minute!) auf.

Das Abbruchkriterium war gegeben, sobald das Sprungseil beim Aufrichten nur noch unter starken Zug oder gar nicht mehr bewegt werden konnte (vgl. Müller G. 1998, 135 und Spring et al. 1997, 106). Ferner beim Auftreten starker Schmerzen bzw. bei starker muskulärer Ermüdung und Erschöpfung oder, wenn der Bewegungsrhythmus, vorgegeben durch das Metronom, nicht mehr gehalten werden konnte.

Messgröße: Anzahl der korrekt ausgeführten Wiederholungen.

2.2.7.1.4 Messung der dorsalen Streckerkette in Anlehnung an Müller & Hille (1996, 434)



Abbildung 7: Test der dorsalen Streckerkette in Anlehnung an Müller & Hille (1996, 434).

Der Patient bzw. die Patientin wurde auf einer Behandlungsbank so positioniert, dass die spinae iliaca anterior superior (SIAS) genau am Ende der Bank auflagen (s. Abbildung 7). Seitlich standen zwei Messpfosten mit einer vorgegebenen Skalierung und einem Peilstab. Der Proband richtete seinen Oberkörper aus der flektierten Stellung auf, bis der Rücken gerade und horizontal war bzw. bis er genau den Peilstab erreichte (keine Hyperextension, kein Zusatzgewicht). Der

Proband richtete sich nach einem vorgegeben Rhythmus (Metronom→ 40 Schläge pro Minute!) auf. Erreichte er den Peilstab nicht mehr oder nur noch mit Schwungeinsatz beendete dies den Test. Ebenso kamen auch muskuläre Ermüdung und Erschöpfung, starke Schmerzen oder die Unfähigkeit, den Rhythmus zu halten als Abbruchkriterium in Frage.

Messgröße: Anzahl der korrekt ausgeführten Wiederholungen.

2.2.7.1.5 Messung der dynamischen Kraftausdauerfähigkeit der Extremitätenmuskulatur

An insgesamt fünf auxotonischen Krafttrainingsmaschinen erfolgte die Kraftausdauerermessung der Extremitäten. Dabei handelte es sich um folgende Geräte:

- a) Leg-Press
- b) Pull-Down
- c) Hüftstrecker (li /re)
- d) Butterfly reverse
- e) Dips

Der Patient bzw. die Patientin musste mit einer vorgegebenen submaximalen Last so viele Wiederholungen durchführen, bis ein Abbruchkriterium eintrat.

Nach kurzer Einübung der Bewegungsausführung am jeweiligen Trainingsgerät, erfolgte der eigentliche Testdurchgang. Das vorgesehene Testgewicht, welches für Männer und für Frauen unterschiedlich definiert war, wurde am jeweiligen Kraftgerät eingestellt und der Patient bzw. die Patientin begann mit der Bewegungsausführung. Um zu gewährleisten, dass die Testdurchführung immer im gleichem Rhythmus bzw. in der gleichen Geschwindigkeit absolviert wurde, musste sich jeder Patient am Metronom, das den Rhythmus der Bewegungsausführung vorgab (40 Schläge pro Minute), orientieren.

Der Test galt als beendet, wenn eines der definierten Abbruchkriterien eintrat:

- Muskuläre Ermüdung oder Erschöpfung.
- Auftreten starker Schmerzen.
- Auftreten unrhythmischer und unkoordinierter Bewegungsausführung.

Nach jedem Gerät wurde die Anzahl der Wiederholungen bis zum Abbruch auf einem speziellen Dokumentationsbogen (Anhang S. 232) notiert. Außerdem

wurden auch eventuelle Schmerzáußerungen oder Besonderheiten sowie der Grund des Abbruchs notiert.

Der organisatorischen Ablauf sah vor, dass immer zwei Patienten für die gesamte Testung zusammengefasst wurden. So war gewährleistet, dass ein Patient immer eine ausreichende Pause hatte, bevor er am nächsten Gerät getestet wurde. Insgesamt beanspruchte die Testung an den 5 Krafttrainingsmaschinen für zwei Patienten im Schnitt eine Stunde.

Richtlinien für die Tests zur Kraftausdauer der Rumpf- und Extremitätenkraft:

- Vor der Testung wurde der Patient über Ziel und Sinn des jeweiligen Tests aufgeklärt.
- Die Bewegung sollte immer zuerst eingeübt werden. Aus einer normierten Ausgangsstellung wurde die Bewegung begonnen, die Bewegungsumkehr sollte fließend sein, und ein Stopp am Umkehrpunkt vermieden werden.
- Die Bewegungsgeschwindigkeit wurde bei allen Tests durch ein Metronom vorgegeben.
- Trick- und Ausweichbewegungen mussten sofort korrigiert werden.
- Sobald die geforderte Ausführung nicht mehr gehalten werden konnte wurde der Patient einmal und auch ein zweites mal darauf hingewiesen, war die Ausführung dann immer noch nicht korrekt, z.B. nicht im Takt des Metronoms, dann wurde der Test abgebrochen.
- Schmerzen, die während der Testbewegungen auftraten, mussten in die Beurteilung mit einbezogen werden und dokumentiert werden.
- Bei leichten Schmerzen wurde der Test nicht abgebrochen, aber die Lokalisation und Intensität des Schmerzes dokumentieren.
- Bei starken Schmerzen oder bei Auftreten von Atemnot und Beklemmungsgefühlen wurde der Test sofort abgebrochen.
- Die Zahl der Wiederholungen wurde im entsprechenden Dokumentationsbogen protokolliert.

2.2.7.1.6 IPN-Test mit dem Back Check Gerät nach Ochs et al. (1998)

Das IPN - Back Ceck - System ist ein Mess- und Screening- System zur Beurteilung und Objektivierung des Funktionszustandes der Rumpfmuskulatur (Isometrisches Testverfahren!).

In einer experimentellen Querschnitt- und Längsschnittuntersuchung an insgesamt 985 „Rückengesunden“ und „Rückenpatienten“ kamen Ochs S. et al. (1998, 149) zusammenfassend zur Erkenntnis, dass der Einsatz des IPN–Back Checks sowohl in der Prävention als auch in der Rehabilitation weitreichenden Aufschluss über den Funktionszustand der wirbelsäulenumgebenden Muskulatur und adäquate therapeutische Maßnahmen liefern kann. In der Prävention von Rückenleiden ließ sich das Testsystem zur Früherkennung von muskulären Defiziten sowie zur Identifizierung und Quantifizierung muskulärer Dysbalancen einsetzen. Im Rahmen der Rehabilitation von Rückenerkrankungen konnte ferner aufgezeigt werden, dass die gewonnenen Messergebnisse zur Unterstützung der medizinischen Diagnostik sowie zur Ausrichtung der Therapiemaßnahmen und zu deren Verlaufskontrolle auch im Sinne der Qualitätssicherung erfolgreich eingesetzt werden konnten.

Im Verlauf unserer Work Hardening-Studie erfolgten insgesamt vier unterschiedliche Messungen. Jeweils zu Rehabilitationsbeginn und zu Rehabilitationsende wurde die maximale isometrische Kraft der Rumpffextensoren, der Rumpfflexoren sowie die maximale isometrische Kraftfähigkeit bei Lateralflexion nach links bzw. nach rechts bestimmt. Auf diese Weise konnten die Kraftwerte vor und nach dem Behandlungsprogramm bestimmt und verglichen werden. Neben der Frage des Kraftzuwachses stand auch die Frage nach dem Kraftverhältnis von Rumpfflexoren und -extensoren im Vordergrund sowie eine eventuelle Änderung dieses Kraftverhältnisses nach dem Behandlungsprogramm. Da in der oben erwähnten Studie von Ochs et al.(1998) auch Referenzdaten für die Rumpfflexion und -extension erhoben wurden, war es auch möglich, die eigenen erhobenen Daten mit diesen Referenzdaten zu vergleichen.

Schlächter (2001, 48) konnte im Rahmen ihrer Untersuchung auf Reliabilität, für die Messungen in der Sagittalebene (Flexion / Extension) eine gute, für die Messungen in der Frontalebene (Lateralflexion) eine eingeschränkte Reliabilität nachweisen.

Der, in Abbildung 8 dargestellte Back Check, ist ein Gerät, an dem fünf Polstereinheiten in vertikaler und horizontaler Ebene auf die anatomisch unterschiedlichen Gegebenheiten der Patienten ausgerichtet werden konnten. Beide Ebenen waren mit Zahlenreihen versehen, so dass die exakte Positionierung des Patienten genau dokumentiert und reproduziert werden konnte. Für die exakte Positionierung und Reproduktion der Positionierung war außerdem ein Rundrohr, das als Schablone für die Fuß- bzw. Beinstellung fungierte, sowie eine Bodenmarkierung hilfreich. Die beiden oberen Polstereinheiten (P1 und P2) waren mit einem Messaufnehmer in Form einer Druckmessplatte versehen. Eine Digimax-Einheit zeigte dann die ermittelten Kraftwerte, die auf P1 bzw. auf P2 wirkten, an. Bei dem verwendeten Digimax-System handelte es sich um ein digitales, mikroprozessorgesteuertes Messgerät mit einer hohen Reproduzierbarkeit der Messergebnisse.

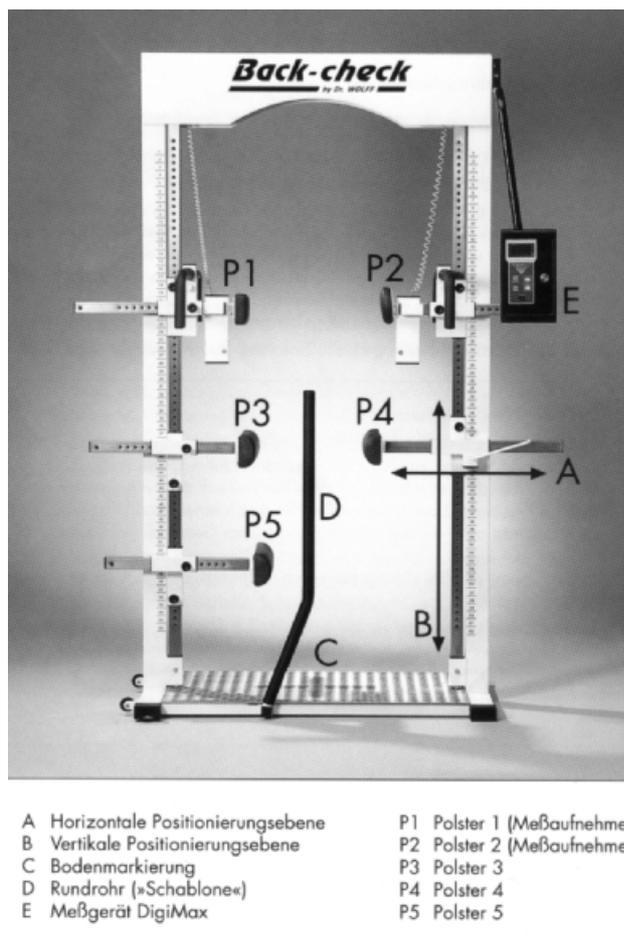


Abbildung 8: Back Check -
Gerät.



Abbildung 9: Back Check - Messung Flexion und Extension.



Abbildung 10: Back Check - Messung Lateralflexion.

Die beiden Abbildungen, zeigen die Positionierung des Patienten bei der Messung der Flexion und Extension (Abbildung 9) sowie bei der Messung der Lateralflexion nach links bzw. nach rechts (Abbildung 10).

Beispielhaft werden die Positionierung und der Messvorgang bei der Erfassung der maximalen isometrischen Rumpfkraft bei Flexion und Extension geschildert:

Der Patient wurde einheitlich im Back Check - Gerät mit Hilfe der 5 Polstereinheiten, der Rundrohrschablone und der Bodenmarkierung positioniert. Beide Füße wurden mit der Schuhmitte auf einer Bodenmarkierung aufgestellt. Die Füße waren dabei parallel ausgerichtet und leicht geöffnet. Der Patient beugte die Beine, so dass ein definierter Winkel von circa 20 Grad im oberen Sprunggelenk entstand (Orientierung an der Schablone). Im aufrechten Stand wurde das Becken mit Abschluss des Beckenkamms mit Hilfe von P3 und P4 fixiert. Der Messaufnehmer wurde in Höhe des Sternums plaziert. Der zweite Aufnehmer wurde am Rücken auf gleicher Höhe positioniert. Die Hände wurden vor dem Bauch locker übereinandergelegt. Die Messung wurde dann in der neutralen Position des Oberkörpers durchgeführt.

Nach der individuell abgestimmten Einstellung des Gerätes konnte mit der Messung der Rumpfflexion und -extension begonnen werden. Bei der Flexion durfte der Messaufnehmer durch das Sternum aus Kalibrierungsgründen nicht berührt werden. Unter maximalem Einsatz der Bauchmuskulatur und bei

gleichzeitiger Ausatmung wurde circa 3-4 Sekunden Druck auf den Messaufnehmer (P2) ausgeübt. Das Messergebnis wurde an der Digimax-Anzeige abgelesen und dann in einem entsprechenden Bogen dokumentiert. Analog zur Flexion durfte bei der Extension das dorsal eingestellte Messpolster (P1) ebenfalls nicht berührt werden. Bei 3-4 Sekunden maximal durch die Rückenmuskulatur ausgeübten Druck auf den Messabnehmer konnte das Ergebnis für die Extensoren abgelesen werden. Bei beiden Messungen war es wichtig, dass nur die zu messende Muskulatur belastet wurde und z. B. die Arme nicht zum Schwungholen benutzt wurden.

2.2.7.1.7 IPN-Ausdauerstest mit Laktatbestimmung nach Lagerström & Trunz (1997)

Im Rahmen unseres Projektes haben wir uns für einen submaximalen Ausdauerstest entschieden um die allgemeine aerobe Ausdauerkapazität der teilnehmenden Patienten zu erfassen. Eine maximale Ausbelastung bis zur Erschöpfung erschien uns bei unserem Patientengut, das zum größten Teil untrainiert und dekonditioniert ist, für nicht angebracht und auch zu risikoreich.

Die Entscheidung fiel dabei auf den von Lagerström und Trunz 1997 entwickelten IPN–Ausdauerstest. Bei diesem Test handelte es sich um ein einfaches, zeitsparendes und zugleich aussagekräftiges Test- und Screeningverfahren zur Erfassung der aeroben Kapazität, dessen besondere Vorzüge in der aeroben Belastungsart liegen.

Um möglichst umfangreiche und aussagekräftige Ergebnisse zu erreichen, haben wir den IPN-Test am Fahrradergometer (s. Abbildung 11) um verschiedene Messungen erweitert. Jeweils in der letzten Minute der Belastungsstufe wurden zusätzlich folgende Messungen vorgenommen:

- Erfassung der Herzfrequenz mit Hilfe eines Polar-Brustgurtes, der mit dem Ergometer kompatibel war.
- Bestimmung der Laktatanreicherung im arteriellen Blut mit einem Accusport Laktatmessgerät der Firma ACCUTEAM Präventionssport und Trainingsbetreuung GmbH (Lormes et al. 1995).

- Messung der Belastungsblutdruckwerte, systolisch und diastolisch, mit einem konventionellen Blutdruckmessgerät mit integriertem Stethoskop der Firma Hestia Pharma GmbH.
- Erfassung des Ausprägungsgrad der Körperwahrnehmung bzw. des subjektiven Belastungsempfinden auf der jeweiligen Belastungsstufe mit Hilfe der von Borg (1970) entwickelten RPE – Skala (Anhang S. 249)
- Nur beim Eingangstest: Aufzeichnung eines Belastungs-EKG mit 6 Ableitungen, um Unregelmäßigkeiten der Herz-Kreislauffunktionen bzw. Arrhythmien rechtzeitig zu erkennen und dementsprechend zu reagieren.

Alle Messergebnisse wurden sowohl beim Eingangstest als auch beim Endtest am Ende der Rehabilitation exakt in dafür vorgesehene Dokumentationsbögen (Anhang S.235) erfasst.



Abbildung 11: IPN-Ausdauererprobung am Fahrradergometer, mit zusätzlicher EKG-Erfassung, Laktatbestimmung und Blutdruckmessung auf jeder Belastungsstufe.

Die einzelnen Durchführungsschritte des IPN – Ausdauererprobung:

1. Aufgrund der Ein- und Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der Studie sollte der Patient grundsätzlich fähig sein, diesen submaximalen Stufentest durchzuführen.
2. Die Durchführung des Tests erfolgte auf einem drehzahlunabhängigen, wirbelstromgebremsten Fahrradergometer der Marke „Miha pro cycle“. Das Fahrradergometer wurde auf „Stufentest“ programmiert, jede Stufe dauerte 4

Minuten und steigerte sich um jeweils 25 Watt. Erste Stufe, 25 Watt bei Frauen und 50 Watt bei Männer.

Sämtliche oben aufgeführten Zusatzmessungen erfolgten jeweils in der letzten Minute jeder Stufe.

3. Eine Voreinstufung bezüglich der Herzfrequenzobergrenze ergab sich aus den Ergebnissen einer kurzen Eingangsbefragung (sportliche Aktivität; Fitness-Zustand), des ermittelten Ruhepulses (RHF) sowie des Lebensalters (LA). Aus einer Tabelle (Tab. 12) konnte dann die Herzfrequenz ermittelt werden, bis zu der, der Patient beim Test belastet wurde.

Tabelle 12: Voreinstufung der Herzfrequenz für den IPN-Ausdauerstest.

Ruheherzfrequenz (Schläge pro Min.)	< 30	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 70	> 70
< 50	135	135	130	125	120	115
50 – 59	135	135	130	125	120	115
60 – 69	140	140	135	130	125	120
70 – 79	140	140	135	130	125	120
80 – 89	145	140	135	130	125	120
90 - 100	145	145	140	135	130	125

Hinweis: Diese Tabellenwerte gelten für Untrainierte. Für mäßig Trainierte (regelmäßig 1-2 mal wöchentliches Ausdauertraining) wird der jeweilige Tabellenwert um 5 Schläge, bei Trainierten (regelmäßig mindestens 3 mal wöchentliches Ausdauertraining) um 10 Schläge erhöht.

Erreichte der Patient auf der letzten Belastungsstufe seine Herzfrequenzobergrenze, dann wurde diese Stufe noch bis zum Ende gefahren und der Test abgebrochen.

4. Zur Ermittlung einer optimalen Trainingsherzfrequenz sieht der IPN-Ausdauerstest genau definierte Schritte und Formelberechnungen vor, sodass eine individuelle und adäquate Trainingsherzfrequenz für ein aerobes Ausdauertraining erstellt werden kann.

Aufgrund der Tatsache, dass bei jedem Patient auf jeder Belastungsstufe der Laktatwert bestimmt wurde, erschien es uns jedoch aussagekräftiger (s. 2.2.6.1.7), die Trainingsempfehlung nicht über die Berechnung von Formeln

wieder zu geben, sondern von den entsprechenden Laktatwerten auf den jeweiligen Belastungsstufen abhängig zu machen.

2.2.7.1.8 Ultraschalltopometrie mit Coordinate Measuring System (CMS)

Bei dem im Rahmen unserer Studie verwandten Ultraschalltopometriemesssystem handelte es sich um ein PC-gestütztes 3D-Echtzeit-Ultraschallgerät der Firma Zebris (Coordinate Measuring System – CMS 50).

Bernhardt und Banzer (1998, 201) konnten zeigen, dass es sich bei diesem System um ein standardisiertes, reliables Testverfahren handelt, das sinnvoll und objektiv zur Inspektion der Wirbelsäulenhaltung und Wirbelsäulenbeweglichkeit in der Klink einsetzbar ist.

Meßprinzip:

Das Coordinate Measuring - System 50 umfasste einen Messaufnehmer (Messaufnehmerplatte auf Stativ) mit drei digitalen Mikrofonen sowie entsprechenden Mikrorechnern für die volldigitalisierte Signalverarbeitung. Mit Hilfe eines Ultraschall-Abtaststiftes „Pointer Mobility“ wurden Referenzpunkte am Schulter- und Beckengürtel sowie über entsprechenden Dornfortsätzen der Brustwirbelsäule und Lendenwirbelsäule gesetzt. Während der Messung wurden von den Ultraschallsendern Impulse ausgesandt, die von drei Mikrofonen des Messaufnehmers empfangen wurden. Durch die Bestimmung von Laufzeiten zu den einzelnen Mikrofonen wurden so die absoluten Raumkoordinaten der Markierungspunkte (Ultraschallsender) bestimmt (s. Abbildung 12).

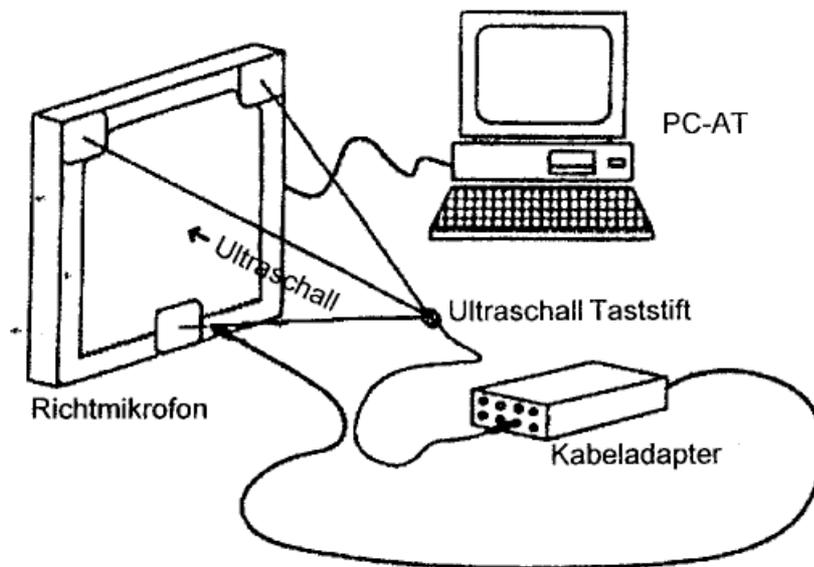


Abbildung 12: Erfassung dreidimensionaler Ortskoordinaten auf der Basis von Laufzeitmessungen der Ultraschallsignale des Taststifts zu den Richtmikrofonen.

Untersuchungsablauf:

Grundsätzlich wurde jede Messung immer von gleichzeitig zwei geschulten Personen vorgenommen, wobei die eine Person die eigentliche Messung durchführte und die zweite Person die Arbeit am PC verrichtete. Insgesamt waren drei Mitarbeiter unserer Klinik mit der Durchführung dieser Meßmethode vertraut, eine verantwortliche Ärztin, sowie zwei Medizinisch Technische Assistentinnen. Außerdem wurde stets darauf geachtet, dass Eingangstest und Endtest immer von ein und der selben Person durchgeführt wurden.

Konkret stellte sich der Untersuchungsablauf des sogenannten „Pointer Mobility Tests“ folgendermaßen dar:

Der Patient wurde in einer vorgegebenen Entfernung (maximaler Messabstand circa 2,5 m) von dem Messaufnehmersystem in stehender aufrechter Haltung positioniert. Ein Dreifachmarker wurde mittels eines Klettbandes am Beckengürtel, unterhalb der beiden Spinai iliaca posterior superior (SIPS) des Patienten, fixiert.

Mit Hilfe des „Pointer Mobility“ - Ultraschallabtaststiftes wurden zunächst Referenzpunkte am Schultergürtel (rechts und links vorderes Acromionneck) sowie am Beckengürtel (rechts und links SIPS sowie rechts und links SIAS) markiert (s. Abbildung 13). Anschließend wurde die Wirbelsäule mit dem Abtaststift entlang der Dornfortsätze von cranial nach caudal (C7 bis S3) 3 mal abgefahren. Für die

Studie erfolgte die Abtastung der Wirbelsäule bei aufrechter Körperhaltung, bei maximaler Flexion (Abbildung 14), bei maximaler Extension sowie bei maximaler Lateralflexion nach links und nach rechts. Ziel war es, die maximale Beweglichkeit in Extension, Flexion und Wirbelsäulenlateralflexion zu Rehabeginn und am Ende der Reha zu erfassen.

Übergeordnete Fragestellung im Rahmen der Ultraschallmessungen war es demnach, ob sich die Beweglichkeit der Wirbelsäule nach Durchlaufen des Behandlungs- und Trainingsprogramms verbessert hatte und ob die Patienten des Interventionsprogramms besser abschnitten als die Patienten der Kontrollgruppe.



Abbildung 13: Setzen eines Referenzpunktes an der Spina iliaca posterior superior (SIPS) rechts mit dem „Pointer Mobility“-Abtaststift.



Abbildung 14: Abtastung der Wirbelsäule von cranial nach caudal bei maximal flektierter Rumpfposition.

2.2.7.1.9 Hebetest - Progressive Isoinertial Lifting Evaluation (PILE) in Anlehnung an Mayer T. et al. (1988)

Bei der Suche nach einem Hebetest, der möglichst valide, objektive und reliable Aussagen über die funktionelle Hebekapazität von Rückenschmerzpatienten liefern sollte, mussten wir bald feststellen, dass es im deutschsprachigen Raum keine derartigen Messinstrumente zur Quantifizierung der Hebekapazität gab. Aufgrund der Vielzahl der einzelnen Tests, die die Patienten im Rahmen unseres Projektes insgesamt durchlaufen mussten, aber auch aus Kostengründen waren wir gezwungen, den Test auch unter dem Aspekt der Ökonomie zu sehen. Eine möglichst kurze Durchführungszeit, geringer Materialverbrauch, eine einfache Handhabung sowie eine schnelle und unkomplizierte Auswertung standen hierbei auch im Vordergrund. Unter diesen Voraussetzungen fiel die Entscheidung auf den von Tom G. Mayer am „Productive Rehabilitation Institute of Dallas for Ergonomics“ (PRIDE) entwickelten PILE Test (Progressive Isoinertial Lifting Evaluation) (Mayer, T. et al. 1988, 1993).

Testbeschreibung:

Dieser Test bestand aus 2 Untertests, Lumbaltest und Cervikaltest. Der Lumbaltest umfasste den Hebevorgang vom Boden bis zur Taille (0 – 30 inch bzw. 0 cm – 76 cm). Der Cervikaltest umfasste den Hebevorgang von der Taille bis zur Schulterhöhe (30 – 54 inch bzw. 76 cm – 137cm).

Bei beiden Tests ging es darum, eine Plastikbox, die ein Eigengewicht von 3 Pfund aufweist, mit zunehmenden Gewichten gefüllt, a) vom Boden bis zur Taille (Lumbaltest) und b) von der Taille bis zur Schulterhöhe (Cervikaltest) in einem bestimmten Ablauf in ein Regal anzuheben.

Frauen begannen mit einer Anfangslast von 8 Pfund (= 5 Pfund + 3 Pfund Plastikbox), Männer mit 13 Pfund (= 10 Pfund + 3 Pfund Plastikbox).

Lumbal – und Cervikaltest wurden immer unabhängig voneinander durchgeführt.



Abbildung 15: Lumbal – Test.

A) Lumbal – Test (s. Abbildung 15)

Ein „Hebezirkel“ umfasste 20 Sekunden und beinhaltete 8 Hebeaktionen:

- Vom Boden auf Taillenhöhe (76 cm),
- von Taillenhöhe zum Boden (insgesamt 4 x).

Dieser Hebezirkel wurde fortlaufend wiederholt. Bei jedem neuen Hebezirkel, alle 20 sek., wurde dabei das Gewicht genau um das Anfangsgewicht erhöht, also bei Frauen jeweils immer um 5 Pfund und bei Männer immer um 10 Pfund. Die Aneinanderreihung der Hebezirkel erfolgte immer ohne Pause.



Abbildung 16: Cervikal – Test.

B) Cervikal – Test (s. Abbildung 16)

Ein „Hebezirkel“ umfasste ebenfalls 20 Sekunden und beinhaltete 8 Hebeaktionen:

- Von Taillenhöhe bis Schulterhöhe (137),
- von Schulterhöhe bis Taillenhöhe (insgesamt 4 x).

Dieser Hebezirkel wurde fortlaufend wiederholt. Bei jeden neuen Hebezirkel, alle 20 sek. wurde dabei das Gewicht genau um das Anfangsgewicht erhöht, bei Frauen wieder jeweils um 5 Pfund und bei Männer um 10 Pfund.

Um auch die Herz-Kreislaufbelastung mit zu erfassen, wurden alle Patienten während der Testdurchführung mit einer Polar Pulsuhr + Messgurt ausgestattet.

Abbruchkriterien:

Abgebrochen wurde der Test, wenn:

- Der Patient „nicht mehr konnte“, also aufgrund von Ermüdung, Schmerzen oder Erschöpfung → Psychophysical end-point.
- Der Patient eine definierte Pulsfrequenz erreicht hatte (maßgebend ist hier die „Target Heart Rate“-Liste die der Test vorgibt) → Aerobic end-point.
- Der Patient ein Hebegewicht von 50% des eigenen Körpergewichts erreicht hatte → Safety end-point.

Ergebnisdokumentation:

Die folgenden Ergebnisse wurden bei jedem Test erfasst und dokumentiert:

- Maximales Gewicht, das insgesamt gehoben wurde, a) im Lumbal- und b) im Cervikal-Test.
- Gesamtzeit, die benötigt wurde bis zum Abbruch des Tests.
- Die zum Schluss, bei Abbruch, erreichte Herzfrequenz.
- Berechnung von Arbeit = Kraft x Weg ($W = N \times m = Nm$).
- Berechnung der Leistung = Arbeit / Zeit ($P = Nm : s = Watt$).

2.2.7.1.10 Messung der Lendenwirbelsäulenbeweglichkeit nach Schober

Der sogenannte Schober-Test ist eine Methode zur groben Bewertung der Beugefähigkeit der LWS. Dieser Test wurde jeweils vom behandelnden Stationsarzt im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung und am Ende der Reha bei der Abschlussuntersuchung durchgeführt. Der Patient befand sich während der Untersuchung in stehender Position. Der Arzt suchte und markierte den Dornfortsatz S1, danach maß er eine 10 cm lange Strecke nach kranial auf der Wirbelsäule aus und markierte diese Strecke. Der Patient wurde dann aufgefordert, sich maximal nach vorne zu beugen. Die sich ergebende Längenveränderung wurde schließlich erfasst und dokumentiert.

2.2.7.1.11 Messung und Dokumentation des Finger-Boden-Abstand (FBA)

Der Fingerbodenabstand – Test (FBA) setzt sich aus der Hüftbeweglichkeit, der Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskulatur und der Flexionsmöglichkeit der LWS zusammen. Der Fingerbodenabstand wurde durch die Inklinatation der gesamten Wirbelsäule, sowie die Beugung in den Hüften bei beidseits vollgestreckten Knien bestimmt. Dieser beträgt im Normalfall 0 –10 cm, fällt jedoch bei untrainierten Menschen und vor allem bei älteren Menschen oftmals größer aus, ohne dass krankhafte Veränderungen zugrunde liegen müssen. Zudem kann dieser Vorbeugetest auch Aufschlüsse über die Nervendehnfähigkeit (Lasègue-Zeichen) liefern.

2.2.7.1.12 Straight-Leg-Raising (SLR) – Test

Der SLR-Test erfolgte ebenfalls im Rahmen der ärztlichen Untersuchungen bei der Patientenaufnahme und -entlassung. Während dieses Tests lag der Patient in Rückenlage auf einer Behandlungsbank. Der Arzt hob das gestreckte Bein an, der Patient hielt dabei seinen Fuß in Dorsalflexion. Das Anheben des gestreckten Beines erfolgte bis zum Ende des möglichen Bewegungsbereiches, also bis der Patient ein Ziehen oder einen ausstrahlenden Beinschmerz, myalgischer oder neuralgischer Art, verspürte bzw. bis ein Ausweichen mit dem Becken erkennbar wurde. Gemessen wurde mit Hilfe eines Winkelmessers der Winkel zwischen Behandlungsbank und gestrecktem Bein.

2.2.7.1.13 Body Mass Index (BMI)

Der Body Mass Index stellt einen Konstitutionsindex dar. Er wird berechnet als Quotient von Körpermasse (gemessen in kg) und quadrierter Körperhöhe (gemessen in m). So hatte z.B. eine Person von 2 m Körperhöhe und 100 kg Körpermasse einen BMI von 25. Der BMI gibt einen guten Hinweis auf mögliche

Adipositas. Eine „normalgewichtige“ Person hat Indexwerte zwischen 23 und 25. Werte über 27 gelten als Indikator für Übergewicht, Werte unter 21 indizieren Untergewicht.

Erfasst wurde der BMI ebenfalls bei der ärztlichen Aufnahme- und Entlassungsuntersuchung.

2.2.7.2 Erfassung der funktionellen Kapazität und aktuellen Schmerzintensität

2.2.7.2.1 Der Funktionsfragebogen Hannover FFbH-R

Der FFbH-R ist ein von Kohlmann T. und Raspe H. (1996) entwickelter Fragebogen, mit dem Ziel, Aussagen über die Selbsteinschätzung von Rückenschmerzen oder Störungen der Komplexbewegungen zu erhalten. Es handelt sich um ein vollstandardisiertes Verfahren zur Selbstbeurteilung. Die als Fragen formulierten Items repräsentieren alltägliche Tätigkeiten aus verschiedenen Lebensbereichen. Die Beantwortung erfolgt auf einer 3-Punkte-Skala mit den Antwortmöglichkeiten „Ja“, „Ja aber nur mit Mühe“ und „Nein, oder nur mit fremder Hilfe“. Der FFbH-R umfasst insgesamt 12 Items und beansprucht durchschnittlich etwa 5 Minuten Bearbeitungszeit. (Anhang S. 243)

Nach Westhoff (1993, 287) handelt es sich um ein leicht verständliches Instrument mit guter Akzeptanz bei Patienten und Personal. Nach Westhoff geben die Autoren an, dass sie bei der Entwicklung des Instruments besonders auf die Erfüllung psychometrischer Gütekriterien -Quantifizierung der Kategorien, innere Konsistenz, Retestreliaibilität und kriterienbezogene Validität- geachtet haben.

2.2.7.2.2 Die Numerische Rating Skala - Schmerzskala (NRS)

Bei der NRS handelt es sich um eine 12 cm lange Linie mit 10 Unterteilungen. Auf der linken Seite dieser Skala liegt das Extrem „überhaupt kein Schmerz“ (= 0), auf der rechten Seite liegt das andere Extrem „maximaler Schmerz“ (=10).

Auf dieser Skala sollte der Patient seine jeweilige momentane Schmerzempfindung ankreuzen, bei Rehabilitationsbeginn und am Ende des Behandlungsprogramms (Anhang S. 249)

„Die Vorteile dieser kurzen Verfahren sind vor allem untersuchungstechnischer Art und liegen in der Einfachheit der Instruktion, in der hohen Plausibilität für den Laien und in der schnellen und unaufwendigen Durchführbarkeit. Dem stehen jedoch Nachteile wie etwa Undifferenziertheit gegenüber den vielfältigen Aspekten des Schmerzerlebens, Auffälligkeit für Antworttendenzen und unklare Bezugsrahmen für die zu beurteilende Schmerzstärkenangabe gegenüber“
(Geissner 1991, 146).

Trotzdem hat sich die NRS generell als valides, reliables und änderungssensitives Maß der subjektiven Schmerzempfindung bewährt (Jensen et al. 1986, 117; Kremer et al. 1981, 241 Price et al. 1983, 45).

2.3 Stichprobenbeschreibung

2.3.1 Deskription und Charakteristik der Stichprobe

Im Rahmen der vorliegenden Studie haben insgesamt 126 Patienten (n = 101) und Patientinnen (n = 25) teilgenommen. Der Interventionsgruppe wurden per Cluster-Randomisierung 65 Patienten zugewiesen (55 Männer, 10 Frauen), der Kontrollgruppe mit der Standardbehandlung bisher 61 Patienten (46 Männer, 15 Frauen). Insgesamt 24 Patienten haben die Durchführung abgebrochen (19,0 %): 17 der Experimental- und 7 der Kontrollgruppe. Der Altersdurchschnitt in beiden Gruppen liegt bei 45 Jahren und einer Spannweite von 36, zwischen 21 und 57 Jahren.

Zusätzliche Informationen über die Charakteristik und Zusammensetzung der vorliegenden Stichprobe können der folgenden Übersicht entnommen werden.

Von den 126 Patienten und Patientinnen haben 101 alle Testungen und Erhebungen zum Messzeitpunkt Rehabilitationsende (t1) absolviert.

Tabelle 13: Beschreibung der Gesamtstichprobe (N = 126).

	Interventionsgruppe		Kontrollgruppe	
Geschlecht	N		N	
Gesamt	65		61	
Männlich	55		46	
Weiblich	10		15	
Alter in Jahren ($\bar{x} \pm s$)	x = 44,9	s = 7,7	x = 45,2	s = 6,1
Studienabbrecher	N	%	N	%
Gesamt	17	13,5	7	5,5
Männlich	13	12,9	4	4,0
Weiblich	4	16,0	3	12,0
Schulbildung	N	%	N	%
Hauptschule	56	88,9	54	88,5
Realschule / Mittlere Reife	4	6,3	3	4,9
Abitur / Fachhochschulreife	1	1,5	3	4,9
Andere Schulabschlüsse	1	1,5	0	0,0
Keinen Schulabschluss	1	1,5	1	1,6
Beruf (n / %)	N	%	N	%
Lehre	50	79,4	45	73,8
Fachschule	5	7,9	3	4,9
Andere Berufsausbildung	0	0,0	7	11,5
Keine Berufsausbildung	8	12,3	6	9,8
Keine Angaben	2	3,4	0	0,0
Derzeitige Erwerbstätigkeit	N	%	N	%
Ganztags	51	78,0	46	73,8
Halbtags oder weniger	2	3,4	4	6,5
Hausfrau bzw. Hausmann	1	1,7	4	6,6
Arbeitslos bzw. Erwerbslos	7	11,9	6	9,8
Anderes	3	4,1	2	3,3

2.3.2 „Drop-out“ Analyse

Aufgrund der hohen Abbrecherquote - 17 in der Interventionsgruppe und 7 in der Kontrollgruppe - erschien es angebracht, die Fraktion der Abbrecher bzw. „Drop-outs“ genauer zu beleuchten. Drei Fragestellungen standen dabei im Vordergrund:

- Welche Patienten brechen das Behandlungsprogramm ab?
- Welche Gründe werden für den Abbruch des Behandlungsprogramms angegeben?
- Lassen sich systematische Unterschiede zwischen Studienpatienten und Drop-outs mit Blick auf das Eingangsprofil zu Beginn der Rehabilitation eruieren?

2.3.2.1 Deskription der ausgefallenen Patienten

Abbildung 17 verdeutlicht noch einmal den prozentualen Anteil der Studienabbrecher und der Studienpatienten, die ihr Behandlungsprogramm vollständig absolvierten.

Es wurde offensichtlich, dass die Abbrecher-Quote beim Work Hardening mit 26 % deutlich höher lag als die Quote beim Standard-Reha-Programm (11 %).

Bei der geschlechtsspezifischen Differenzierung wurde deutlich, dass Frauen prozentual gesehen häufiger aus der Studie ausstiegen als Männer, egal ob sie der Interventions- oder Kontrollgruppe zugehörig waren. Das Work Hardening - Programm haben insgesamt 40 % der Patientinnen abgebrochen, während der Prozentsatz der männlichen Patienten hier bei 24 % lag (s. Abbildung 18).

Aber auch beim Standardprogramm waren Drop-outs zu verzeichnen, hier lag der Prozentsatz der Frauen (20%) ebenfalls höher als der prozentuale Anteil der Männer (9%) (s. Abbildung 19).

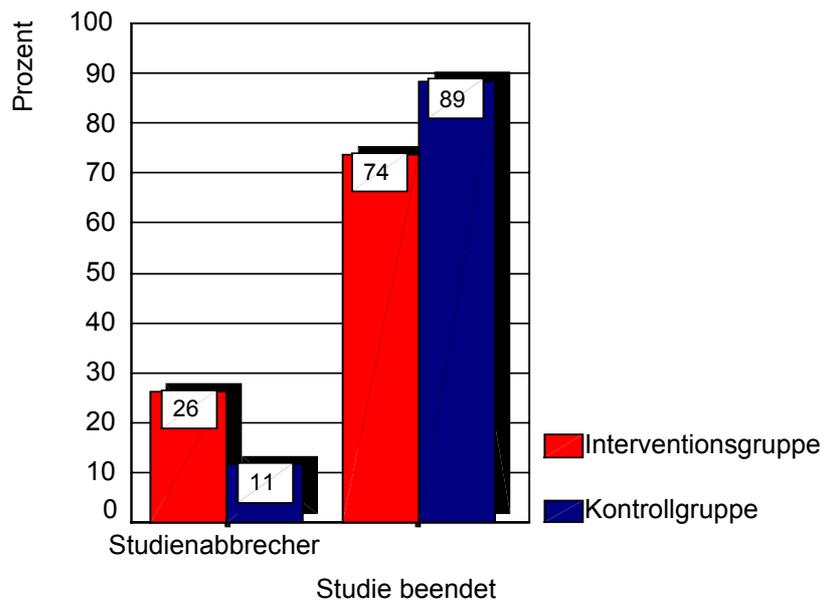


Abbildung 17: Prozentualer Anteil der Studienabbrecher und der Patienten /- innen, die das Behandlungsprogramm vollständig absolvierten in den beiden Behandlungsprogrammen.

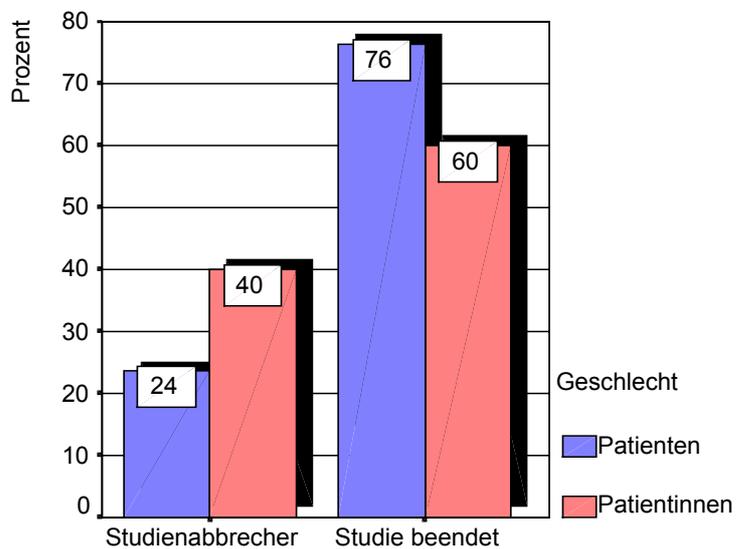


Abbildung 18: Prozentuale Drop-out-Rate in der Interventionsgruppe (Work Hardening), differenziert zwischen Patienten und Patientinnen.

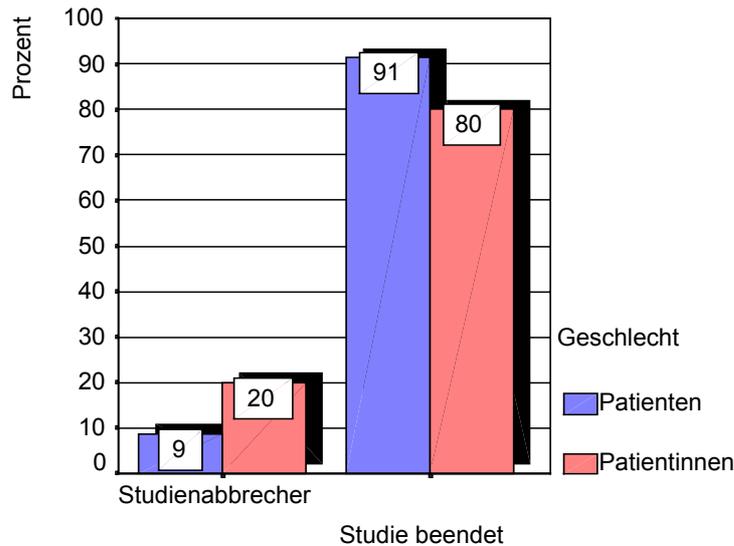


Abbildung 19: Prozentuale Drop-out-Rate in der Kontrollgruppe (Standardprogramm), differenziert zwischen Patienten und Patientinnen.

Inwieweit der Abbruch eines der beiden Behandlungsprogramme auch vom Lebensalter abhängt, spiegelt Abbildung 20 wider. Das durchschnittliche Lebensalter lag bei den Drop-outs tendenziell höher als bei denen, die die Studie beendeten, egal ob der Interventions- oder Kontrollgruppe zugehörig. Dennoch zeigte sich dieser Unterschied, nach einer statistischen Auswertung mit t-Test für unabhängigen Stichproben, als statistisch nicht bedeutsam (Interventionsgruppe: $T=1.228$; $df=63$; $p=0.224$; Kontrollgruppe: $T=0.675$; $df=59$; $p=0.503$).

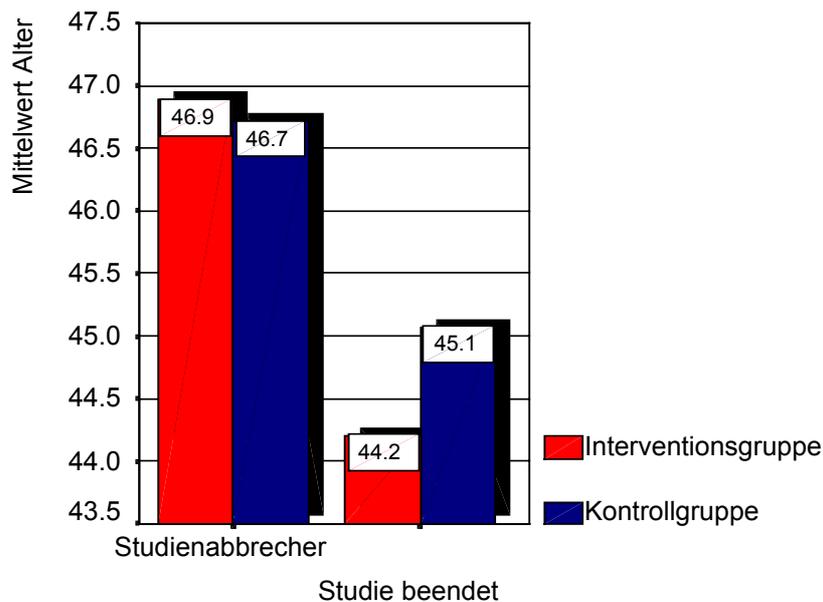


Abbildung 20: Vergleich Lebensalter, Studienabbrecher vs. Studienpatienten.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse und aufgrund der hohen Zahl an Studienabbrecher, besonders beim Work Hardening Programm, muss man sich fragen, ob eine derartige Behandlung chronischer Rückenschmerzen in der stationären Rehabilitation der Rentenversicherung effektiv und effizient sein kann. 40 % der teilnehmenden Frauen sind beim Work Hardening vorzeitig ausgestiegen, bei den Männern waren es immerhin 24 % - Zahlen, die für sich sprechen.

Interessant stellte sich auch die Altersverteilung dar. Es schien, dass das Alter mit eine Rolle für den Behandlungserfolg spielen könnte. Das durchschnittliche Alter der Abbrecher lag in der Interventionsgruppe, aber auch in der Kontrollgruppe, höher als das Durchschnittsalter derer, die das Behandlungsprogramm beendeten.

2.3.2.2 Gründe für einen Studienabbruch

Patienten, die vorzeitig aus einem der beiden Behandlungsprogrammen ausstiegen, gaben unterschiedliche Gründe für ihr Abbrechen an. Die 7 Patienten, die vorzeitig aus der Kontrollgruppe ausstiegen, führten folgende Gründe an:

Akute Rückenschmerzen - akute Kniebeschwerden - Erkältung - akute HWS-Beschwerden nach Autounfall - Herzrhythmusstörungen, die sich bereits beim Ausdauertest bemerkbar machten (2x) - Behandlungsprogramm zu umfangreich. Der letztere Grund, „das Behandlungsprogramm sei zu umfangreich“, wurde beim Standardprogramm nur einmal genannt. Beim Work Hardening jedoch war dies einer der am häufigsten genannten Gründe für einen Studienabbruch.

Im Einzelnen wurden beim Work Hardening Programm folgende Gründe für einen Ausstieg erwähnt:

- Zunehmende Schmerzen in Verbindung mit zusätzlicher Medikamentengabe.
- Physische und psychische Überforderung („alles zu viel“, „zu stressig“).
- Fehlen einer unmittelbaren Besserung; Schmerzlinderung nicht erkennbar.
- Wunsch nach passiven Maßnahmen (Fango, Massage, Strom,..) zu groß.
- Kognitive Überforderung und Desinteresse bei den psychologischen und verhaltenstherapeutischen Therapiemaßnahmen.

Abbrüche im Sinne von „Non-Beginner“, d.h. der Abbruch erfolgte bereits an einem der ersten beiden Tagen, also noch während der funktions- und leistungsdiagnostischen Testung, waren in Behandlungsgruppen gleichermaßen

gegenwärtig. Gründe wie z.B. das Auftreten akuter Schmerzen bereits bei der Testung (2x), Verletzungen (1x) oder massive Herzrhythmusstörungen (3x) standen hier im Vordergrund.

2.3.2.3 Unterschiede zwischen Studienpatienten und Drop-outs.

Lassen sich systematische Unterschiede zwischen Studienpatienten und Drop-outs mit Blick auf das Eingangsprofil zu Beginn der Rehabilitation eruieren? Grundlage hierfür bildeten zwei Fragebögen, die jeweils zum Messzeitpunkt t0 von den Patienten ausgefüllt wurden. Es handelte sich dabei zum Einen um den Fragebogen „Soziodemographische Merkmale“ (Deck 1998) (Anhang S. 240f), zum Anderen um den Fragebogen „Rehabilitationsbezogene Erwartungen und Motivationen“ (Deck 1997), (Anhang S. 244f).

Ziel unserer Untersuchungen war es, festzustellen, ob sich die Studienabbrecher bereits zum Messzeitpunkt t0 bezüglich ihrer soziodemographischen Merkmale und bezüglich ihrer Rehaerwartung von den Patienten unterschieden, die das gesamte Behandlungsprogramm absolvierten. Die statistische Überprüfung erfolgte hierfür mit einem Mann-Whitney U-Test für unabhängige Stichproben. Die Ergebnisse, dargestellt in Tabelle 14, zeigen, dass für das Merkmal „Berufliche Stellung“ bereits zu t0 ein signifikanter Unterschied zwischen Abbrechern und Studienpatienten vorlag. Beim Merkmal Schulabschluss ist lediglich eine deutliche Tendenz sichtbar, aber ohne statistische Signifikanz (Anhang S. 253). Bei allen anderen soziodemographischen Daten waren die Unterschiede zu Rehabeginn, zumindest statistisch gesehen, nicht signifikant.

Tabelle 14: Unterschiede zwischen Studienabbrecher und Studienpatienten in bezug auf ihre soziodemographischen Daten (t0).

	Geschlecht	Alter	Schulabschluss	Berufsausbildung
Mann-Whitney-U	1083.000	1014.000	968.000	1070.500
Wilcoxon-W	6336.000	6267.000	1221.000	1323.500
Z	-1.268	-1.307	-1.834	-.455
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.205	.191	.067	.649

	Zur Zeit erwerbstätig	Berufliche Stellung	Nettoeinkommen
Mann-Whitney-U	1047.500	911.000	1039.500
Wilcoxon-W	6300.500	6164.000	1270.500
Z	-.676	-2.512	-.218
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.499	.012	.828

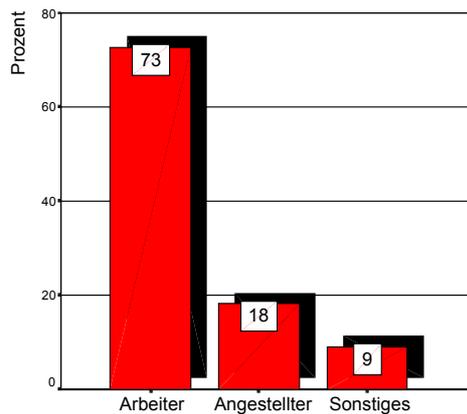


Abbildung 21: Beruflichen Stellung (prozentuale Anteile) bei der Gruppe der Abbrecher.

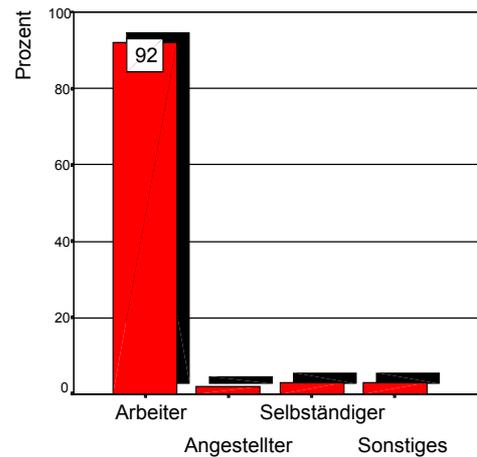


Abbildung 22: Berufliche Stellung (prozentuale Anteile) bei der Gruppe der Nicht-Abbrecher.

Die Abbildungen 21 und 22 verdeutlichen nochmals den Unterschied bezüglich „Berufliche Stellung“, zwischen Abbrechern und Nicht-Abbrechern. Die Gruppe der Abbrecher setzte sich aus 73 % Arbeiter und 27% Angestellte und Sonstige (z.B. Auszubildende, Wehrpflichtige, Praktikanten) zusammen, im Gegensatz zu den Nicht-Abbrechern, bei denen die Arbeiter mit 92 % vorherrschend waren. Im Rahmen unserer Untersuchungen schien es, dass Angestellte und sonstige Berufsgruppen eher dazu neigten, eines der Behandlungsprogramme vorzeitig abzuberechnen, als Arbeiter.

Mit Hilfe des von Deck et al. (1998) entwickelten Fragebogens „Rehabilitationsbezogene Erwartungen und Motivationen“ wollten wir überprüfen, ob eine am Rehabilitationsbeginn bestehende Patientenerwartung, ein Prädiktor für das Durchhalten oder Nichtdurchhalten eines intensiven und umfangreichen Behandlungsprogramms sein kann.

Der oben erwähnte Fragebogen ist in vier verschiedene Themenbereiche gegliedert, in denen die Erwartungen und Wünsche an die Rehabilitationsmaßnahme mit Hilfe untergeordneter Items abgefragt wurden.

Vergleicht man die Erwartungen und Wünsche zum Zeitpunkt Rehabilitationsbeginn und wertet die Daten statistisch (U-Test) aus, so stellte sich heraus, dass sich die Erwartungen an die Rehabilitation zwischen Studienabbrecher und Studienpatienten nicht unterschieden (Anhang S.253). Dies verdeutlichen auch die in Tabelle 15 zusammengestellten Ergebnisse.

Tabelle 15: Unterschiede zwischen Studienabbrecher und Studienpatienten in bezug auf ihre Erwartungen an die Rehabilitation (t0).

	Wohlbefinden / Erholung	Diagnose / Therapie	Krankheitsbe- wältigung	Rente / Beruf
Mann-Whitney-U	1104.500	967.500	1031.000	1032.500
Wilcoxon-W	1357.500	1220.500	1284.000	6285.500
Z	-.043	-1.077	-.602	-.588
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.966	.282	.547	.557

3. Ergebnisse und Diskussion

Statistik

Sämtliche Analysen und statistischen Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows in der Version 10.0 auf einem Personal Computer durchgeführt.

Die Prüfung auf Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen zum Messzeitpunkt t1 erfolgte je nach Voraussetzungen der Daten (Skalenniveau, Abhängigkeit der Variablen, Normalverteilung) mittels t-Tests für unabhängige Stichproben bzw. mit Hilfe nichtparametrischer Tests (z.B. Mann-Whitney-Test).

Zur Überprüfung der Veränderungen der Parameter über die Messzeitpunkte t0 (Rehabeginn) und t1 (Rehaende) kamen entweder nichtparametrische Verfahren (z.B. Wilcoxon-Test) oder für intervallskalierte normalverteilte Variablen parametrische Tests (z. B. t-Test) zur Anwendung.

Parametrische Testverfahren setzen immer eine Normalverteilung der zu untersuchenden Variablen voraus. Inwieweit eine Variable diese Voraussetzung erfüllt hat, wurde jeweils mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft.

Bei allen Testverfahren wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ definiert.

Weitere statistische Prozeduren, die im Rahmen der Datenauswertung zusätzlich eingesetzt wurden, werden in der Folge bei den entsprechenden Abschnitten zusätzlich erwähnt.

3.1 Kraftausdauertests der Rumpfmuskulatur

Bei den unter Punkt 2.2.7.1.2 bis 2.2.7.1.4 beschriebenen Tests handelt es sich um Verfahren zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur im klinischen Bereich. Die Bestimmung der Rumpfmuskelkraft wurde anhand von normierten Bewegungen beurteilt, die langsam, dynamisch und mit einem vorgegebenen Tempo (Metronom) durchgeführt wurden. Die Zahl der maximal möglichen Wiederholungen spiegelte die Kraftausdauer wider.

Bei der Ergebnisdarstellung der folgenden Kraftausdauertests wurden die Ergebnisse jeweils für Männer und Frauen getrennt betrachtet, da sich diese, mit

Ausnahme des Tests für die dorsale Streckerkette, signifikant zum Teil auch hochsignifikant voneinander unterschieden.

Im Einzelnen werden die Ergebnisse der drei verschiedenen Testverfahren aufgezeigt:

- Globaltest nach Spring et al. (1997).
- Bauchmuskelttest in Anlehnung an Spring et al. (1997).
- Kraftausdauerterest der dorsalen Streckerkette in Anlehnung an Müller & Hille (1996).

Die übergeordneten Fragestellungen lauteten:

- a) Besteht ein Unterschied der Kraftausdauerleistungsfähigkeit zwischen den beiden Behandlungsgruppen, Work Hardening (in der Folge als Interventionsgruppe bezeichnet) und „Standardprogramm“ (in der Folge als Kontrollgruppe bezeichnet), zum Messzeitpunkt t1?
- b) Haben sich sowohl bei der Interventions- als auch bei der Kontrollgruppe Verbesserungen und Effekte innerhalb des Untersuchungszeitraums von t0 auf t1 eingestellt?
- c) Sind die Mittelwertsdifferenzen der Interventionsgruppe größer als die der Kontrollgruppe?

Aus diesen Fragestellungen ließen sich folgende statistische Hypothesen ableiten:

- a) $H_0: \mu_0 = \mu_1$
 $H_1: \mu_0 \neq \mu_1$
- b) $H_0: \mu_{dif} = 0$
 $H_1: \mu_{dif} \neq 0$
- c) $H_0: \mu_{dif 0} = \mu_{dif 1}$
 $H_1: \mu_{dif 0} \neq \mu_{dif 1}$

Da sich die Daten metrisch (Anzahl der Wiederholungen!) und normalverteilt darstellten, erfolgte die Auswertung und Analyse der Daten ausschließlich mit parametrischen Verfahren (t-Test).

a) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Die statistische Prüfung auf Unterschiede der Kraftausdauerleistungen zum Messzeitpunkt t1 bei den beiden Behandlungsgruppen erfolgte mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben (Anhang S. 254-256).

Bei allen drei Kraftausdauertests zeigten sich nur geringfügige, aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1, sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen. Dies bedeutet, dass die Alternativhypothese ($H_1: \mu_0 \neq \mu_1$) zu Gunsten der Nullhypothese ($H_0: \mu_0 = \mu_1$) verworfen werden muss. Die beiden folgenden Tabellen fassen die wichtigsten Ergebnisse für Männer (Tab. 16) und für Frauen (Tab. 17) deskriptiv zusammen:

Tabelle 16: Ergebnisse Intervention vs. Kontrollgruppe bei t1 (Männer).

Gruppenstatistiken^a

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Globaltest, t1	Interventionsgruppe	39	97.38	36.79	5.89
	Kontrollgruppe	42	85.79	27.38	4.23
Bauch, t1	Interventionsgruppe	40	46.65	43.47	6.87
	Kontrollgruppe	42	44.57	28.28	4.36
Rückerstrecker, t1	Interventionsgruppe	40	35.30	10.45	1.65
	Kontrollgruppe	42	33.10	12.68	1.96

a. Geschlecht = männlich

Tabelle 17: Ergebnisse Intervention vs. Kontrollgruppe bei t1 (Frauen).

Gruppenstatistiken^a

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Globaltest, t1	Interventionsgruppe	6	58.17	28.69	11.71
	Kontrollgruppe	12	45.33	35.30	10.19
Bauch, t1	Interventionsgruppe	6	20.83	19.82	8.09
	Kontrollgruppe	12	29.83	14.81	4.27
Rückerstrecker, t1	Interventionsgruppe	6	36.67	10.25	4.18
	Kontrollgruppe	12	29.92	13.79	3.98

a. Geschlecht = weiblich

b) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Zur Überprüfung der Frage, ob sich die beiden Behandlungsgruppen im Laufe des 3-wöchigen Behandlungsprogramms grundsätzlich verbessert haben, wurde ein t-Test für abhängige Stichproben angewandt. Dabei stellten sich für die einzelnen Kraftausdauertests folgende Ergebnisse dar (Anhang, S. 256-265):

Globaltest:

Die folgenden Abbildungen (23 und 24) und Tabellen (18 und 19) zeigen eindrucksvoll einen hochsignifikanten Anstieg der Kraftausdauer beim Globaltest für Patienten und Patientinnen.

Tab. 18: Signifikanzprüfung der Vorher- Nachher- Effekte beim Globaltest (Männer und Frauen).

		T	df	Sig. (2-seitig)
Männer	Globaltest, t0 - t1	-11.619	80	.000
Frauen	Globaltest, t0 - t1	-4.545	17	.000

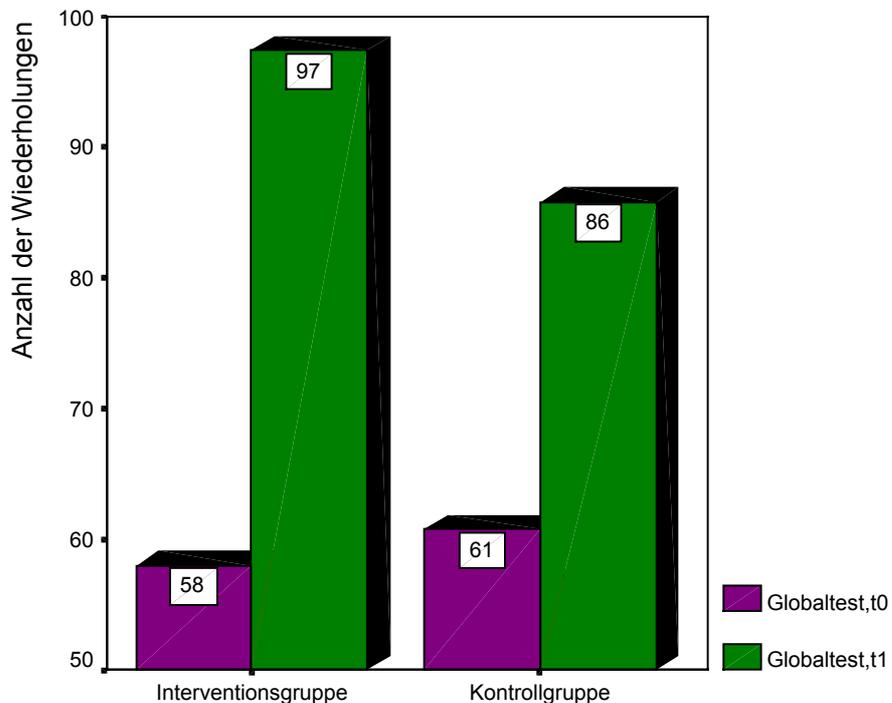


Abbildung 23: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Männer beim Globaltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

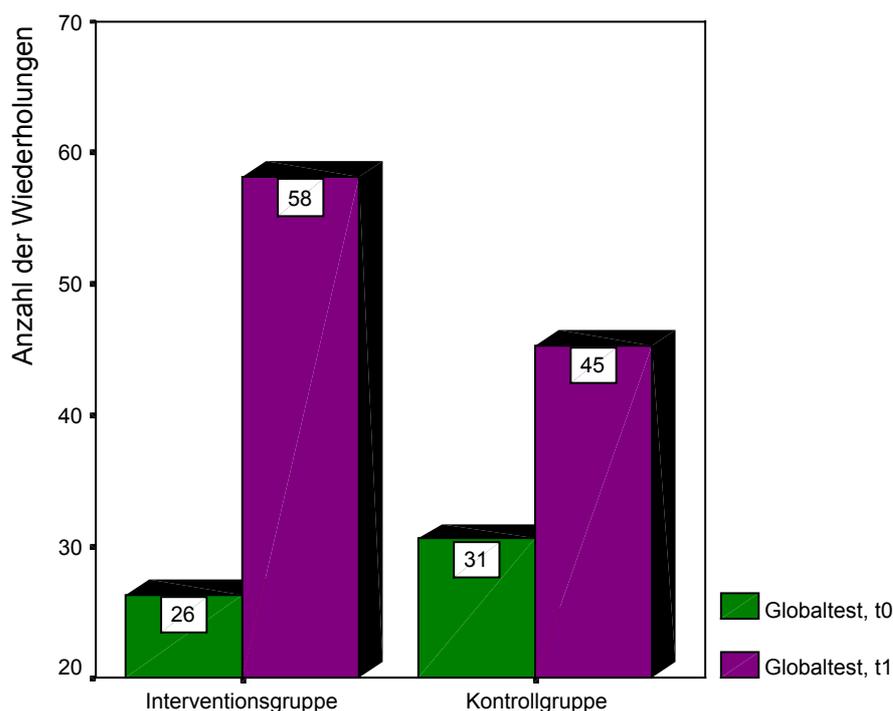


Abbildung 24: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Frauen beim Globaltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tab. 19: Deskriptive Darstellung der Prae- Postergebnisse beim Globaltest.

	Behandlungsprogramm							
	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
	Gültige N	Mittelw.	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.	Gültige N	Mittelw.	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
männl. Global, t0	N=42	58	23	4	N=42	61	28	4
Global, t1	N=39	97	37	6	N=42	86	27	4
weibl. Global, t0	N=6	26	19	8	N=12	31	25	7
Global, t1	N=6	58	29	12	N=12	45	35	10

Sowohl in der Interventionsgruppe, als auch in der Kontrollgruppe stellten sich hochsignifikante Leistungsanstiege ein. Dies bedeutet, die Nullhypothese $H_0 (\mu_{dif} = 0)$ muss zu Gunsten der Alternativhypothese $H_1 (\mu_{dif} \neq 0)$ verworfen werden.

Bauchmuskelttest:

Das Ergebnis des t-Test für abhängige Stichproben, dargestellt in Tab. 20, zeigte auch beim Bauchmuskelttest eine hochsignifikante Prae- Post- Differenz in beiden Behandlungsgruppen, bei Patienten und Patientinnen gleichermaßen.

Tab. 20: Signifikanzprüfung der Vorher- Nachher Effekte beim Bauchmuskelttest (Männer und Frauen).

		T	df	Sig. (2-seitig)
Männer	Bauch, t0 - t1	-5.593	81	.000
Frauen	Bauch, t0 - t1	-3.344	17	.004

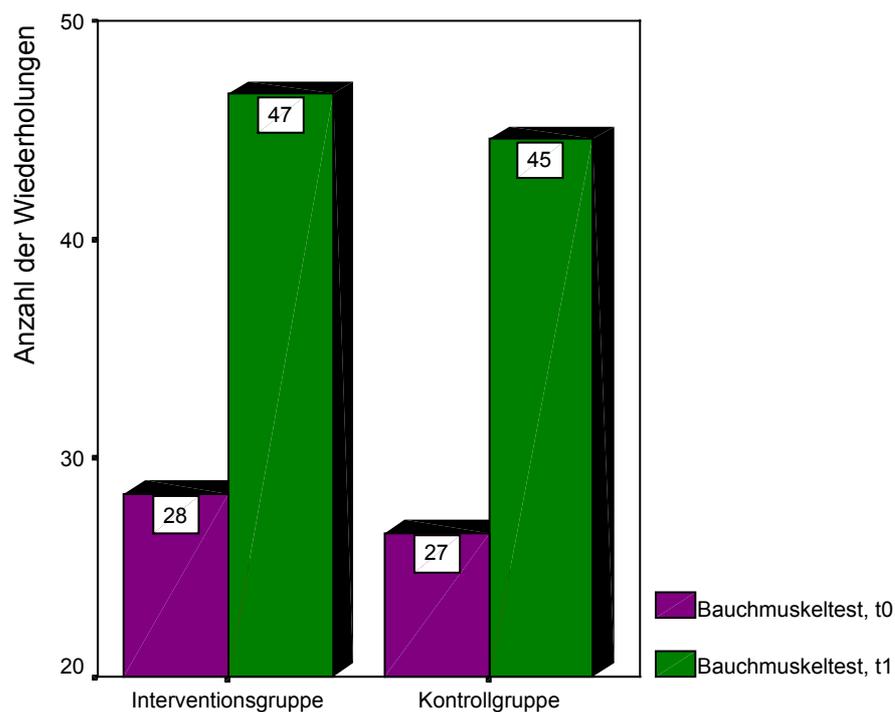


Abbildung 25: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Männer beim Bauchmuskelttest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

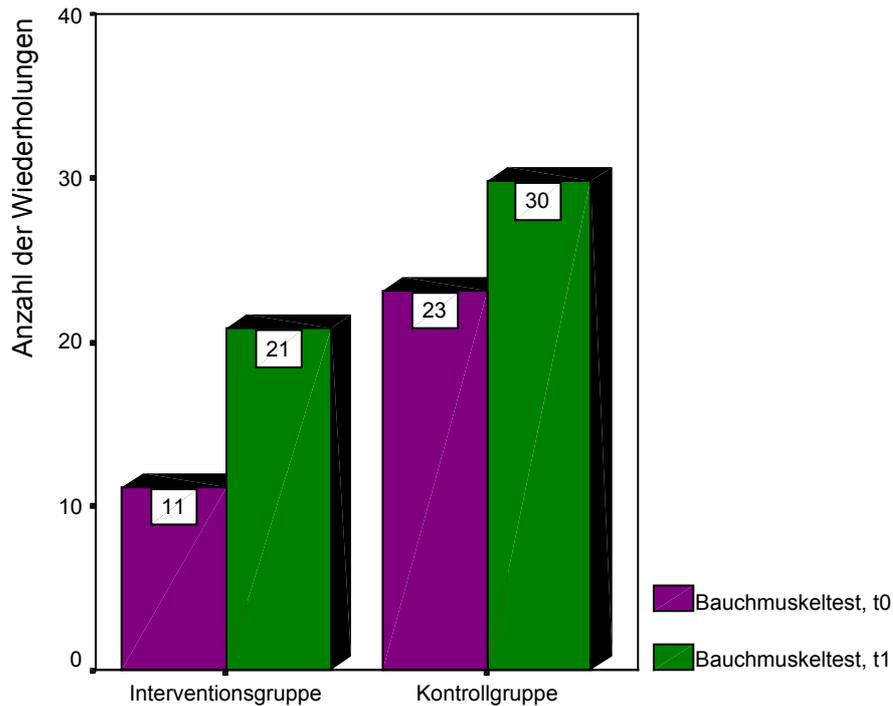


Abbildung 26: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Frauen beim Bauchmuskeltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tab.21: Deskriptive Darstellung der Prae- Postergebnisse beim Bauchmuskeltest.

	interventionsform							
	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
	Gültige N	Mittelw.	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.	Gültige N	Mittelw.	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
männl. Bauch,t0	N=42	28	17	3	N=42	27	13	2
Bauch,t1	N=40	47	43	7	N=42	45	28	4
weibl. Bauch,t0	N=6	11	14	6	N=12	23	11	3
Bauch,t1	N=6	21	20	8	N=12	30	15	4

Wie Abbildung 25 und 26 zeigen, konnten auch beim Bauchmuskeltest die Interventionsgruppe sowie die Kontrollgruppe hochsignifikante Leistungsanstiege von t0 auf t1 verzeichnen. Dies bedeutet somit auch hier die Annahme der Alternativhypothese $H_1 (\mu_{dif} \neq 0)$.

Rückenstreckertest:

Die Ergebnisse für den dritten Kraftausdauerstest, der sich auf die dorsale Streckerkette bezog, waren ähnlich gelagert wie beim Global- und Bauchmuskeltest. Auch hier zeigten sich hochsignifikante Anstiege der

gemessenen Wiederholungszahlen von t0 auf t1. Und auch hier muss die Alternativhypothese $H_1: \mu_{dif} \neq 0$ angenommen werden, wie aus den Tabellen 22 und 23 sowie den Abbildungen 27 und 28 hervorgeht.

Tab.22: Signifikanzprüfung der Vorher- Nachher Effekte beim Rückenstreckertest (Männer und Frauen).

		T	df	Sig. (2-seitig)
Männer	Rücken, t0 - t1	-8.572	81	.000
Frauen	Rücken, t0 - t1	-4.406	17	.000

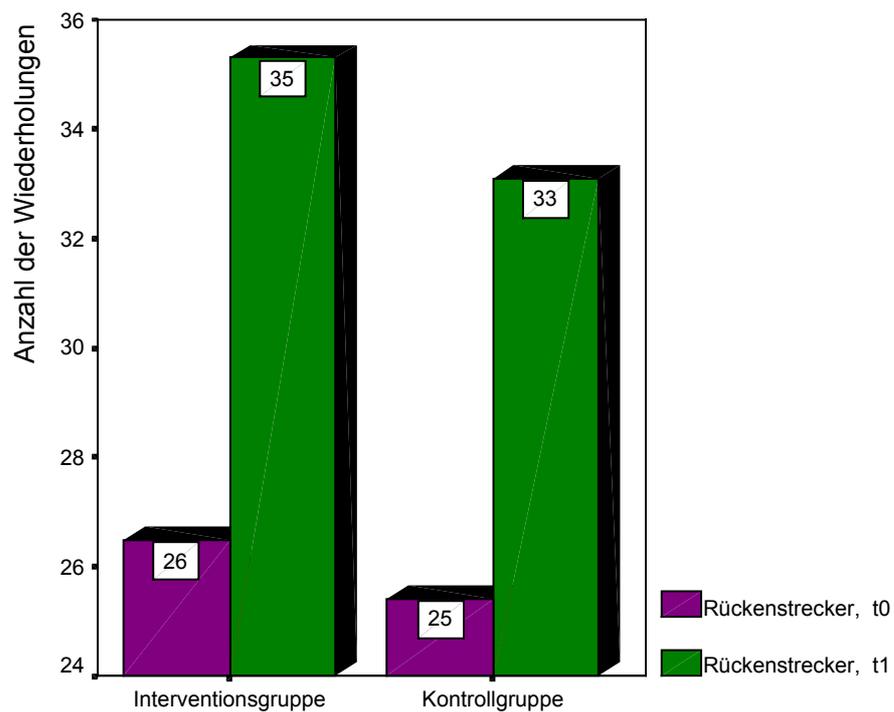


Abbildung 27: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Männer beim Rückenstreckertest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

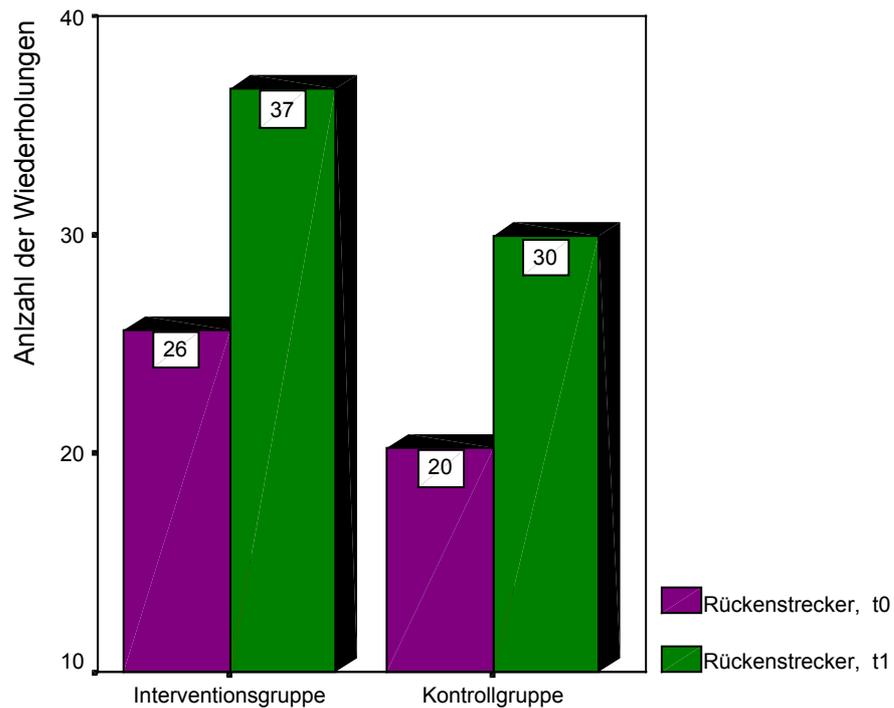


Abbildung 28: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Frauen beim Rückenstreckertest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tab. 23: Deskriptive Darstellung der Prae- Postergebnisse beim Rückenstreckertest.

	Behandlungsprogramm							
	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
	Gült. N	Mittelw.	Standardabw.	Standardfehler des Mittelw.	Gült. N	Mittelw.	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelw.
männl. Rücken,t0	N=42	26	9	1	N=42	25	9	1
Rücken,t1	N=40	35	10	2	N=42	33	13	2
weibl. Rücken,t0	N=6	26	7	3	N=12	20	9	2
Rücken,t1	N=6	37	10	4	N=12	30	14	4

c) Unterschied der Mittelwertsdifferenzen

Wie unter Abschnitt b) dargestellt, haben sich im Laufe der Rehabilitationsmaßnahme hochsignifikante Effekte und Kraftzuwächse in beiden Behandlungsgruppen eingestellt. Durch den Vergleich der Mittelwertdifferenzen ließ sich mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben feststellen, ob die

positive Kraftentwicklung bei einer der Behandlungsgruppen stärker ausgeprägt war. Dabei wurde wieder zwischen Männern und Frauen differenziert.

Bei einem α -Niveau von 5% und einseitiger Fragestellung zeigten sich für die drei Kraftausdauertests folgende Ergebnisse (Anhang S. 265-267).

Globaltest:

Die Tabelle 24 zeigt bei den Männern signifikante Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen zu Gunsten der Interventionsgruppe, bei den Frauen zwar deutliche, aber nicht signifikante Unterschiede.

Tab. 24: Vergleich der Mittelwertsdifferenzen beim Globaltest bei Männer und Frauen.

	T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	T	df	Sig. (2-seitig)
Differenz Globaltest t1 minus t0 (Männer)	2.708	79	.008
Differenz Globaltest t0 minus t1 (Frauen)	1.928	16.000	.072

Sowohl die Patientinnen als auch die Patienten der Interventionsgruppe konnten gegenüber der Kontrollgruppe ihre Leistungen von Rehabilitationsbeginn bis Rehabilitationsende beim Globaltest erheblich bzw. signifikant steigern. Deshalb darf, zumindest für die Männer, bei diesem Messparameter die Alternativhypothese, $H_1: \mu_{dif 0} \neq \mu_{dif 1}$ angenommen werden.

Bauchmuskeltest und Rückenstreckertest:

Während die Interventionsgruppe ihre Leistungen beim Globaltest erheblich besser entwickeln konnte, bestanden bei den beiden anderen Kraftausdauertests für die Rumpfmuskulatur keine nennenswerten Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe.

Diskussion

Bisher existieren kaum Erkenntnisse darüber, welche Testverfahren zur Erfassung der Kraftausdauer der Rumpfmuskulatur bei chronischen Rückenschmerzpatienten am geeignetsten sind. In der wissenschaftlichen Literatur gibt es jedoch deutliche Anzeichen dafür, dass teure und sehr aufwendige Geräte in der breiten Anwendung die hohen Anschaffungskosten nicht rechtfertigen (Newton & Waddell 1993; Newton et al. 1993). Sie konnten ihre Überlegenheit gegenüber einfacheren Verfahren nicht nachweisen.

Von Bedeutung bei der Auswahl der Testverfahren für unsere Studie war, dass sie möglichst einfach, ohne hohen zeitlichen, personellen und finanziellen Aufwand durchgeführt werden konnten und trotzdem für Rückenschmerzpatienten geeignet waren.

Gründe für die Auswahl der von Spring et al. entwickelten Tests (Globaltest und Bauchmuskeltest) waren einerseits das Vorliegen von Normdaten sowie andererseits die Tatsache, dass diese Tests auch in anderen Rückenschmerzstudien bereits erfolgreich eingesetzt wurden (Seeger et al. 1997, 16 ff).

Auch der Test zur Erfassung der Kraftausdauer der Extensorenkette, der von Müller & Hille 1995 für die Sportpraxis entwickelt wurde, erwies sich für unser Patientenklientel als gut geeignet. Der Unterschied bei unserer Testausführung bestand lediglich darin, dass wir im Gegensatz zu Müller & Hille keine Zusatzlasten einsetzten.

Betrachtet man die Ergebnisse der statistischen Prüfung auf Unterschiede zum Messzeitpunkt t_1 , wird deutlich, dass bei allen drei Rumpfmuskeltests keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen bestanden. Dies zeichnete sich bei den Männern genauso ab wie bei den Frauen. Lediglich das Ergebnis des Globaltests (Männer) ließ eine leichte Tendenz zu Gunsten der Interventionsgruppe erkennen ($T=1,617$; $df=79$; $p=0.110$). Durch einen Vergleich der Mittelwertdifferenzen ($t_1 - t_0$) der beiden Behandlungsgruppen wurde diese Tendenz sogar bestätigt. Es wurde deutlich, dass die Leistungsentwicklung der Interventionsgruppe bei den Männern signifikant, bei den Frauen zumindest tendenziell besser ausfiel.

Dieses signifikant bessere Abschneiden der Interventionsgruppe beim Globaltest kommt nicht unerwartet. Denn nur bei den Patienten, die das Interventionsprogramm durchlaufen haben, war die Globalübung ein fester Bestandteil des Konditionierungs- bzw. Trainingsprogramms, während das Trainingsprogramm der Kontrollgruppe diese Übungsform nicht beinhaltete.

Auch die Ergebnisse der Bauchmuskeltests überraschen nicht unbedingt. Anders als beim Globaltest ließen sich sowohl beim Vergleich des Leistungsstandes am Rehabilitationsende (t1) als auch beim Vergleich der Mittelwertsdifferenzen keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen ausmachen. In beiden Gruppen war ein Bauchmuskeltraining fester Bestandteil des Behandlungsprogramms. Obwohl das Bauchmuskeltraining in bezug auf Umfang, Intensität und Variabilität in der Work Hardening-Gruppe einen deutlich höheren Stellenwert einnahm konnte sich dies im Ergebnis nicht niederschlagen. Dies deutet darauf hin, dass ein Mehr an Trainingsumfang, -intensität und -variabilität, zumindest bei der vorliegenden Patientengruppe, nicht ein Mehr an Trainingserfolg bedeuten kann. In einem begrenzten Zeitraum von 3 – 4 Wochen können auch nur begrenzte Trainingsadaptationen ablaufen. (Vergleiche 3.2, S. 113 ff).

Dies gilt auch für den dritten Kraftausdauerstest.

Bei Betrachtung der Ergebnisse des Kraftausdauerstests für die Extensorenkette hätte man aufgrund des weitaus umfangreicheren und intensiveren Trainingsprogramms in der Interventionsgruppe eine Überlegenheit erwartet. Wider Erwarten zeigten sich jedoch zwischen den beiden Behandlungsgruppen, sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen, keine wesentlichen Unterschiede in der Entwicklung der Kraftausdauer der Rumpfextensoren. Dieses Ergebnis erstaunt deshalb, da das Behandlungsprogramm der Patientinnen und Patienten der Kontrollgruppe keine speziellen Übungen für die Rumpfextensoren beinhaltete.

Vergleicht man die Ergebnisse unserer gesamten Stichprobe (Durchschnittsalter 45 Jahre) mit den von Spring et al. (1997, 104 f) ermittelten Normwerten bei rückengesunden Probanden bzw. Probandinnen, zeigen sich deutliche Unterschiede. Die Männer schafften im Durchschnitt zum Messzeitpunkt t0, 60 Wiederholungen beim Globaltest. Wie Abbildung 29 zeigt, lagen sie damit

deutlich höher als der Normwert für 40-jährige rückengesunde Männer, der bei 47 Wiederholungen liegt.

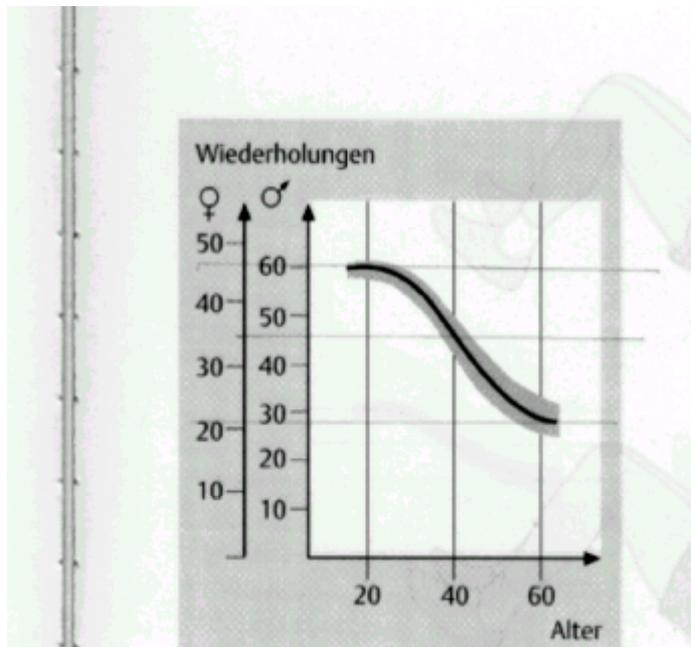


Abbildung 29: Graphische Darstellung der Wiederholungszahlen (Normwerte) beim Globaltest (Spring et al. 1997, 105).

Zum Messzeitpunkt t1 stieg die Anzahl der ausgeführten Wiederholungen auf durchschnittlich 91,4 und lag damit doppelt so hoch, wie die von Spring für 40-jährige Männer ermittelten Normwerte.

Die Frauen schafften bei t0 im Durchschnitt 25,6 Wiederholungen und lagen zu Rehabilitationsbeginn damit deutlich unter dem von Spring et al. ermittelten Wert von etwa 34 Wiederholungen. Zum Messzeitpunkt t1 erreichten die Frauen durchschnittlich 49,6 Wiederholungen. Dies bedeutet, dass die Frauen nach Durchlaufen des Behandlungsprogramms über den Werten für rückengesunde Frauen liegen.

Beim Kraftausdauertest für die ventrale Beugerkette (Bauchmuskeltest) konnten im Gegensatz zum Globaltest keine wesentlichen Unterschiede in der Kraftentwicklung von t0 auf t1 zwischen den beiden Behandlungsgruppen festgestellt werden. Dies war auch nicht anders zu erwarten, denn in beiden Behandlungsgruppen war das Bauchmuskeltraining ein fester Bestandteil des Trainingsplans im Rahmen der Medizinischen Trainingstherapie.

Beim Vergleich mit den Normwerten von Spring et al. (s. Abbildung 30) zeigten sich die Rückenpatienten unserer Studie bereits zum Messzeitpunkt t0 mit durchschnittlich 27,2 Wiederholungen leistungsfähiger als die rückengesunde Normwertpopulation von Spring et al., die im Schnitt lediglich 23 Wiederholungen schaffte. Zum Messzeitpunkt t1 fiel dieser Unterschied noch deutlicher aus, bei dem die Männer im Schnitt 45,6 Wiederholungen absolvierten, also fast doppelt so viel, wie der von Spring ermittelte Normwert.

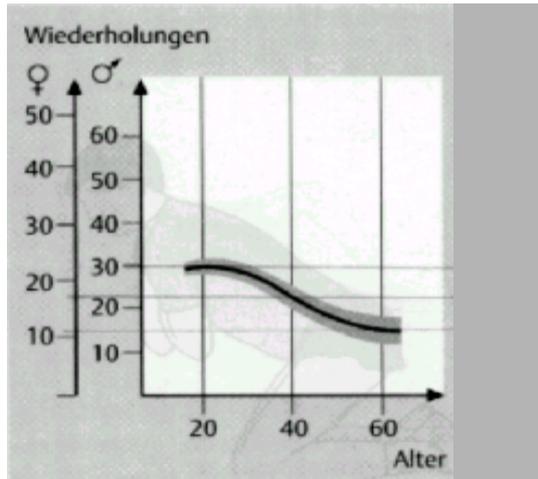


Abbildung 30: Graphische Darstellung der von Spring et al. (1997, 107) ermittelten Normwerte für den Bauchmuskeltest.

Die Patientinnen erreichten bei t0 durchschnittlich 17,6 Wiederholungen, was ziemlich genau mit dem Normwert für 40-jährige rückengesunde Frauen (17 Wiederholungen) übereinstimmt. Genauso wie die Männer konnten sich jedoch auch die Frauen nach Durchlaufen des Behandlungs- und Trainingsprogramms deutlich, um genau 34 %, steigern.

Hildebrandt et al., die 1996 ein multimodales Behandlungsprogramm für chronische Rückenschmerzpatienten evaluierten, setzten, ebenfalls im Rahmen ihrer somatischen Erhebungen, den von Spring et al. entwickelten Bauchmuskeltest ein. Hildebrandt kam zu ähnlichen Ergebnissen wie wir mit unseren Untersuchungen. Das Durchschnittsalter der „Hildebrandt-Stichprobe“ war mit 41,7 Jahren geringfügig jünger als das durchschnittliche Alter von 45,0 Jahren in unserer Studiengruppe.

Die Tabelle 25 zeigt zusammenfassend die Ergebnisse der Bauchmuskeltests unserer Studie, der Göttinger Studie von Hildebrandt et al. (1996) und im Vergleich die Normwerte von Spring et al.(1997).

Tabelle 25: Anzahl der Wiederholungen (Mittelwerte und Standardabweichungen) beim Bauchmuskelttest (Spring 1997) im Vergleich.

	Männer Anzahl der Wiederholungen			Frauen Anzahl der Wiederholungen		
	N=	x Mittelw.	s Standard- abw.	N=	x Mittelw.	s Standard- abw.
Eigene Studie t0	99	27,2	15,5	24	17,6	11,7
Eigene Studie t1	82	45,6	36,3	18	26,8	16,6
Hildebrandt t0	46	33,0	16,7	44	25,8	17,6
Hildebrandt t1	46	42,5	27,1	42	33,3	19,6
Normwerte Spring f. Rückengesunde		23			17	

Bei Betrachtung der Ergebnisse des Kraftausdauertests für die Extensoren im Prae- Postvergleich stellten sich die Ergebnisse eindeutig positiv dar. Sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen wurde die Kraftausdauer der Rumpfextensoren signifikant verbessert.

Auch Denner (1998b, 157) konnte derartige trainingsbedingte Anpassungserscheinungen bei subakuten und chronischen Rückenschmerzpatienten nachweisen.

Im Rahmen seines apparativ gestützten Wirbelsäulen - Analyseverfahrens konnten Steigerungen der dynamischen Leistungsfähigkeit der Rumpfextensoren um durchschnittlich 30,7% (Trainingsprogramm mit 10 Trainingseinheiten) bzw. 54,9% (Trainingsprogramm mit 24 Trainingseinheiten) registriert werden. Diese Ergebnisse wurden an aufwendig, speziell entwickelten Krafttrainingssysteme des Typus „FPZ Systems developed bei Schnell“, in sitzender Position erhoben und bezogen sich, anders als in unseren Untersuchungen, auf einen Trainingszeitraum von 10 bzw. 12 Wochen.

Langfristige Wirksamkeit der Trainingserfolge.

Leider war es im Rahmen unserer Studie nicht möglich, Trainingserfolge, die sich in dem kurzen Zeitraum einer 4-wöchigen Rehabilitationsmaßnahme in beiden

Behandlungsgruppen einstellen, nach 6 oder 12 Monaten nochmals zu überprüfen.

Es steht jedoch fest, dass diese kurzfristig erzielten objektiven und subjektiven Anpassungserscheinungen mittel- und langfristig nur durch eine Fortführung des Trainings aufrechterhalten werden können. Bleiben regelmäßige und dauerhafte Belastungsreize aus, so stellt sich eine Rückbildung der funktionellen und morphologischen Umstellungen ein. Ehlenz et al. (1998, 133) sprechen in diesem Zusammenhang von „Deadaptation“.

Zum Erreichen einer optimalen Anpassung ist es notwendig, mehrfach und dauerhaft die Belastung zu wiederholen, da für eine stabile Anpassung der Organismus zunächst eine Reihe von akuten Umstellungen einzelner Funktionssysteme durchlaufen muss. Nach Ehlenz et al. (1998, 133) ist eine endgültige Adaptation erst erreicht, wenn über die Anreicherung von Substraten (= energiereiche Stoffe) hinaus auch in den anderen Funktionssystemen (z.B. Enzymsystem, Hormonsystem) Umstellungen erfolgten und vor allem auch das Zentralnervensystem als die Führungsinstanz von Bewegungsleistungen sich angepasst hat. Es ist bekannt, dass sich die metabolischen und auch enzymatischen Umstellungsvorgänge relativ schnell vollziehen (2 – 3 Wochen) und für strukturelle (morphologische) Änderungen längere Zeitspannen (mindesten 4 – 6 Wochen) anzusetzen sind. Die steuernden und regelnden Strukturen des Zentralnervensystems benötigen die längste Anpassungszeit (Monate).

Denner (1998a, 186) fordert für einen dauerhaften Erhalt der Trainingserfolge folgende Trainingshäufigkeiten für ein weiterführendes Training:

Um die in einem 10- bis 12-wöchigen Aufbautraining mit FPZ Krafttrainingssystemen erreichten Anpassungs- und Trainingseffekten der Rumpfmuskulatur mittelfristig und langfristig aufrechtzuerhalten, empfiehlt er als Minimalforderung für eine weiterführende Prävention 50 Trainingseinheiten pro Kalenderjahr. Denner geht davon aus, dass mit einer Trainingshäufigkeit von einer Einheit pro 5 Tage nicht nur die dauerhafte Erhaltung der Trainingserfolge bei 100 % aller Trainierenden gewährleistet werden kann, sondern auch kontinuierlich weitere Verbesserungen von muskulären Adaptionen auftreten.

Auch im Rahmen unserer Studie bestand ein wichtiges Ziel darin, speziell die Patienten der Work Hardening-Gruppe für ein dauerhaftes und weiterführendes Training zu sensibilisieren und zu motivieren. Die Patienten sollten in der Lage sein, ausgewählte Übungen selbständig und regelmäßig auch nach ihrem Rehaaufenthalt durchzuführen. Hilfreich zeigte sich hierbei die Kopie des Trainingsplans der Medizinischen Trainingstherapie. Für ein weiterführendes Training konnten hier verschiedene, wenig aufwendige Übungen ausgewählt und individuell für ein Heimtrainingsprogramm zusammengestellt werden.

3.2 Kraftausdauertests der Extremitäten

Bei den vorliegenden Tests handelt es sich um Verfahren zur Beurteilung der Kraftausdauerleistungsfähigkeit der Extremitätenmuskulatur an auxotonischen Krafttrainingsgeräten. Ähnlich wie bei den Kraftausdauertests der Rumpfmuskulatur beurteilte man auch hier die Bestimmung der Kraftausdauer anhand von normierten Bewegungen, die langsam, dynamisch und mit einem vorgegebenen Tempo (Metronom) durchgeführt wurden. Die Zahl der maximal möglichen Wiederholungen spiegelte die Kraftausdauer wider.

Im Rahmen der Ergebnisdarstellung der Kraftausdauertests mussten Männer und Frauen jeweils getrennt behandelt werden, da sich die Testgewichte an den verschiedenen Kraftgeräten unterschieden.

Im Einzelnen werden die Ergebnisse an fünf verschiedenen Krafttrainingsmaschinen aufgezeigt:

- Leg Press
- Pull Down
- Hüftstrecker
- Butterfly Reverse
- Dips

Die übergeordneten Fragestellungen lauteten:

- d) Besteht ein Unterschied der Kraftausdauerleistungsfähigkeit zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1?
- e) Haben sich Verbesserungen und Effekte innerhalb des Untersuchungszeitraums von t0 auf t1 eingestellt, sowohl bei der Interventions- als auch bei der Kontrollgruppe?
- f) Unterscheiden sich die Mittelwertsdifferenzen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe?

Aus diesen Fragestellungen ließen sich folgende zweiseitige statistische Hypothesen ableiten:

- a) $H_0: \mu_0 = \mu_1$
 $H_1: \mu_0 \neq \mu_1$
- b) $H_0: \mu_{diff} = 0$
 $H_1: \mu_{diff} \neq 0$
- c) $H_0: \mu_{diff\ 0} = \mu_{diff\ 1}$
 $H_1: \mu_{diff\ 0} \neq \mu_{diff\ 1}$

a) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Die statistische Prüfung auf Unterschiede der Kraftausdauerleistungen zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1, mit Hilfe eines t - Tests für unabhängige Stichproben ergab keine signifikanten Ergebnisse (Anhang, S.268). Tabelle 26 (Männer) und Tabelle 27 (Frauen) zeigen, wie nahe die Ergebnisse zum Zeitpunkt t1 in beiden Behandlungsgruppen beieinander lagen.

Tabelle 26: Vergleich der Mittelwerte (Anzahl der Wiederholungen) und Standardabweichungen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen zum Messzeitpunkt t1 (Männer).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert Anzahl d. Wiederh.	Standard- abw.	Standard- fehler des Mittelw.
Leg Press, t1	Interventionsgruppe	40	83.20	44.97	7.11
	Kontrollgruppe	42	102.93	100.72	15.54
Pull Down, t1	Interventionsgruppe	40	61.55	29.55	4.67
	Kontrollgruppe	42	69.52	32.33	4.99
Hüftstrecker links, t1	Interventionsgruppe	40	52.95	17.43	2.76
	Kontrollgruppe	42	52.50	29.24	4.51
Hüftstrecker rechts, t1	Interventionsgruppe	40	59.68	31.29	4.95
	Kontrollgruppe	41	55.12	29.82	4.66
Butterfly Reverse, t1	Interventionsgruppe	40	42.15	17.01	2.69
	Kontrollgruppe	42	44.00	22.03	3.40
Dips, t1	Interventionsgruppe	40	42.15	17.24	2.73
	Kontrollgruppe	42	44.29	23.72	3.66

Tabelle 27: Vergleich der Mittelwerte (Anzahl der Wiederholungen) und Standardabweichungen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert Anzahl d. Wiederh.	Standard- abw.	Standard- fehler des Mittelw.
Leg Press, t1	Interventionsgruppe	6	62.17	25.75	10.51
	Kontrollgruppe	11	66.18	45.85	13.83
Pull Down, t1	Interventionsgruppe	6	59.83	15.51	6.33
	Kontrollgruppe	11	43.55	20.93	6.31
Hüftstrecker links, t1	Interventionsgruppe	6	63.00	25.09	10.24
	Kontrollgruppe	11	55.18	40.27	12.14
Hüftstrecker rechts, t1	Interventionsgruppe	6	70.50	28.63	11.69
	Kontrollgruppe	11	63.27	47.83	14.42
Butterfly Reverse, t1	Interventionsgruppe	6	56.17	14.68	5.99
	Kontrollgruppe	11	48.09	14.87	4.48
Dips, t1	Interventionsgruppe	6	131.50	57.40	23.43
	Kontrollgruppe	11	96.36	59.63	17.98

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse muss die Alternativhypothese ($H_1: \mu_0 \neq \mu_1$) verworfen und die Nullhypothese ($H_0: \mu_0 = \mu_1$) angenommen werden. Es besteht zwischen den Ergebnissen der beiden Behandlungsgruppen kein statistisch signifikanter Unterschied.

b) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1.

Die Frage, inwieweit sich Leistungssteigerungen von t0 auf t1 in den beiden Behandlungsgruppen eingestellt haben lässt sich gut an den Abbildungen 31 und 32 ablesen. Sie zeigen, dass sich in beiden Gruppen zum Teil erhebliche Verbesserungen von t0 auf t1 eingestellt haben, zeigen aber auch, dass die Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und Interventionsgruppe zu beiden Messzeitpunkten oftmals nur gering ausfallen.

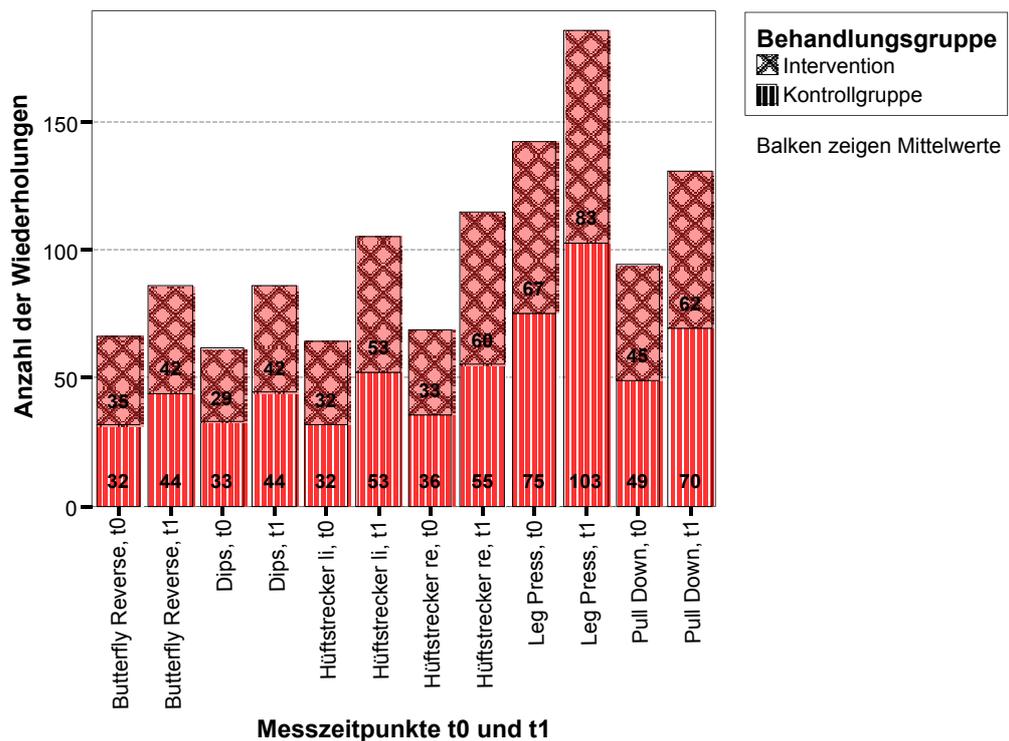


Abbildung 31: Darstellung der durchschnittlichen Wiederholungszahlen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen zu den beiden Messzeitpunkten t0 und t1 bei den Männern.

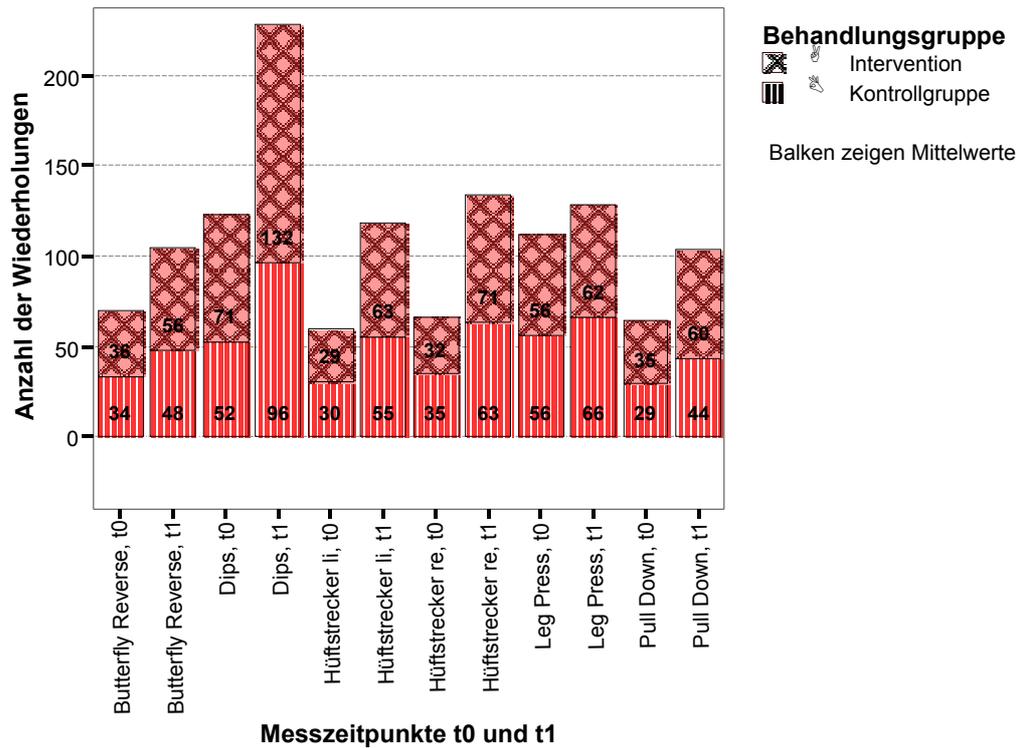


Abbildung 32: Darstellung der durchschnittliche Wiederholungszahlen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen, zu den beiden Messzeitpunkten t0 und t1 bei den Frauen.

Mit einem t –Test für abhängige Stichproben haben wir untersucht, inwieweit sich die Verbesserungen im Verlauf des Behandlungszeitraums in den beiden Behandlungsgruppen darstellten. Für die Interventionsgruppe ergab die Analyse zwischen Eingangstest und Retest bei den Männern (s. Tabelle 28) durchweg hochsignifikante Verbesserungen ($p < 0.000$). Lediglich am Leg Press, stellte sich der Unterschied, bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$, nur signifikant dar ($p = 0.035$).

In der Kontrollgruppe war die Situation analog. Auch hier zeigten sich an allen Krafttrainingsgeräten hochsignifikante Verbesserungen ($p < 0.000$), mit Ausnahme der Leg Press, wo der Unterschied mit $p = 0.027$ nur signifikant ausfiel (s. Tabelle 29).

Tabelle 28: Analyse der Vorher-Nachher-Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Männern der Interventionsgruppe.

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seit.)
	Mittel w.	Stand.-abw.	Standardfehler des Mittelw.	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Leg Press, t0 - Leg Press, t1	-11,75	33,93	5,37	-22,60	-,90	-2,190	39	,035
Pull Down, t0 - Pull Down, t1	-14,57	18,07	2,86	-20,35	-8,80	-5,101	39	,000
Hüftstrecker li, t0 - Hüftstrecker li, t1	-19,28	18,00	2,85	-25,03	-13,52	-6,771	39	,000
Hüftstrecker re, t0 - Hüftstrecker re, t1	-25,80	30,00	4,74	-35,39	-16,21	-5,440	39	,000
Butterfly Reverse, t0 - Butterfly Reverse, t1	-9,27	9,22	1,46	-12,22	-6,33	-6,362	39	,000
Dips, t0 - Dips, t1	-12,85	11,37	1,80	-16,49	-9,21	-7,145	39	,000

Tabelle 29: Analyse der Vorher-Nachher-Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Männern der Kontrollgruppe.

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seit.)
	Mittel w.	Stand.-abw.	Standardfehler des Mittelw.	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Leg Press, t0 - Leg Press, t1	-25,12	71,04	10,96	-47,26	-2,98	-2,292	41	,027
Pull Down, t0 - Pull Down, t1	-20,12	20,90	3,23	-26,63	-13,61	-6,238	41	,000
Hüftstrecker li, t0 - Hüftstrecker li, t1	-20,43	22,90	3,53	-27,56	-13,29	-5,782	41	,000
Hüftstrecker re, t0 - Hüftstrecker re, t1	-18,51	19,49	3,04	-24,66	-12,36	-6,082	40	,000
Butterfly Reverse, t0 - Butterfly Reverse, t1	-12,29	13,80	2,13	-16,59	-7,99	-5,769	41	,000
Dips, t0 - Dips, t1	-10,90	11,43	1,76	-14,47	-7,34	-6,182	41	,000

Inwieweit sich die Leistungen an den auxotonischen Krafttrainingsmaschinen im Verlauf der 3-wöchigen Reha bei den Frauen verbessert haben, verdeutlichen die Ergebnisse des t – Tests für abhängige Stichproben, dargestellt in den Tabellen 30 und 31.

Tabelle 30: Analyse der Vorher- Nachher- Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Frauen der Interventionsgruppe.

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seit.)
	Mittel w.	Stand.- abw.	Standard- fehler des Mittelw.	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Leg Press, t0 - Leg Press, t1	,50	11,26	4,60	-11,31	12,31	,109	5	,918
Pull Down, t0 - Pull Down, t1	-19,17	16,08	6,56	-36,04	-2,29	-2,920	5	,033
Hüftstrecker li, t0 - Hüftstrecker li, t1	-30,00	11,87	4,84	-42,45	-17,55	-6,193	5	,002
Hüftstrecker re, t0 - Hüftstrecker re, t1	-35,00	12,77	5,22	-48,41	-21,59	-6,711	5	,001
Butterfly Reverse, t0 - Butterfly Reverse, t1	-14,67	13,46	5,49	-28,79	-,55	-2,670	5	,044
Dips, t0 - Dips, t1	-48,33	28,78	11,75	-78,54	-18,13	-4,114	5	,009

Tabelle 31: Analyse der Vorher- Nachher- Ergebnisse mittels T-Test für abhängige Stichproben bei den Frauen der Kontrollgruppe.

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seit.)
	Mittel w.	Stand.- abw.	Standard- fehler des Mittelw.	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Leg Press, t0 - Leg Press, t1	-4,36	28,39	8,56	-23,43	14,71	-,510	10	,621
Pull Down, t0 - Pull Down, t1	-11,64	14,42	4,35	-21,33	-1,95	-2,676	10	,023
Hüftstrecker li, t0 - Hüftstrecker li, t1	-21,18	29,89	9,01	-41,26	-1,10	-2,350	10	,041
Hüftstrecker re, t0 - Hüftstrecker re, t1	-23,91	33,77	10,18	-46,59	-1,22	-2,348	10	,041
Butterfly Reverse, t0 - Butterfly Reverse, t1	-13,09	7,35	2,22	-18,03	-8,15	-5,903	10	,000
Dips, t0 - Dips, t1	-41,55	42,25	12,74	-69,93	-13,16	-3,261	10	,009

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kraftanstiege von t0 auf t1 bei den Frauen, sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe, geringer ausfielen als die der Männer. Die Kraft der Beinstrecker am Leg Press konnte in keiner der beiden Behandlungsgruppen gesteigert werden. Bei den anderen

Krafttrainingsgeräten stellten sich jedoch schwach signifikante bis signifikante Leistungssteigerungen ein.

Aufgrund der geringen Stichprobenumfänge bei den Frauen ist die Aussagekraft der Ergebnisse sicherlich geringer als bei den Männern.

Sieht man vom Ergebnis der Frauen am Leg Press einmal ab, dann muss die Nullhypothese $H_0: \mu_{\text{diff}} = 0$ verworfen werden. Die Alternativhypothese ($H_1: \mu_{\text{diff}} \neq 0$) muss bei der Fragestellung, ob sich die Patienten und Patientinnen im Laufe ihres Rehabilitationsaufenthalts an den Kraftmaschinen verbessert haben, angenommen werden.

c) Vergleich der Mittelwertsdifferenzen der beiden Gruppen

Die Frage nach den Unterschieden bezüglich der Mittelwertsdifferenzen ließ sich mit Hilfe eines t – Tests für unabhängige Stichproben eindeutig beantworten. Es bestanden zwischen den beiden Behandlungsgruppen bei allen 6 Kraftübungen keine signifikanten (α Niveau=0.05) Mittelwertsunterschiede über die Messzeitpunkte t_0 und t_1 (Anhang S. 269 / 270). Das heißt, bei keiner der beiden Gruppen hatte sich die Kraftausdauer der Extremitätenmuskulatur im Verlaufe des 3-wöchigen Behandlungsprogramms besser entwickelt als bei der anderen. Sicherlich haben sich beide Gruppen, wie unter b.) dargestellt, erheblich, ja sogar signifikant und hochsignifikant gesteigert, aber eben beide gleichermaßen. Keines der beiden Behandlungsprogramme ist also dem anderen überlegen.

Dies bedeutet die Annahme der Nullhypothese: $H_0: \mu_{\text{diff } 0} = \mu_{\text{diff } 1}$.

Diskussion

Unseres Wissens existieren keine Studien darüber, welche Testverfahren für die Kraftdiagnostik der Extremitätenmuskulatur für chronische Rückenschmerzpatienten am geeignetsten sind. Wie bereits unter 3.1 erwähnt, gibt es in der wissenschaftlichen Literatur deutliche Anzeichen dafür, dass teure, sehr aufwendige Geräte in der breiten Anwendung die hohen Anschaffungskosten nicht rechtfertigen (Newton & Waddell 1993; Newton et al. 1993). Sie konnten ihre Überlegenheit gegenüber einfacheren Verfahren nicht nachweisen. Auch wir mussten uns an den Gegebenheiten und Voraussetzungen unserer Klinik orientieren. Unter den Aspekten der Praktikabilität und Ökonomie und in

Ermangelung existierender und validierter Kraftmessverfahren entschieden wir uns, die Kraftausdauermessungen der Extremitätenmuskulatur an 5 auxotonischen Krafttrainingsgeräten durchzuführen. Inwieweit diese Testverfahren den Testgütekriterien Validität, Reliabilität oder Objektivität standhalten, müsste noch untersucht werden.

Dennoch glauben wir mit den Kraftausdauertests, wie sie im ersten Teil der Arbeit unter Punkt 2.2.7.1.5 beschrieben wurden, eine gute Lösung gefunden zu haben, um erstens Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen herauszufinden und um zweitens Vorher-Nachher-Effekte aufzuzeigen. Ein wichtiger Vorteil bestand auch in der Tatsache, dass die Tests an den Krafttrainingsgeräten durchgeführt wurden, die dann auch zum Training eingesetzt wurden. So konnten jeweils aufgrund der Eingangstestung individuelle und adäquate Trainingsempfehlungen für das 3-wöchige Krafttraining in der Medizinischen Trainingstherapie gegeben werden.

Auf dem ersten Blick zeigen die Ergebnisse der Kraftausdauertests der Extremitäten ähnliche Tendenzen wie die Kraftausdauertests der Rumpfmuskulatur. Es ist offensichtlich, dass sich die beiden Behandlungsgruppen am Ende des Behandlungs- bzw. Trainingsprogramms in ihren Kraftleistungen nicht unterscheiden. Auch beim Vergleich der Mittelwertsdifferenzen konnten keine statistischen Unterschiede festgestellt werden. Die Kraftentwicklung von t0 auf t1 fiel jedoch in beiden Gruppen gleichermaßen positiv aus. Mit Ausnahme beim Leg Press konnten Frauen und Männer in beiden Behandlungsgruppen signifikante Leistungssteigerungen erzielen.

Bei genauerer und kritischer Betrachtung der Ergebnisse am Rehabilitationsende (t1) wurde deutlich, dass in erster Linie die Männer der Interventionsgruppe mit ihrem hochintensiven Work Hardening-Programm durchwegs schlechtere Kraftergebnisse an den einzelnen Geräten aufwiesen als die Männer der Kontrollgruppe. Dies war nicht unbedingt zu erwarten. Aufgrund des erheblich umfangreicheren Trainings in der Medizinischen Trainingstherapie – die Work Hardening-Gruppe trainierte 5 x pro Woche 150 Minuten im Gegensatz zur Kontrollgruppe, die 5 x pro Woche 60 Minuten in der MTT trainierte – hätte man ein besseres Abschneiden der Work Hardening-Gruppe erwarten.

Aus trainingswissenschaftlicher Sicht lassen sich für diese unerwarteten Ergebnisse verschiedene Erklärungsansätze anführen:

Optimale Trainingsanpassungen können nur erreicht werden, wenn optimale und wirksame Belastungsreize gesetzt werden. Biologischer Hintergrund ist die Reizstufenregel (Ehlenz et al. 1998, 127), nach der im Hinblick auf funktionelle und morphologische Anpassungsänderungen unterschwellige (= unter der wirksamen Reizschwelle), überschwellige schwache, überschwellige starke und zu starke Reize unterschieden werden. Unterschwellige Reize bleiben wirkungslos, überschwellig schwache erhalten das Funktionsniveau, überschwellig starke (= optimale) lösen physiologische und anatomische Änderungen aus; zu starke Reize schädigen die Funktion.

Extrem hohe Trainingsumfänge, wie sie insgesamt in der Work Hardening-Gruppe täglich auf dem Programm standen, könnten durchaus einen zu starken Reiz dargestellt haben, der das Ergebnis eher negativ beeinflusste.

Ein weiterer Erklärungsansatz für das tendenziell schlechtere Abschneiden der Work Hardening-Patienten könnte auch in einer nicht optimalen Steuerung der Regenerationszeiten begründet sein. Bei der differenzierten Entwicklung verschiedener Kraftarten sind für die kurzfristige Steuerung vor allem die Regenerationszeiten nach Krafttrainingseinheiten zu berücksichtigen. Tabelle 32 verdeutlicht die, für adäquate und optimale Trainingsanpassungen und Leistungssteigerungen notwendigen Regenerationszeiten. Die optimale Regenerationsdauer ist dabei immer abhängig von der jeweiligen Belastungsart und wird außerdem auch vom Gesamtbelastungsumfang (sonstiges Training, Zahl der Trainingseinheiten pro Woche insgesamt), von der Ermüdungsaufstockung, vom Trainings- bzw. Leistungszustand sowie von regenerationsfördernden Maßnahmen (z.B. Warmwasserbad, Massagen, Ernährung,...) mit beeinflusst.

Tabelle 32: Regenerationsdauer in Abhängigkeit von der Belastungsart (Grosser et al. 2000, 82).

Belastungsart	Leistungsfähigkeit	
	Eingeschränkte 90–95% Regeneration	Volle 100% Regeneration
– Hypertrophietraining – Maximalkraftausdauertr. – Kraftausdauertraining	Umfang hoch Umfang mittel	18–24 Stunden 12–18 Stunden (48)–72 Stunden 48 Stunden
– IK-Training – Schnellkrafttraining – Reaktivkrafttraining	Intensität hoch	18–24 Stunden 72–84 Stunden
– Ausdauerkrafttraining	Stark aerob	12 Stunden 24–36 Stunden

Durch die Splittung des Trainingsplans beim Kraftausdauertraining in der Medizinischen Trainingstherapie wurde zwar versucht, der trainingswissenschaftlich Forderung nach optimalen Regenerationszeiten Rechnung zu tragen, dennoch blieb für die physische Regeneration aufgrund der großen Trainings- bzw. Therapieumfänge offensichtlich zu wenig Zeit.

Ein äußerst umfangreiches, intensives und dichtes Work Hardening-Behandlungsprogramm lässt die Verwirklichung optimaler Regenerationszeiten im Rahmen einer stationären Rehabilitationsmaßnahme schwer oder nur eingeschränkt zu.

Ein dritter Erklärungsansatz bezieht sich auf das Prinzip der Individualität und Altersgemäßheit. Für eine optimale Leistungsentwicklung ist es wesentlich, die persönlichen Gegebenheiten des Sportlers bzw. Patienten zu berücksichtigen. Also, welche körperlichen Fähigkeiten liegen vor, wie stellt sich die motorische Begabung dar, welcher Konstitutionstyp liegt vor oder wie ist die Trainierbarkeit? Aber auch mehr umweltbeeinflusste Eigenschaften wie Emotionen, Motivation und Intellekt müssen berücksichtigt werden.

Im Rahmen einer Studie, bei der ein standardisiertes Vorgehen im Vordergrund stehen muss und bei der standardisierte Behandlungsabläufe und Trainingspläne notwendig sind, ist es äußerst schwierig, für eine große Patientenzahl individuelle, altersgemäße und patientengerechte Programme anzubieten.

Eine nicht optimale Verwirklichung des Prinzips der Individualität und Altersgemäßheit könnte ebenfalls als Erklärungsansatz für das wider Erwarten schlechtere Abschneiden der Work Hardening-Gruppe (Männer) betrachtet werden.

Prä- Postvergleich

Sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe zeichneten sich gleichermaßen signifikante Anstiege der Kraftausdauer der Extremitäten ab. Welche Gründe und Anpassungsmechanismen für diese hohen Kraftzuwächse in einem Zeitraum von 3 Wochen verantwortlich sein könnten, sollte zunächst aus trainingswissenschaftlicher Sicht diskutiert werden.

Nicht jede Belastung führt im Organismus zu Anpassungen von Organen und Systemen. Die Mehrzahl der Alltagsbelastungen oder gelegentliches sportliches Üben werden mit der Regelbreite der Funktionssysteme und dem möglichen Beanspruchungszustand der Organe abgesichert. Erst wiederholte und reizwirksame Belastungen lösen im Organismus Anpassungsprozesse aus. Voraussetzung ist, dass der Gleichgewichtszustand (Homöostase) der Organe und Systeme regelmäßig gestört wird. Sportliches Training bzw. wie in unserem Fall ein Kraftausdauertraining, gehören zu den Störgrößen, die bei längerer Einwirkung die Arbeitsbereiche der Systeme verschieben.

Beim Einwirken wiederholter Störbelastungen ist der Organismus bestrebt, den Aufwand zur Belastungsbewältigung zu senken. Dies geschieht z.B. in der Senkung des Energieverbrauches, in der Veränderung der Regel- und Steuerungsprozesse auf zentralnervaler und neuromuskulärer Ebene, in der Erweiterung seiner Kapazitäten oder in der Optimierung des Zusammenwirkens von Systemen. Im Endeffekt wird der Störreiz mit geringerem biologischen Aufwand bewältigt. Der Übergang von den Umstellungsregulationen zur Anpassung geschieht schrittweise und vollzieht sich in einem längeren zeitlichen Prozess.

Häkkinen et al. (1992, 108) und Hollmann (1987, 408) führen zu Beginn eines Krafttrainings auftretende Kraftzunahmen im wesentlichen auf koordinative Verbesserungen zurück. Begründet werden diese koordinativen Adaptationen in der trainingswissenschaftlichen Literatur mit einer verbesserten Synchronisation der motorischen Einheiten bzw. mit Veränderungen im Rekrutierungsmuster.

Zimmermann (2000, 47) geht ebenfalls davon aus, dass der Kraftzuwachs zu Beginn eines Trainingsprogrammes vor allem auf neuronale Anpassungen zurückzuführen sei, bevor dann als Zusatzfaktor die Muskelhypertrophie einen weiteren Kraftanstieg bewirke und erst allmählich zum dominierenden Faktor der

Kraftzunahme werde. In diesem Zusammenhang verweist Zimmermann (2000, 48) darauf, dass anfängliche Kraftzunahmen bei Kraftausdauerprogrammen vor allem auf eine verbesserte intermuskulären Koordination zurückzuführen sind und in geringerem Maße auch auf eine verbesserte intramuskuläre Koordination.

Eine verbesserte intermuskuläre Koordination bedeutet ein verbessertes Zusammenspiel zwischen den für die jeweilige Bewegung verantwortlichen Agonisten und Synergisten sowie ihren Gegenspielern, den Antagonisten, und ist somit verantwortlich für die koordinativ bedingte Kraftzunahme. Unter der Verbesserung der intramuskulären Koordination wird eine Zunahme der Zahl der gleichzeitig aktivierten motorischen Einheiten sowie eine gesteigerte Entladungsfrequenz verstanden.

Nach DeMarées (1996, 97), Häkkinen et al. (1992, 106) und Hollmann (1987, 408) können in den ersten 3 Wochen eines Krafttrainings deutliche Kraftanstiege stattfinden, ohne dass es zu Hypertrophieeffekten kommt. Ein Muskelwachstum setzt frühestens nach 3 – 4 Wochen ein.

Engelhardt und Neumann (1994, 18f) diskutieren neben koordinativen und neuromuskulären Anpassungen auch die Zunahme der Aktivität von aeroben und anaeroben Schlüsselenzymen mit einer daraus folgenden Optimierung des Energiestoffwechsels. Die Autoren gehen davon aus, dass diese Zunahme der Enzymaktivität bereits nach einer Woche eines Krafttrainings eintritt. Eine Vergrößerung der Energie- und Substratspeicher sowie ein beginnender Prozess der Muskelhypertrophie benötigen jedoch mehrere Wochen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Literatur verdeutlichen, dass die großen Kraftzuwächse bei den Patienten unserer Studie nicht auf eine Vergrößerung des Muskelquerschnitts zurückzuführen sind, sondern dass der Kraftzuwachs in erster Linie über koordinative und neuromuskuläre Anpassungsmechanismen zu erklären ist.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die erheblichen Kraftzuwächse bei unseren untrainierten Patienten durch das relativ kurzzeitige Krafttrainingsprogramm als Anfangseffekte eingestuft werden müssen, die primär durch den mangelhaften Trainingszustand bedingt sind, deshalb nicht überbewertet werden dürfen und bezüglich eines längerfristigen Trainings zu relativieren sind. Darauf verweisen unter anderem auch Krafttrainingsstudien, die mit krafttrainingserfahrenen Fitnesssportlern durchgeführt wurden. So konnten Letzelter und Wenz (1987, 50)

bzw. Stemper (1994, 229) bei trainierten jungen Männern im Ergebnis des intensiven Krafttrainings mit konstantem Widerstand, welches über 8 bis 10 Wochen dreimal wöchentlich absolviert wurde, durchschnittliche signifikante absolute Steigerungen der Maximalkraft im Bankdrücken von etwa 9 bis 10 % und bezogen auf die Trainingseinheit von 0,3 bis 0,4 % nachweisen. Vergleicht man diese Kraftsteigerungen mit denen der Kraftuntrainierten, wo bei vergleichbarem Training mittlere absolute Zunahmen beim Bankdrücken von knapp 20 % und auf die Trainingseinheit bezogen von 0,7% erreicht wurden, dann wird deutlich, dass die Trainingseffizienz bei den Trainierten, bedingt vor allem durch das höhere Kraftausgangsniveau, nur etwa bei 50 % der Untrainierten liegt.

Schließlich sollten neben den trainingswissenschaftlichen Erklärungsansätzen für die hohen Kraftzuwachsrate auch psychische und schmerzbedingte Einflussfaktoren erwähnt werden.

Eine sich verändernde Schmerzsituation im Laufe des Rehaufenthalts kann sicherlich mit dazu beitragen, dass der Patient beim Retest aufgrund geringerer Schmerzen eine bessere Kraftleistung vollbringen kann als beim Eingangstest, bei dem der Schmerz während des Tests eine optimale Kraftentfaltung möglicherweise verhindert hat.

Auch die Angst vor Belastung und Bewegung spielt hier eine nicht unwesentliche Rolle. Ein Patient, der beim Eingangstest Angst hat, durch die Testbelastung wieder mehr Schmerzen zu bekommen, kann und wird sich sicherlich geringer belasten als beim Endtest, besonders dann, wenn er drei Wochen lang die Erfahrung gemacht hat, dass Bewegung und Training seine Schmerzen nicht verschlimmern, sondern im Gegenteil vielleicht sogar positiv beeinflussen.

3.3 Der IPN-Back Check Test

Im Zusammenhang mit Rückenschmerzen werden immer wieder Defizite und Dysbalancen der Rumpfmuskulatur als mögliche ätiologische Faktoren diskutiert (Denner 1998 b, 95ff; Mueller-Glamann 1999; Carpenter & Nelson 1999, 18; Handa 2000, 210). Ziel unserer Messungen mit dem Back Check - System war es, muskuläre Defizite und Dysbalancen zu identifizieren und quantifizieren. Wir wollten überprüfen, ob ein dreiwöchiges Work Hardening Behandlungsprogramm effektiver die Kraft der Rumpfmuskulatur beeinflussen kann als ein traditionelles Behandlungsprogramm, und ob eine Behandlungsgruppe der anderen überlegen ist.

Folgende Messvariablen wurden jeweils zu Rehabeginn (t0) und Rehaende (t1) mit dem IPN-Back Check Mess- und Screening- System ausgewertet:

- Die isometrischen Maximalkraft bei der Rumpfflexion.
- Die isometrischen Maximalkraft bei der Rumpfextension.
- Das Kraftverhältnis zwischen Rumpfextension und -flexion.
- Die isometrische Maximalkraft bei der Lateralflexion nach links.
- Die isometrische Maximalkraft bei der Lateralflexion nach rechts.

Drei Fragenstellungen standen bei unseren Untersuchungen mit dem Back Check-System im Vordergrund:

- a) Bestehen geschlechtsspezifische Unterschiede?

$$H_0: \mu_m = \mu_w$$

$$H_1: \mu_m \neq \mu_w$$

(m = männlich; w = weiblich)

- b) Die Überprüfung der Effektivität des Work-Hardening - Behandlungsprogramms im Vergleich zum Standardbehandlungsprogramm zum Messzeitpunkt t1.

Daraus ließen sich folgende Hypothesen ableiten:

H₀: Es besteht kein Unterschied bezüglich der Effektivität zwischen Kontrollgruppe und Interventionsgruppe (H₀: $\mu_0 = \mu_1$).

H₁: Es besteht ein Unterschied bzw. das Behandlungsprogramm der Interventionsgruppe ist effektiver als das der Kontrollgruppe (H₁: $\mu_0 \neq \mu_1$).

- c) Ebenfalls sollten die Differenzen der Stichprobenmittelwerte überprüft werden, also inwieweit sich Verbesserungen und Effekte sowohl bei der Interventions- als auch bei der Kontrollgruppe innerhalb des Untersuchungszeitraums von t₀ auf t₁ einstellen.

Die statistischen Hypothesen lauteten:

$$H_0: \mu_{\text{diff}} = 0$$

$$H_1: \mu_{\text{diff}} \neq 0$$

- d) Schließlich wurde auch die Frage untersucht, ob die Mittelwertsdifferenzen der Interventionsgruppe größer ausfielen als die der Kontrollgruppe.

Die statistischen Hypothesen lauteten in diesem Fall:

$$H_0: \mu_{\text{diff } 0} = \mu_{\text{diff } 1}$$

$$H_1: \mu_{\text{diff } 0} \neq \mu_{\text{diff } 1}$$

- a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Die Männer erreichten bei allen 5 Messparametern erwartungsgemäß signifikant höhere Kraftergebnisse als die Frauen (Anhang S. 270 / 271)

- b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t₁

Die Analyse der Messergebnisse zum Messzeitpunkt t₁ mittels t-Tests für unabhängige Stichproben ergab folgende Resultate (Anhang S. 272 / 273):

Die Kraftwerte bei der Rumpfflexion unterschieden sich sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in beiden Behandlungsgruppen nur in sehr geringem Ausmaß.

Die Kraftleistungen bei der Rumpfextension stellte sich bei den Männern ähnlich dar. Bei den Frauen zeigte sich in der Interventionsgruppe eine deutliche, jedoch nicht signifikant höhere Kraft der Rumpfextensoren im Vergleich zur Kontrollgruppe. Während die Frauen der Interventionsgruppe 41,4 kg (s=10,2) Druck in der Extension entwickeln konnten, lag der Wert in der Kontrollgruppe lediglich bei 33,3 kg (s=10,8) im Mittel. Diese deutlich größere maximale Kraft

der Rumpfextensoren bei den Patientinnen der Interventionsgruppe wirkte sich interessanter Weise jedoch negativ auf die Balance zwischen Extensoren und Flexoren aus.

Dies spiegelte sich bei der Betrachtung des Kraftverhältnisses Extension : Flexion wider. Hier stellte sich bei den Frauen ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen dar ($T = 2.163$; $df = 16$; $p = 0.046$). In der Interventionsgruppe ergab sich, nicht zuletzt aufgrund der höheren Extensionskräfte, ein Kraftverhältnis zwischen Rumpfextension und -flexion von 204 %. Bei der Kontrollgruppe bestand ein günstigeres Verhältnis von 157 %. Ochs et al. haben für gesunde Frauen diesbezüglich einen Normwertbereich von $150 \% \pm 5 \%$, bei gesunden Männern einen Bereich von $130 \% \pm 5\%$ ermittelt (persönliche Mitteilung 2001).

Normwertbereich von 130% heißt konkret, die Extension entspricht 130%, während die Flexion immer eine feste Größe darstellt und 100% entspricht.

Bei Betrachtung des Kraftverhältnisses der männlichen Patienten zeigten sich zwischen Interventionsgruppe (138 %) und Kontrollgruppe (144 %) keine nennenswerten Unterschiede, die Werte liegen hier annähernd in dem von Ochs et al. definierten Normbereich.

Bei der maximalen isometrischen Rumpfkraft der Lateralflexion nach links und nach rechts bestanden sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in beiden Behandlungsgruppen keine statistisch nennenswerten Unterschiede. Die Kraftleistungen in beiden Gruppen waren zum Messzeitpunkt t1 annähernd gleich.

Die in Tabelle 33 und 34 zusammengefassten Ergebnisse zeigen, dass keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1 bestanden, mit Ausnahme des Kraftverhältnisses Extension:Flexion bei den Frauen.

Die Alternativhypothese H_1 muss somit verworfen werden, während die Nullhypothese H_0 , welche besagt, dass zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe kein Unterschied besteht, beibehalten werden muss.

Tabelle 33: Maximale isometrische Kraffleistungen (kg) zum Messzeitpunkt t1 (Männer).

	Behandlungsprogramm					
	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.
Rumpfflexion t1	N=41	47.74	17.19	N=42	47.32	14.85
Rumpfextension t1	N=41	62.74	17.32	N=42	64.01	17.41
Verhältnis(%) Extension-Flexion t1	N=41	138	34	N=42	144	52
Lateralflexion links t1	N=41	44.34	15.54	N=42	44.92	16.57
Lateralflexion rechts t1	N=41	48.62	17.10	N=42	47.63	15.62

Tab. 34: Maximale isometrische Kraffleistungen (kg) zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).

	Behandlungsprogramm					
	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.
Rumpfflexion t1	N=6	20.50	2.05	N=12	22.17	9.34
Rumpfextension t1	N=6	41.42	10.18	N=12	33.25	10.84
Verhältnis(%) Extension-Flexion t1	N=6	204	54	N=12	157	37
Lateralflexion links t1	N=6	24.92	7.63	N=12	24.92	7.28
Lateralflexion rechts t1	N=6	27.42	2.27	N=12	25.92	7.49

c) Verlauf über die Messzeitpunkt t0 und t1

Zur Überprüfung der Veränderung der Parameter über die beiden Messzeitpunkte t0 und t1 hinweg wurden für die metrisch skalierten und normalverteilten Variablen t-Tests für abhängige Stichproben angewandt.

Während es keine oder nur geringe Unterschiede beim Vergleich der beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1 gab, stellten sich im Längsschnitt (vorher – nachher) zum Teil hochsignifikante Unterschiede in beiden Behandlungsgruppen gleichermaßen dar (Tabelle 37 und 38).

Betrachtet man die Entwicklung der maximalen isometrischen Rumpfkraft von Rehabilitationsbeginn bis zu Rehabilitationsende, so zeigen sich in beiden Behandlungsgruppen hochsignifikante Verbesserungen für die Messparameter Rumpfflexion, Rumpfextension sowie für die Rumpflateralflexion nach links und rechts. Bei Betrachtung des Kraftverhältnisses zwischen Rumpfextensoren und Rumpfflexoren zeigte sich in der Interventionsgruppe eine deutliche Tendenz hin

zu einem günstigeren Verhältnis, dieser tendenzielle Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant.

Die Tabellen 35 und 36 geben einen Überblick über die Ergebnisse der Vorher- (t0) Nachhermessungen (t1). (Die Einheit bei den Kraftmessungen lautet „kg“, Kraftverhältnisse werden in „%“ angegeben.)

Tabelle 35: Deskriptive Statistik der Back Check Ergebnisse bei t0 und t1 (Männer).

	Behandlungsprogramm					
	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.
Rumpfflexion t0	N=55	37.98	15.32	N=46	36.54	13.37
Rumpfflexion t1	N=41	47.74	17.19	N=42	47.32	14.85
.						
Rumpfextension t0	N=55	54.55	18.16	N=46	49.68	14.77
Rumpfextension t1	N=41	62.74	17.32	N=42	64.01	17.41
.						
Verh.Extension-Flexion t0	N=55	152	40	N=46	146	46
Verh.Extension-Flexion t1	N=41	138	34	N=42	144	52
.						
Lateralflex. nach links t0	N=55	31.64	11.52	N=46	34.09	13.54
Lateralflex. nach links t1	N=41	44.34	15.54	N=42	44.92	16.57
.						
Lateralflex nach rechts t0	N=55	35.45	13.77	N=46	36.64	12.43
Lateralflex nach rechts t1	N=41	48.62	17.10	N=42	47.63	15.62
.						

Tabelle 36: Deskriptive Statistik der Back Check Ergebnisse bei t0 und t1 (Frauen).

	Behandlungsprogramm					
	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.	Gültige N	Mittelwert	Standard-abw.
Rumpfflexion t0	N=10	12.80	3.87	N=15	18.77	8.81
Rumpfflexion t1	N=6	20.50	2.05	N=12	22.17	9.34
.						
Rumpfextension t0	N=10	25.80	8.69	N=15	26.67	10.62
Rumpfextension t1	N=6	41.42	10.18	N=12	33.25	10.84
.						
Verh.Extension-Flexion t0	N=10	205	55	N=15	151	55
Verh.Extension-Flexion t1	N=6	204	54	N=12	157	37
.						
Lateralflex. nach links t0	N=10	18.00	3.85	N=15	19.40	6.39
Lateralflex. nach links t1	N=6	24.92	7.63	N=12	24.92	7.28
.						
Lateralflex nach rechts t0	N=10	17.15	3.42	N=15	20.73	6.32
Lateralflex nach rechts t1	N=6	27.42	2.27	N=12	25.92	7.49
.						

Die folgenden Tabellen stellen die Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben bei Männern (Tab. 37) und bei Frauen (Tab.38) dar.

Tabelle 37: Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung mit t – Test bei abhängigen Stichproben (Männer).

	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
	N=	T=	df=	p=	N=	T=	df=	p=
Differenz Flexion (kg) t0 – t1	47	-6.225	46	.000	54	-6.253	53	.000
Differenz Extension (kg) t0 – t1	47	-5.195	46	.000	54	-5.874	53	.000
Differenz Ext:Flex (%) t0 – t1	47	2.027	46	.049	54	0.209	53	.835
Diff. Lat.-Flex. li (kg) t0 – t1	47	-6.446	46	.000	54	-5.868	53	.000
Diff. Lat.-Flex. re (kg) t0 – t1	47	-6.879	46	.000	54	-7.225	53	.000

Tabelle 38: Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung mit t – Test bei abhängigen Stichproben (Frauen).

	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
	N=	T=	df=	p=	N=	T=	df=	p=
Differenz Flexion (kg) t0 – t1	6	-4.218	5	.008	12	-1.870	11	.088
Differenz Extension (kg) t0 – t1	6	-2.770	5	.039	12	-2.488	11	.030
Differenz Ext:Flex (%) t0 – t1	6	-.076	5	.942	12	-1.641	11	.835
Diff. Lat.-Flex. li (kg) t0 – t1	6	-2.120	5	.088	12	-3.043	11	.011
Diff. Lat.-Flex. re (kg) t0 – t1	6	-6.289	5	.001	12	-2.248	11	.023

Die vorliegenden Berechnungen zeigten mit Ausnahme der Kraftverhältnisdifferenzen größtenteils hochsignifikante und signifikante Kraftzuwächse von t0 auf t1. Dies bedeutet, dass die Nullhypothese H_0 verworfen werden und die Alternativhypothese H_1 angenommen werden muss.

d) Vergleich der Mittelwertsdifferenzen in beiden Gruppen

Um zu überprüfen, ob diese hochsignifikanten Kraftzuwächse in einer der Behandlungsgruppen deutlicher ausfiel, wurden die Mittelwertsdifferenzen

zwischen den beiden Behandlungsgruppen mit einem t-Test für unabhängige Stichproben untersucht. Für die einzelnen Messparameter ließen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen (Anhang S. 274 / 275).

Kraftentwicklung bei der Rumpfflexion

Bei den Männern haben sich die beiden Behandlungsgruppen in gleicher Weise im Verlauf des 3-wöchigen Behandlungsprogramms entwickelt. Die Patienten der Interventionsgruppe zeigten einen Kraftanstieg um durchschnittlich 9,7 kg. Die Kontrollgruppe konnte sich im Schnitt um 10,7 kg im Vorher-Nachher-Vergleich verbessern. Dies blieb statistisch gesehen jedoch unbedeutend ($T = -.447$; $df = 81$; $p = .656$).

Bei den Frauen unterschieden sich die Mittelwertsdifferenzen jedoch deutlicher. Mit $p = .048$ ($T = 1.765$; $df = 16$) wiesen die Frauen der Interventionsgruppe einen signifikanten Anstieg der maximalen Kraft der Rumpfflexoren auf.

Kraftentwicklung bei der Rumpfextension

Die Männer beider Behandlungsgruppen haben sich über den Messzeitraum erheblich verbessert. Interessanterweise zeigen jedoch die Männer der Kontrollgruppe eine bessere Kraftentwicklung der Extensoren als die Männer der Interventionsgruppe. Betrachtet man die Mittelwertsdifferenzen, so zeigte sich in der Work Hardening - Gruppe ein durchschnittlicher Kraftzuwachs von 8,1 kg, bei der Kontrollgruppe jedoch ein Zuwachs von 13.1 kg. Dieses Ergebnis war bei einem α -Niveau von 0.05 und zweiseitiger Fragestellung deutlich, jedoch nicht signifikant ($T = -1.677$; $df = 81$; $p = 0.96$).

Bei den Frauen zeigten sich in bezug auf die Extensionskraft zwischen den beiden Behandlungsgruppen keine bedeutenden Unterschiede im Kraftzuwachs von t_0 auf t_1 ($T = .980$; $df = 16$; $p = .341$).

Entwicklung des Kraftverhältnisses Extension : Flexion

Sowohl bei den Männern ($T = -.852$; $df = 81$; $p = .397$), als auch bei den Frauen ($T = -.532$; $df = 16$; $p = .612$) entwickelte sich das Kraftverhältnis Rumpfextension : Rumpfflexion gleichermaßen in beiden Behandlungsgruppen. Die Behandlungsgruppen unterschieden sich hier nicht.

Kraftentwicklung bei Lateralflexion

Bei der Lateralflexion nach links ($T = .987$; $df = 81$; $p = .327$), wie nach rechts ($T = 1.126$; $df = 81$; $p = .264$) konnte man bei den Männern keine eindeutige Überlegenheit einer Behandlungsgruppe erkennen. Im Schnitt zeigten sich in beiden Gruppen ähnliche Steigerungsraten im Verlauf des 3-wöchigen Behandlungsprogramms.

Bei den Frauen zeichnete sich eine unterschiedliche Kraftentwicklung der Lateralflexion ab. Während sich die Kraftentwicklung der Lateralflexion nach links in beiden Behandlungsgruppen gleich darstellte ($T = .068$; $df = 16$; $p = .947$), zeigte die Lateralflexion nach rechts eine deutliche und signifikante Überlegenheit der Interventionsgruppe ($T = 1.766$; $df = 16$; $p = .048$), die durchschnittlich einen Kraftzuwachs von 9,8 kg Druck aufbringen konnte, im Gegensatz zur Kontrollgruppe, die sich lediglich um 4,8 kg im Schnitt steigern konnte.

Diskussion

Mit der zunehmenden Ausbreitung und Relevanz des chronischen Rückenschmerzes steht sehr häufig der Einfluss der Rumpfkraft auf den Rückenschmerz im Vordergrund. Nicht zuletzt aufgrund dieser Tatsache wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten diesbezüglich spezielle Messverfahren entwickelt und angewandt. Im Vordergrund stehen hier vor allem isometrische und isokinetische Systeme, bei denen in verschiedenen Ausgangspositionen die Kraft der Rumpfmuskulatur erfasst werden kann. Die häufigsten Messungen beziehen sich auf die Extension und Flexion sowie deren Verhältnis zueinander, aber auch die Messung der Lateralflexion wird häufig angewandt. Trotz der Schwierigkeit, Ergebnisse unterschiedlicher Testmethoden und -verfahren zu vergleichen, zeigen sich grundsätzliche Tendenzen und Übereinstimmungen auch mit unseren Ergebnissen.

Vergleicht man die Ergebnisse unserer Erhebungen mit den existierenden Back Check - Normwerten für Rückengesunde und Rückenpatienten, so zeigen sich deutliche Parallelen und Übereinstimmungen. Im Rahmen einer Querschnittsuntersuchung ermittelten Ochs et al. (1998) Normwerte für die maximale isometrische Kraft der Rumpfflexion und Rumpfextension sowie für das Kraftverhältnis zwischen Extension und Flexion, sowohl für Männer, als auch

für Frauen. Bei diesen Back Check - Messungen von 1998 wurden die Kraftwerte jeweils noch in Newton (N) angegeben, während heute die Ergebnisse in kg angezeigt werden, was bei der vergleichenden Betrachtung der Daten berücksichtigt werden muss.

Ochs et al. stellten mit Ihren Untersuchungen bei rückengesunden männlichen Probanden im Schnitt eine maximale isometrische Rumpfflexionskraft von 462 N (46,2 kg) und eine maximale isometrische Rumpfextensionskraft von 620 N (62,0 kg) fest.

Bei den Rückenpatienten belief sich die Rumpfflexion auf 457 N (45,7 kg), im Gegensatz zu 529 N (52,9 kg) bei der Extension (s. Tab.39)

Tabelle 39: Back Check - Normwerte (Ochs et al. 1998, 147) für die Rumpfflexion und -extension bei Männern.

Rückengesunde Männer	Rumpfflexion	462 N (46,2 kg)
	Rumpfextension	620 N (62,0 kg)
Rückenschmerzpatienten	Rumpfflexion	457 N (45,7 kg)
	Rumpfextension	529 N (52,9 kg)

In unserer Untersuchung erreichten alle männlichen Patienten (n = 101) zu Rehabilitationsbeginn (t0) bei der Rumpfflexion einen Durchschnittswert von 37,3 kg (s=14,4), zu Rehabilitationsende (t1) lagen die Werte mit 47,5 kg (s=17,0) annähernd im Normbereich der Rückengesunden. Prozentual gesehen konnte ein hochsignifikanter Anstieg der maximalen isometrischen Rumpfflexionskraft um 21,5 % verzeichnet werden.

Bei der Rumpfextension stellte sich die Situation ähnlich dar. Zum Messzeitpunkt t0 ergab sich ein Mittelwert von 52,3 kg (s=16,8), zum Zeitpunkt t1 zeigte sich eine Verbesserung auf im Mittel 63,4 kg (s=17,3). Dies bedeutete ebenfalls einen hochsignifikanten Anstieg um 21,0 %, so dass unsere Patienten zu Rehaende Werte erreichten, die im Normbereich Rückengesunder lagen.

Die von Ochs et al. (1998, 147) ermittelten durchschnittlichen Normwerte bei den Frauen stellten sich in Tabelle 40 wie folgt dar.

Tabelle 40: Back Check Normwerte für die Rumpfflexion und –extension bei Frauen.

Rückengesunde Frauen	Rumpfflexion	251 N (25,1 kg)
	Rumpfextension	394 N (39,4 kg)
Rückenschmerzpatientinnen	Rumpfflexion	257 N (25,7 kg)
	Rumpfextension	327 N (32,7 kg)

Ein Vergleich mit den ermittelten Ergebnissen unserer Stichprobe (n=18) zeigte ähnlich wie bei den Männern Parallelen. Insgesamt lagen die Kraftwerte der Frauen in unserer Untersuchung erwartungsgemäß deutlich niedriger als die Werte der Männer und auch niedriger, als die von Ochs et al. ermittelten Werte.

So erreichten die Frauen bei der Rumpfflexion zu Rehabeginn durchschnittlich 16,4 kg (s=7,7) und zu Rehaende 21,6 kg (s=7,6), was einen Anstieg von genau 24 % ausmachte. Dennoch lagen die durchschnittlichen Werte immer noch deutlich unter den von Ochs et al. ermittelten Normwerten für Rückenpatientinnen.

Bei der Extension war der Kraftzuwachs größer als bei der Flexion, es ergab sich hier ein hochsignifikanter Kraftanstieg um 27 % auf 36,0 kg (s=11,0). Ein Wert, der wiederum deutlich über dem Normwert für Rückenpatientinnen lag.

Ein Vergleich der von uns ermittelten Werte der Kraftverhältnisse zwischen Extension und Flexion mit Werten anderer Autoren stellt sich immer problematisch dar. Viele Autoren geben ein Verhältnis zwischen Extension und Flexion an, dennoch sind diese Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Testmethoden (isometrisch, isokinetisch), unterschiedlicher Drehachsen und unterschiedlicher Untersuchungspopulationen nur bedingt und tendenziell zu vergleichen. Beimborn & Morrissey (1988, 655) geben an, dass die meisten Untersucher ein Extension / Flexion – Verhältnis zwischen 1,0 und 2,0 errechneten, wobei das meist genannte Verhältnis 1,3 betrug. Das bedeutet, dass die Extensoren durchschnittlich nur 30% kräftiger sind als die Flexoren.

Diese Ergebnisse stimmen auch mit den von uns erhobenen Werten sowie mit den von Ochs et al. ermittelten und aktualisierten Normwerten überein. Wie bereits oben erwähnt, ermittelten Ochs et al., auf Grundlage eines sehr großen

Datenpools, mit dem Back Check für Männer einen Wert von 1,3 bzw. 130 % (\pm 5%) und für Frauen 1,5 bzw. 150 % (\pm 5%) (persönliche Mitteilung 2001).

Betrachtet man die Ergebnisse aller Back Check - Messparameter muss man zusammenfassend feststellen, dass das Work Hardening - Behandlungsprogramm dem Standardprogramm der Kontrollgruppe nicht überlegen ist. Dennoch zeigen sich aber in beiden Gruppen gleichermaßen hochsignifikante Anstiege der maximalen isometrischen Rumpfkraftwerte über die beiden Messpunkte t0 und t1. Die Ursachen für diese hochsignifikanten Kraftzuwachsrate sind aus trainingswissenschaftlicher Sichtweise in erster Linie durch koordinative und neuromuskuläre Adaptationen, wie sie unter Punkt 3.2 diskutiert werden, zu erklären. Eine Verbesserung der Kraft aufgrund der Zunahme von Muskelmasse in einem kurzen Zeitraum von 3 Wochen erscheint besonders im Bereich der Rumpfmuskulatur äußerst fraglich. Eine signifikante Vergrößerung des physiologischen Querschnitts z.B. des M. erector spinae setzt im Minimum einen 4 bis 6monatigen Trainingszeitraum voraus (Parkkola et al. 1992, 383; Foster et al. 1993, 47).

3.4. Der IPN-Ausdauerterest mit Laktatbestimmung

Zur Erfassung der Herz-Kreislauf- bzw. der Ausdauerleistungsfähigkeit hat sich in der Prävention und Rehabilitation, sowie im Bereich Fitness- und Gesundheitssport, die Testung mit dem Fahrradergometer weitestgehend durchgesetzt. Auch der im Rahmen unserer Studie verwendete IPN-Ausdauerterest auf dem Fahrradergometer erwies sich als äußerst brauchbares Verfahren, die Herz-Kreislauf- und Ausdauerleistungsfähigkeit der chronischen Rückenschmerzpatienten zu erfassen. Es handelt sich beim IPN-Ausdauerterest um einen Stufentest, bei dem wir zusätzlich auf jeder Belastungsstufe die folgenden Messparameter erfassten:

- Herzfrequenz
- Laktatwert
- Systolischer Blutdruck
- Diastolischer Blutdruck
- Borgskala (RPE)

Im Einzelnen standen vier übergeordnete Fragestellungen im Vordergrund:

- a. Besteht ein Unterschied zwischen den Ergebnissen der Männer und den Ergebnissen der Frauen zum Messzeitpunkt t1?
- b. Besteht ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen (Intervention / Kontrollgruppe) zum Messzeitpunkt t1?
- c. Besteht ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen, in der Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit von t0 auf t1? Unterscheiden sich die Mittelwertsdifferenzen?
- d. Besteht ein Zusammenhang zwischen Laktatanreicherung, Herzfrequenz und subjektivem Belastungsempfinden (Borgskala)?

Beim Vergleich der Messwerte zum Zeitpunkt t1 wurden jeweils die Ergebnisse der letzten Belastungsstufe bzw. der Belastungsstufe, die der letzten Stufe bei t0 entsprach, herangezogen. Wurde z.B. zum Zeitpunkt t0 der Test bei 125 Watt beendet, wurde für t1 ebenfalls die 125 Wattstufe herangezogen, auch wenn der Patient im Retest eine Stufe mehr, also z.B. 150 Watt, erreichte. Auch beim Prae-Postvergleich wurde genauso verfahren, um sinnvoll zwei entsprechende Belastungsstufen zu vergleichen.

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Wie oben erläutert, wurde bei der Analyse der geschlechtsspezifischen Unterschiede von den Messwerten ausgegangen, die die Patienten bei der letzten Belastungsstufe bzw. bei der entsprechenden Endstufe von t0 erreichten.

Zur Beantwortung der Frage, ob zum Messzeitpunkt t1 ein Unterschied zwischen den Ergebnissen der Frauen und der Männer bestand, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt.

Aufgrund der Fragestellung konnten folgende statistischen Hypothesen formuliert werden:

$$H_0: \mu_m = \mu_w$$

$$H_1: \mu_m \neq \mu_w$$

(m = männlich; w = weiblich)

Die in den Tabellen 41 und 42 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass zum Messzeitpunkt Rehaende (t1) zwischen Frauen und Männer keine bzw. nur sehr geringe Unterschiede bestanden. Lediglich beim systolischen Blutdruck hatten die Männer mit durchschnittlich 173 mmHg einen signifikant höheren Blutdruckwert als die Frauen, die zum gleichen Zeitpunkt im Schnitt nur einen Wert von 159 mmHg aufwiesen.

Tabelle 41: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen unterschiedlicher Messparameter (Herzfrequenz, Laktat, Blutdruck systolisch, Blutdruck diastolisch und subjektives Belastungsempfinden) zum Messzeitpunkt t1. Differenziert nach Männern und Frauen.

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Herzfrequenz bei t1	männlich	83	132.46	10.59	1.16
	weiblich	18	133.44	13.42	3.16
Laktat bei t1	männlich	83	3.389	.893	9.801E-02
	weiblich	18	3.261	1.141	.269
Systol. Blutdruck bei t1	männlich	83	172.95	23.06	2.53
	weiblich	18	158.61	19.69	4.64
Diast. Blutdruck bei t1	männlich	83	80.24	9.07	1.00
	weiblich	18	79.17	12.63	2.98
Borgskala bei t1	männlich	83	15.08	1.91	.21
	weiblich	18	14.67	2.57	.60

Tabelle 42: t - Test für unabhängigen Stichproben. Prüfung auf Geschlechtsunterschiede zum Messzeitpunkt t1.

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Herzfrequenz bei t1	.013	.910	-.341	99	.734
			-.293	21.820	.772
Laktat bei t1	2.109	.150	.524	99	.602
			.447	21.738	.659
Systol. Blutdruck bei t1	2.001	.160	2.450	99	.016
			2.713	28.102	.011
Diast. Blutdruck bei t1	5.514	.021	.423	99	.673
			.342	20.959	.736
Borgskala bei t1	1.428	.235	.787	99	.433
			.652	21.283	.521

Mit Ausnahme der Variablen „Systolischer Blutdruck“ verdeutlichen die Ergebnisse unseres Ausdauertests, dass praktisch keine Unterschiede zwischen der Leistungsfähigkeit der Patientinnen und der Patienten zum Messzeitpunkt t1 auf der letzten bzw. entsprechenden Belastungsstufe von t1 bestanden. Dies hat somit die Annahme der Nullhypothese H_0 zur Folge sowie die Verwerfung der Alternativhypothese H_1 . Einzige Ausnahme war die Variable „Systolischer Blutdruck“, dort wiesen die Patientinnen signifikant niedrigere Werte ($T=2,450$; $df=99$; $p=0,16$) auf als die Männer.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Die Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen wurden ebenfalls mit Hilfe eines t – Test für unabhängige Stichproben analysiert. Ähnlich wie bei der Frage nach den Leistungsunterschieden beim Geschlecht wurden auch hier die Hypothesen zweiseitig formuliert:

$H_0: \mu_0 = \mu_1 \rightarrow$ Es besteht kein Unterschied zwischen Intervention und Kontrolle.

$H_1: \mu_0 \neq \mu_1 \rightarrow$ Es besteht ein Unterschied zwischen Intervention und Kontrolle.

Die beiden folgenden Tabellen zeigen, dass keine der beiden Behandlungsgruppen, sowohl bei den Männern (Tabellen 43 und 44), als auch bei

den Frauen (Tabellen 45 und 46) wirksamer war bzw. signifikant unterschiedliche Ergebnisse erzielte als die andere.

Tabelle 43: Vergleich von Mittelwerten und Standardabweichungen bei fünf Ausdauer-Messparameter zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1 (männlich).

Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Herzfrequenz bei t1	Intervention	40	131.90	10.97	1.73
	Kontrollgruppe	42	132.98	10.45	1.61
Laktat bei t1	Intervention	40	3.310	.738	.117
	Kontrollgruppe	42	3.474	1.029	.159
Systol. Blutdruck bei t1	Intervention	41	173.78	21.09	3.29
	Kontrollgruppe	42	172.14	25.06	3.87
Diast. Blutdruck bei t1	Intervention	41	78.54	8.08	1.26
	Kontrollgruppe	42	81.90	9.75	1.50
Borgskala bei t1	Intervention	40	15.28	1.89	.30
	Kontrollgruppe	42	14.98	1.91	.29

Tabelle 44: t-Test bei unabhängigen Stichproben, Intervention vs. Kontrollgruppe, zum Messzeitpunkt t1 (männlich).

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Herzfrequenz bei t1	.224	.637	-455	80	.650
			-454	79.244	.651
Laktat bei t1	2.998	.087	-825	80	.412
			-831	74.433	.409
Systol. Blutdruck bei t1	.531	.468	.322	81	.749
			.322	79.287	.748
Diast. Blutdruck bei t1	1.331	.252	-1.711	81	.091
			-1.715	78.939	.090
Borgskala bei t1	.037	.848	.712	80	.479
			.712	79.851	.479

Betrachtet man die in Tabelle 43 aufgeführten Mittelwerte der Messergebnisse, die bei t1 erreicht wurden, zeigt sich, dass die Ergebnisse der beiden Behandlungsgruppen sehr dicht beieinander liegen. Nur beim diastolischen Blutdruck weist die Interventionsgruppe einen deutlich, jedoch nicht signifikant ($p = 0.091$) niedrigeren Wert auf.

Tabelle 45: Vergleich von Mittelwerten und Standardabweichungen bei 5 Ausdauer-Messparameter zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1 (weiblich).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Herzfrequenz bei t1	Intervention	6	130.50	9.83	4.01
	Kontrollgruppe	12	134.92	15.08	4.35
Laktat bei t1	Intervention	6	2.650	1.041	.425
	Kontrollgruppe	12	3.567	1.102	.318
Systol. Blutdruck bei t1	Intervention	6	150.00	19.75	8.06
	Kontrollgruppe	12	162.92	19.00	5.49
Diast. Blutdruck bei t1	Intervention	6	78.33	12.11	4.94
	Kontrollgruppe	12	79.58	13.39	3.87
Borgskala bei t1	Intervention	6	13.00	2.53	1.03
	Kontrollgruppe	12	15.50	2.24	.65

Tabelle 46: t-Test für unabhängigen Stichproben, Intervention vs. Kontrollgruppe, zum Messzeitpunkt t1 (weiblich).

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Herzfrequenz bei t1	.035	.854	-.647	16	.527
			-.746	14.535	.468
Laktat bei t1	.210	.653	-1.693	16	.110
			-1.727	10.651	.113
Systol. Blutdruck bei t1	.108	.747	-1.343	16	.198
			-1.325	9.752	.216
Diast. Blutdruck bei t1	.026	.875	-.192	16	.850
			-.199	11.098	.846
Borgskala bei t1	.165	.690	-2.144	16	.048
			-2.053	9.042	.070

Ähnlich stellten sich die Ergebnisse bei den Patientinnen dar. Während sich bei den Messparametern Herzfrequenz und Blutdruck keine nennenswerten Unterschiede zeigten, konnte man beim Laktat sowie bei der subjektiven Belastungseinstufung Unterschiede feststellen.

Der durchschnittliche Laktatwert lag zum Zeitpunkt t1 mit 2,65 mmol/l um genau 25 % niedriger als der Laktatwert in der Kontrollgruppe, der bei 3,57 mmol/l im Mittel lag. Ebenfalls war beim subjektiven Belastungsempfinden ein signifikanter Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe ($T=-2,144$; $df=16$;

$p=0.048$) erkennbar. Die Patientinnen der Kontrollgruppe empfanden die letzte Belastungsstufe mit einem RPE-Wert von 15,5 als „sehr anstrengend“, während die Frauen der Interventionsgruppe die subjektive Anstrengung lediglich mit 13,0, „leicht anstrengend“, einschätzten. Dieses Ergebnis zeigt einerseits, dass die Patientinnen mit dem höheren Laktatwert, also mit dem höheren Grad an Übersäuerung, die Belastung auch als anstrengender empfanden, und andererseits die Belastung der letzte Wattstufe besser tolerierten.

Zusammenfassend kann beim Vergleich der beiden Behandlungsgruppen (Frauen) bei t_1 lediglich beim Messparameter „subjektives Belastungsempfinden“ die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese verworfen werden. In Bezug auf alle anderen Parameter, muss die Nullhypothese, bei einem α -Niveau von 0.05, beibehalten werden.

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t_0 auf t_1

Zum einen stellte sich die Frage, inwieweit sich die Ausdauer- und Herzkreislaufleistungsfähigkeit, gemessen an den oben aufgeführten Parametern, nach Durchlaufen eines 3-wöchigen Behandlungsprogramms verbesserte, zum anderen stand die Frage im Vordergrund, ob eines der beiden Behandlungsprogramme effektiver die Ausdauer- und Herzkreislaufleistungsfähigkeit beeinflussen konnte.

Zur Überprüfung der Mittelwertsunterschiede wurde ein t-Test für abhängige Stichproben angewandt. Aufgrund der Tatsache, dass die Ergebnisse nur geringe geschlechtsspezifische Unterschiede aufwiesen, wurde bei den folgenden Berechnungen die gesamte Stichprobe herangezogen, also nicht zwischen Männer und Frauen differenziert (Anhang S. 276-279).

Die statistischen Hypothesen leiteten sich folgendermaßen ab:

$H_0: \mu_{\text{diff}} = 0 \rightarrow$ Es gibt keine Behandlungs- und Trainingseffekte von t_0 auf t_1 .

$H_1: \mu_{\text{diff}} \neq 0 \rightarrow$ Es gibt Behandlungs- und Trainingseffekte von t_0 auf t_1 .

Zur Auswertung der Ergebnisse wurde wieder jeweils die letzte Belastungsstufe bei t_0 herangezogen und mit der entsprechenden Wattstufe bei t_1 verglichen. Für die verschiedenen Messparameter werden die Ergebnisse in den Abbildungen 33 - 37 dargestellt.

Herzfrequenz

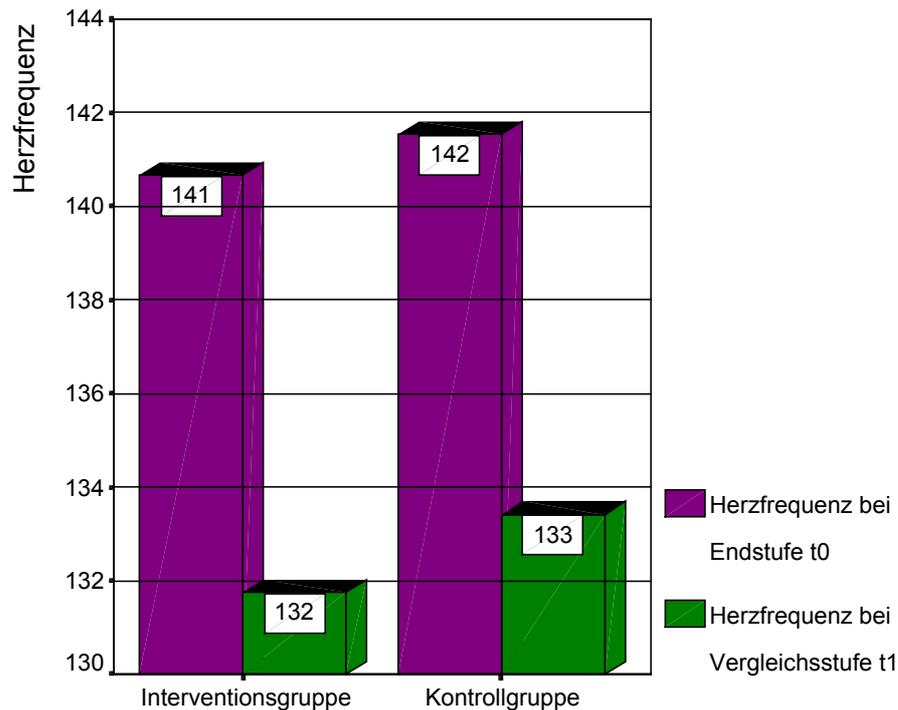


Abbildung 33: Entwicklung der Herzfrequenz von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.

Abbildung 33 zeigt die positive Entwicklung der Belastungsherzfrequenz im Verlauf des 3-wöchigen Behandlungsprogramms.

In beiden Behandlungsgruppen stellten sich hochsignifikante Trainingsanpassungserscheinungen ein (Intervention: $T=5.898$; $df=46$; $p<0.000$; Kontrollgruppe: $T=6.136$; $df=53$; $p<0.000$). In der Interventionsgruppe betrug der durchschnittliche Pulswert bei t0 141 Schläge/Minute ($SD=10,86$), bei t1 lag der durchschnittliche Pulswert nur noch bei 132 Schlägen/Minute ($SD=10,62$). Dies kann als Ökonomisierung der Herz-Kreislaufätigkeit gedeutet werden. Wie aus Abbildung 33 außerdem hervorgeht, stellten sich in der Kontrollgruppe gleichsam identische Ergebnisse ein.

Ein signifikanter Unterschied der Mittelwertsdifferenzen zwischen den beiden Behandlungsgruppen war jedoch nicht festzustellen (Anhang S. 280 / 281).

Laktat

Bei der Analyse der Entwicklung der Laktatwerte von t0 auf t1 zeichneten sich ebenfalls hochsignifikante Unterschiede zwischen den Laktatwerten von t0 und t1

ab (Intervention: $T=6.142$; $df=46$; $p<0.000$; Kontrollgruppe: $T=4.012$; $df=53$; $p<0.000$).

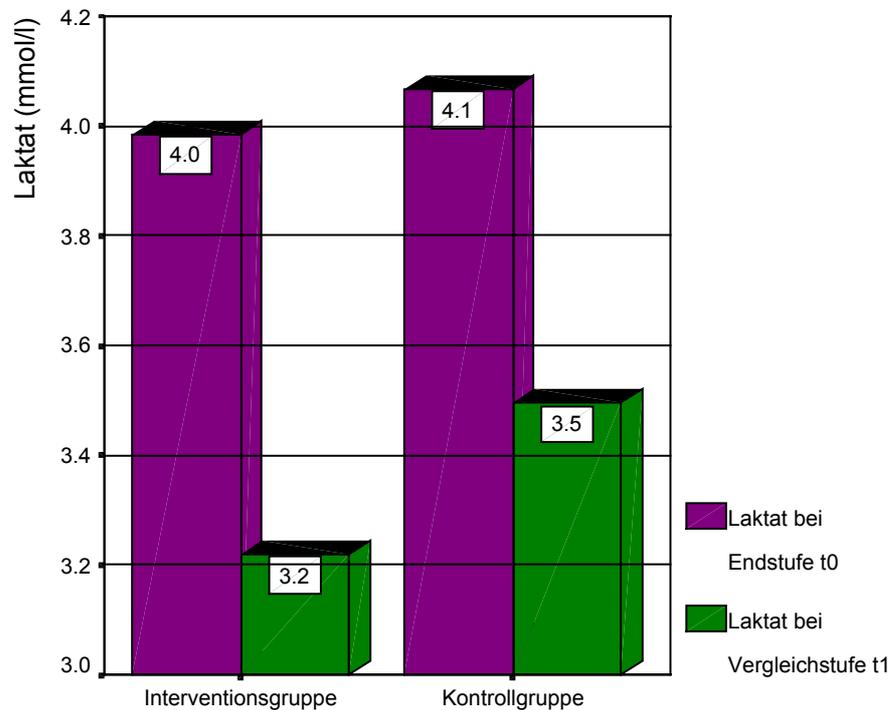


Abbildung 34: Entwicklung der Laktatwerte von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.

Abbildung 34 zeigt, dass in beiden Behandlungsgruppen die Laktatanreicherung im Blut bei Belastung nach den Behandlungsprogrammen abgenommen hat, also auf gleicher Belastungsstufe eine geringere Übersäuerung stattfand. Abbildung 29 zeigt auch, dass der Effekt der Reduzierung des Laktatwertes von 4,0 mmol/l ($SD=1.074$) auf 3,2 mmol/l ($SD=0.794$) in der Interventionsgruppe deutlicher ausfiel als in der Kontrollgruppe. Dennoch war dieser Unterschied der Mittelwertsdifferenzen bei den beiden Behandlungsgruppen nicht signifikant (Anhang S. 280 / 281).

Systolischer Blutdruck

Vergleicht man den systolischen Blutdruck des Eingangstests mit dem systolischen Blutdruck des Retest auf den entsprechenden Endstufen des IPN-Ausdauer-tests, zeichnen sich tendenziell die gleichen Ergebnisse ab wie bei den Messparametern „Herzfrequenz“ und „Laktat“. Auch hier stellten sich im Verlauf der Rehabilitationsmaßnahme sowohl in der Interventionsgruppe, als auch bei der

Kontrollgruppe hochsignifikante Verbesserungen der Blutdruckwerte ein (Intervention: $T=4.505$; $df=46$; $p<0.000$; Kontrollgruppe: $T=7.018$; $df=55$; $p<0.000$).

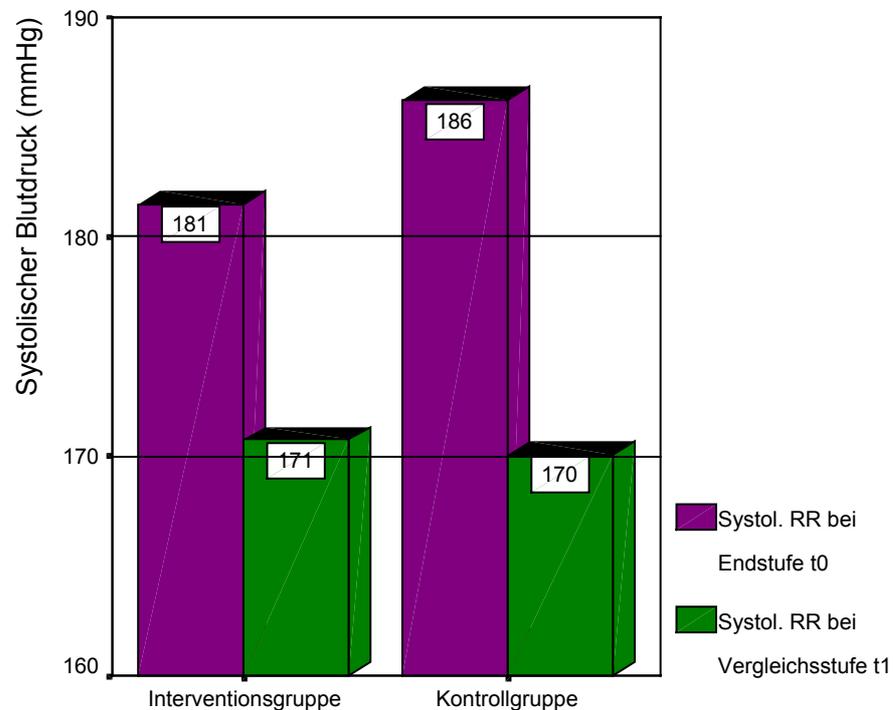


Abbildung 35: Entwicklung des systolischen Blutdrucks von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.

Wie Abbildung 35 verdeutlicht, stellte sich bei der Kontrollgruppe eine größere Senkung des systolischen Blutdrucks von t0 auf t1 ein. Während die Blutdruckabnahme in der Interventionsgruppe bei knapp 6% lag, ergab sich in der Kontrollgruppe eine Abnahme von 186 mmHg (SD=24.4) im Schnitt auf 170 mmHg (SD=24.00), was eine Senkung um fast 9% bedeutete. Dennoch war auch dieser Unterschied der Mittelwertsdifferenzen zwischen den Behandlungsgruppen nicht signifikant (Anhang S. 280 / 281).

Diastolischer Blutdruck

Wie zu erwarten war stellten sich beim Messparameter „Diastolischer Blutdruck“ die Verbesserungen nicht in dem Ausmaß ein, wie es beim systolischen Blutdruck der Fall war. Der diastolische Blutdruck erwies sich als eine relativ konstante physiologische Größe, die durch Training und Behandlungsprogramm nur schwer zu beeinflussen ist. Bei der Analyse mit t – Test für abhängige Stichproben

konnten daher auch keine signifikanten Änderungen des diastolischen Wertes festgestellt werden. Wobei sich die Ergebnisse in der Interventionsgruppe ($T=1.672$; $df=46$; $p=0.101$) deutlich besser darstellten als die in der Kontrollgruppe ($T=0.368$; $df=53$; $p=0.715$).

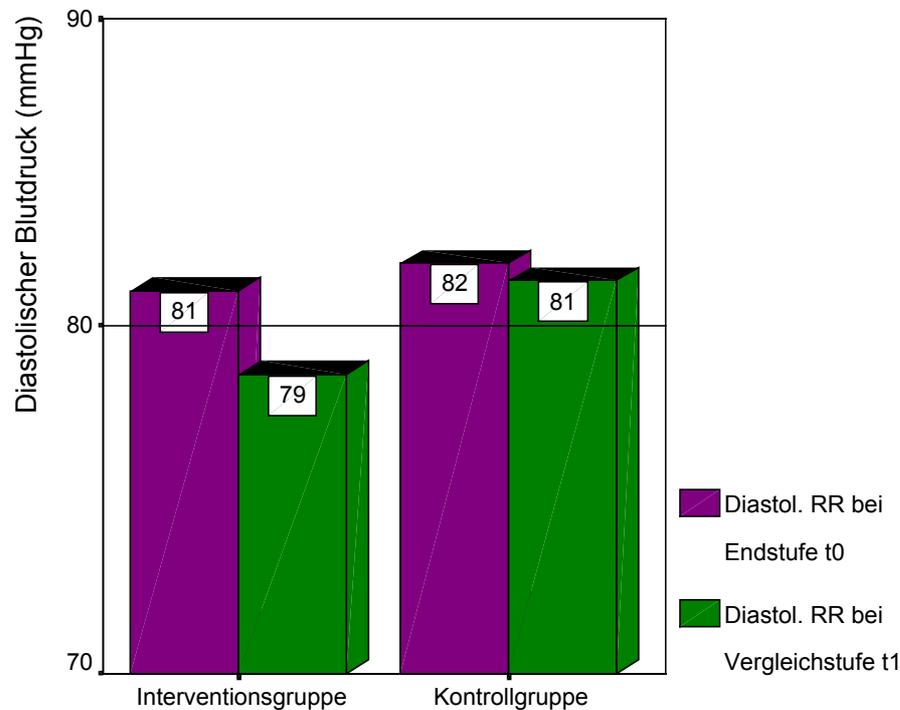


Abbildung 36: Entwicklung des diastolischen Blutdrucks von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.

Abbildung 36 zeigt eine geringe Abnahme des diastolischen Blutdrucks von 81 mmHg ($s= 11.37$) auf durchschnittlich 79 mmHg ($s= 8.53$) in der Interventionsgruppe. In der Kontrollgruppe waren die beiden Werte bei t0 und t1, mit 82 mmHg ($SD= 10.21$) und 81 mmHg ($SD= 10.57$) annähernd identisch.

Subjektives Belastungsempfinden – Borgskala

Abbildung 37 verdeutlicht, dass sich der subjektive Parameter „Belastungsempfinden“ tendenziell genauso verhielt wie die oben beschriebenen objektiven Messparameter. In beiden Behandlungsgruppen wurde beim Retest die Belastung weniger anstrengend empfunden als zu Rehabeginn. Mit einem

Durchschnittswert von 16 empfanden die Patienten beim Eingangstest die Belastung auf der letzten Stufe des IPN-Tests als „anstrengend“ bis „sehr anstrengend“. Beim Abschlusstest wurde die Belastung auf der gleichen Wattstufe mit einem Wert von durchschnittlich 15 nur noch als „anstrengend“ empfunden. Die Signifikanzprüfung mittels t –Test für abhängige Stichproben ergab von t0 auf t1 in beiden Behandlungsgruppen eine hochsignifikante Abnahme des Anstrengungsempfindens (Intervention: T=4.055; df=46; p<0.000; Kontrollgruppe: T=4.415; df=53; p<0.000).

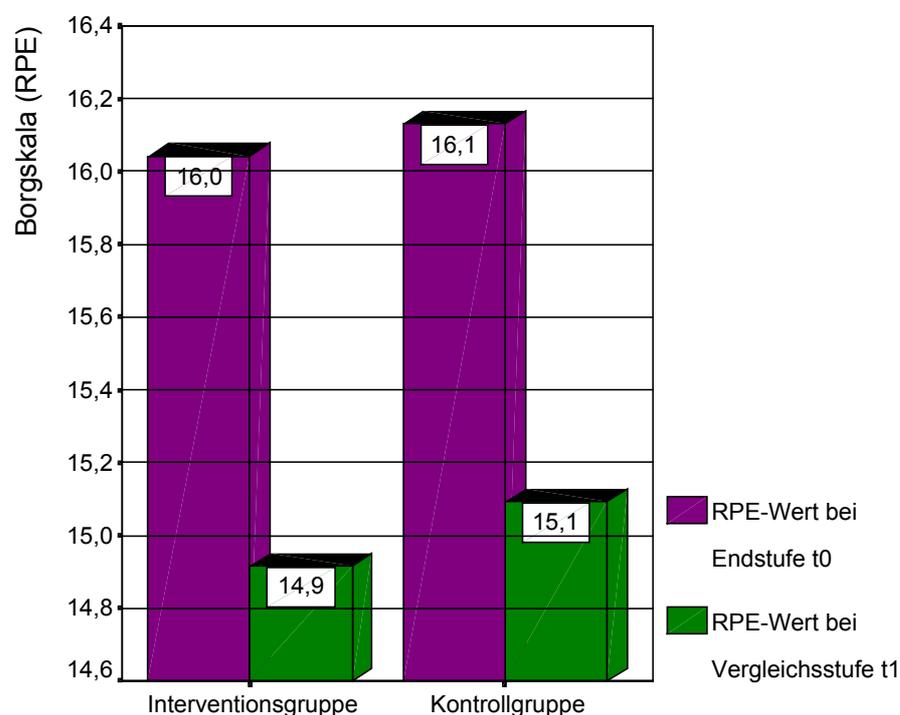


Abbildung 37: Entwicklung des subjektiven Belastungsempfindens von t0 auf t1, gemessen mit Hilfe der Borgskala, jeweils auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.

Aufgrund der Ergebnisse der statistischen Auswertungen muss für die Messparameter „Herzfrequenz“, „Laktat“, „Systolischer Blutdruck“ und „subjektives Belastungsempfinden“ die anfangs formulierte Alternativhypothese, $H_1: \mu_{diff} \neq 0$, angenommen werden.

Lediglich beim Parameter „Diastolischer Blutdruck“ stellten sich keine signifikanten Verbesserungen ein, was eine Ablehnung der Alternativhypothese und die Annahme der Nullhypothese, $H_0: \mu_{diff} = 0$ bedeutet.

Ein wesentliches Charakteristikum des IPN-Ausdauertests liegt im Verzicht auf eine Ausbelastung. Es handelt sich um einen submaximalen Test, bei dem jeweils ein individuelles Abbruchkriterium festgelegt wurde. Aufgrund verschiedener Kriterien wurde eine Herzfrequenzobergrenze bestimmt, bis zu der der Patient stufenweise hochbelastet wurde. Hatte er diese Herzfrequenz erreicht, musste die jeweilige Stufe noch zu Ende gebracht werden und dann abgebrochen. Diese Verfahrensweise erfolgte beim Eingangstest (t0) und analog beim Retest (t1). Die zu Rehabeginn ermittelte Herzfrequenzobergrenze, die das Abbruchkriterium darstellte, war auch maßgebend für die Testung am Rehaende. Dies hatte zur Folge, dass ein Patient zum Zeitpunkt t1 durchaus eine oder zwei Belastungsstufen mehr absolvieren konnte bis zum Erreichen der entsprechenden Herzfrequenzobergrenze. Abbildung 38 zeigt die Ergebnisse, die sich diesbezüglich bei der Interventionsgruppe einstellten, Abbildung 41, die Ergebnisse der Kontrollgruppe.

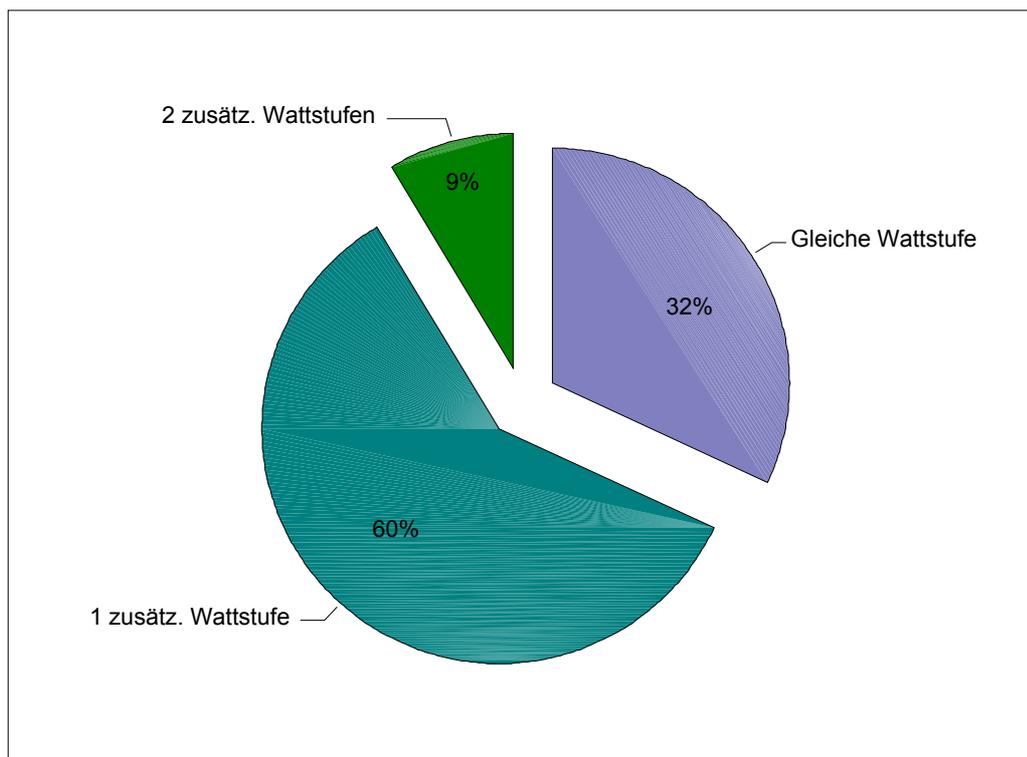


Abbildung 38: Prozentuale Anteile der zusätzlich erzielten Wattstufen bei t1 gegenüber t0 in der Interventionsgruppe (Work Hardening).

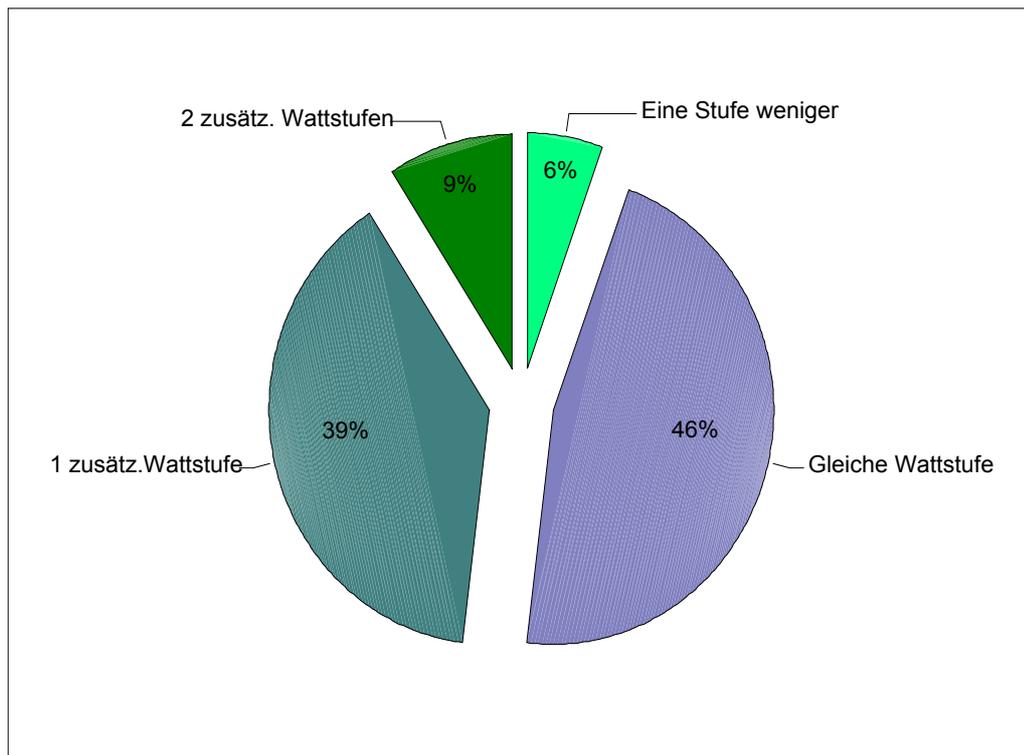


Abbildung 39: Prozentuale Anteile der zusätzlich erzielten Wattstufen bei t1 gegenüber t0 in der Kontrollgruppe.

Die beiden Abbildungen 38 und 39 verdeutlichen eine leichte Überlegenheit der Patienten, die das Work Hardening Programm durchlaufen haben. 32 % der Patienten erreichten ihr individuelles Abbruchkriterium sowohl bei t0, als auch bei t1 auf der gleichen Wattstufe. 60 % der Patienten erreichten bei t1 eine zusätzliche Stufe, und 9 % waren sogar in der Lage, eine zweite zusätzliche Stufe zu erreichen, bis das Abbruchkriterium bzw. die voreingestufte Herzfrequenz eintrat.

Bei der Kontrollgruppe waren die Ergebnisse etwas schlechter. 6 % der Patienten lagen hier bei t1 sogar eine Wattstufe unter der Endstufe von t0, haben sich also verschlechtert. 46 % erreichten bei t1 die gleiche Wattstufe wie bei t0, nur 39 % erreichten eine zusätzliche Wattstufe (bei Intervention 60%), und 9 % der Patienten, die die Kontrollgruppe durchliefen, hatten zwei zusätzliche Stufen geschafft.

d) Zusammenhänge zwischen den Messparametern

Unabhängig von den beiden Behandlungsgruppen stellte sich die Frage, inwieweit Zusammenhänge zwischen den einzelnen Messparametern auf den unterschiedlichen Belastungsstufen bestanden. Bestand z.B. ein Zusammenhang zwischen dem subjektiven Parameter Anstrengungsempfinden (Borgskala) und dem objektiven Messparameter Laktat bzw. zwischen Anstrengungsempfinden und Puls? Außerdem wollten wir wissen, ob eine Korrelation zwischen Herzfrequenz und Laktat auf den entsprechenden Stufen vorlag.

Die zu formulierenden statistischen Hypothesen lauteten für diese Fragestellungen:

$H_0: r^*_{xy} = 0 \rightarrow$ Es besteht kein Zusammenhang.

$H_1: r^*_{xy} \neq 0 \rightarrow$ Es besteht ein Zusammenhang.

(r^* ist der Wert des Populationskoeffizienten!)

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden jeweils die Ergebnisse der Retests (t1) herangezogen.

Da es sich bei den Daten des Ausdauerstests um normalverteilte metrische Daten handelt, wurde zur Berechnung der Korrelationen, der Korrelationskoeffizient nach Pearson angewandt, ferner wurde mit zweiseitiger Fragestellung überprüft, ob der jeweilige Zusammenhang bei einem α -Niveau von 0,05 signifikant war.

Streng genommen ist bei der Borgskala keine Gleichabständigkeit der Antwortkategorien anzunehmen, so dass nonparametrische Teststatistiken hätten ausgewählt werden sollen. Dennoch haben wir uns für die Verwendung von parametrischen Tests entschlossen, in der Annahme, dass diese eine stärkere Power haben und eine Voraussetzungsverletzung bei größeren Stichproben weniger problematisch sei.

Die Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Borgskala und Laktatwerten stellen sich auf den unterschiedlichen Belastungsstufen wie folgt dar (Tabellen 47 und 48).

Tabelle 47 : Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Laktatanreicherung auf den Belastungsstufen 100 Watt bis 150 Watt, bei t1.

Korrelation auf den Stufen 100 Watt - 150 Watt

		Laktat, mmol, 100 Watt, t1	Laktat, mmol, 125 Watt, t1	Laktat, mmol, 150 Watt, t1
Borgskala 100 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.462**	.461**	.316*
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.011
	N	98	84	64
Borgskala 125 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.328**	.470**	.438**
	Signifikanz (2-seitig)	.002	.000	.000
	N	84	84	64
Borgskala 150 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.258*	.489**	.571**
	Signifikanz (2-seitig)	.040	.000	.000
	N	64	64	64

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 48 : Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Laktatanreicherung auf den Belastungsstufen 175 Watt bis 225 Watt, bei t1.

Korrelationen auf den Stufen 175 Watt - 225 Watt

		Laktat, mmol, 175 Watt, t1	Laktat, mmol, 200 Watt, t1	Laktat, mmol, 225 Watt, t1
Borgskala 175 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.423**	.652**	. ^a
	Signifikanz (2-seitig)	.005	.005	.
	N	43	17	2
Borgskala 200 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.497*	.571*	. ^a
	Signifikanz (2-seitig)	.042	.017	.
	N	17	17	2
Borgskala 225 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	-1.000**	-1.000**	-1.000**
	Signifikanz (2-seitig)	.	.	.
	N	2	2	2

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

a. Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

Die beiden Tabellen verdeutlichen durchwegs signifikante und hochsignifikante Zusammenhänge zwischen dem subjektiven Messparameter (Borg) und dem objektiven Parameter (Laktat). Ausnahme bildeten die 50- und 75-Wattstufe. Dort zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen „Borg“ und „Laktat“.

Die Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen zwischen „Borg-Werten“ und Pulswerten auf den verschiedenen Belastungsstufen zum Zeitpunkt t1 zeigen die folgenden Tabellen 49 und 50.

Tabelle 49: Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Herzfrequenz auf den Belastungsstufen 100 Watt bis 150 Watt, bei t1.

Korrelationen auf den Stufen 100 Watt - 150 Watt

		Herzfrequenz, 100 Watt, t1	Herzfrequenz, 125 Watt, t1	Herzfrequenz, 150 Watt, t1
Borgskala 100 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.376**	.315**	.119
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.004	.348
	N	98	84	64
Borgskala 125 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.231*	.362**	.238
	Signifikanz (2-seitig)	.034	.001	.059
	N	84	84	64
Borgskala 150 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	-.034	.121	.207
	Signifikanz (2-seitig)	.790	.341	.100
	N	64	64	64

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 50: Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Herzfrequenz auf den Belastungsstufen 175 Watt bis 225 Watt, bei t1.

Korrelationen auf den Stufen 175 Watt - 225 Watt

		Herzfrequenz, 175 Watt, t1	Herzfrequenz, 200 Watt, t1	Herzfrequenz, 225 Watt, t1
Borgskala 175 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	-.023	-.097	. ^a
	Signifikanz (2-seitig)	.884	.711	.
	N	43	17	2
Borgskala 200 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.057	-.028	. ^a
	Signifikanz (2-seitig)	.828	.915	.
	N	17	17	2
Borgskala 225 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	-1.000**	-1.000**	-1.000**
	Signifikanz (2-seitig)	.	.	.
	N	2	2	2

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

a. Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

Im Unterschied zum Zusammenhang „subjektives Belastungsempfinden und Laktat“ ergaben sich bei der Analyse zwischen subjektivem Belastungsempfinden und Herzfrequenz nur auf den beiden mittleren Belastungsstufen (100 und 125

Watt) signifikante Zusammenhänge. Auf allen anderen Belastungsstufen, auch bei 50 und 75 Watt, konnten keine signifikanten Korrelationen festgestellt werden.

Bei der Überprüfung der Fragestellung, inwieweit ein Zusammenhang zwischen den beiden Parametern Herzfrequenz und Laktat besteht, ergaben sich die in den Tabellen 51 und 52 dargestellten Ergebnisse.

Tabelle 51 : Darstellung der Zusammenhänge zwischen Laktatwert und Pulswert auf den Belastungsstufen 100 Watt bis 150 Watt, bei t1.

Korrelationen auf den Stufen 100 Watt - 150 Watt

		Herzfrequenz, 100 Watt, t1	Herzfrequenz, 125 Watt, t1	Herzfrequenz, 150 Watt, t1
Laktat mmol/l 100 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.665**	.546**	.380**
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.002
	N	98	84	64
Laktat mmol/l 125 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.525**	.579**	.455**
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.000
	N	84	84	64
Laktat mmol/l 150 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.233	.320**	.378**
	Signifikanz (2-seitig)	.064	.010	.002
	N	64	64	64

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 52: Darstellung der Zusammenhänge zwischen Laktatwert und Pulswert auf den Belastungsstufen 175 Watt bis 225 Watt.

Korrelationen auf den Stufen 175 Watt - 225 Watt

		Herzfrequenz, 175 Watt, t1	Herzfrequenz, 200 Watt, t1	Herzfrequenz, 225 Watt, t1
Laktat mmol/l 175 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.199	.268	1.000**
	Signifikanz (2-seitig)	.200	.299	.
	N	43	17	2
Laktat mmol/l 200 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	.295	.288	1.000**
	Signifikanz (2-seitig)	.251	.263	.
	N	17	17	2
Laktat mmol/l 225 Watt, t1	Korrelation nach Pearson	1.000**	1.000**	1.000**
	Signifikanz (2-seitig)	.	.	.
	N	2	2	2

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Hochsignifikante Zusammenhänge wurden vor allem auf den mittleren Belastungsstufen (100 – 150 Watt) deutlich sowie auf der 50 Wattstufe ($r=0.353$;

$p < 0.000$), auf allen anderen Wattstufen konnten jedoch keine Zusammenhänge festgestellt werden.

Diskussion

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der beschriebenen Korrelationsanalysen sowie der Ergebnisse der Prä-Postvergleiche zeigten sich größtenteils signifikante oder hochsignifikante Verbesserungen. Beim Vergleich der beiden Behandlungsgruppen „Work Hardening“ (Intervention) und „Standardprogramm“ (Kontrolle) konnte man jedoch keine Überlegenheit einer Behandlungsform feststellen.

Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe

Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Behandlungsgruppen nach Durchlaufen der Behandlungsprogramme zum Messzeitpunkt t1, zeigen sich wider Erwarten keine signifikanten Unterschiede. Obwohl die Patienten der Interventionsgruppe, mit fünf Stunden pro Woche, ein umfangreiches und individuell dosiertes aerobes Ausdauertrainingsprogramm absolvierten, konnten die Patienten der Kontrollgruppe, bei denen ein derartiges aerobes Ausdauertraining nicht auf dem Behandlungsplan stand, erstaunlicherweise ähnliche oder nur geringfügig schlechtere Ergebnisse erzielen.

Es ist schwierig, hier stichhaltige Erklärungsansätze zu finden. Es scheint aber, dass ein „normales“ Standardprogramm zur Behandlung chronischer Rückenschmerzpatienten, wie es unter Punkt 2.2.6.2 beschrieben wurde, bei unseren untrainierten Patienten bereits deutliche Anpassungen in Richtung verbesserte Ausdauer- und Herz-Kreislauffähigkeit bewirken kann. Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang jedoch die Tatsache, dass ein exakt im aerob-anaeroben Übergangsbereich dosiertes aerobes Ausdauertraining sich gegenüber der Kontrollgruppe nicht wesentlich wirksamer darstellen kann.

Trotzdem sind die erreichten Ergebnisse beider Behandlungsgruppen messbarer Ausdruck von Trainingswirkung und Adaptationsmechanismen.

Prä- Postvergleich

Die Übersäuerung im Blut, gemessen am Laktatwert, hatte sich im Behandlungszeitraum von t0 auf t1 auf den gegebenen Belastungsstufen deutlich reduziert. Eine Ursache liegt hier einer Verbesserung und Optimierung des Energiestoffwechsels in der Muskelzelle.

Auch die Pulswerte stellten sich nach Durchlaufen des Behandlungsprogramm beim Retest auf einem niedrigeren Niveau dar als auf der entsprechenden Wattstufe des Eingangstests, was auf eine ökonomischere Herzarbeit hinweist.

Die Blutdruckwerte, systolisch wie auch diastolisch, hatten sich ebenfalls im Behandlungsverlauf verbessert, d.h. die Werte zeigten sich auf den verschiedenen Belastungsstufen zum Zeitpunkt Rehabilitationsende deutlich geringer als zu Rehabilitationsbeginn. Ob diese positive Regulierung des Blutdruckes ausschließlich auf das Ausdauertraining zurückzuführen ist, scheint dabei ungeklärt. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Gesamtheit der Heilmaßnahme, mit ihren entsprechenden Erholungseffekten, für diese Ergebnisse verantwortlich war. Schließlich nahmen die Patienten auch die Anstrengung auf den verschiedenen Stufen des Ausdauertests anders wahr, ihr subjektives Anstrengungsempfinden veränderte sich. Belastungen wurden mit Hilfe der Borgskala beim Endtest im Schnitt um mindestens einen Skalenabschnitt geringer eingeschätzt als beim Eingangstest. Dies bedeutet, dass die Patienten eine identische Belastung am Ende der Rehabilitation weniger anstrengend einschätzten als zu Beginn der Rehabilitationsmaßnahme.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass auch bei einem Rehabilitationsaufenthalt von insgesamt nur 4 Wochen bzw. bei einem Trainingszeitraum von 3 Wochen Umstellungs- und Anpassungsmechanismen bezüglich Ausdauer- und Herz-Kreislaufleistungsfähigkeit nachgewiesen werden können.

Da über zeitliche Abläufe der verschiedenen funktionellen und morphologischen Adaptationserscheinungen bei einem Training zur Vergrößerung der allgemeinen aeroben Ausdauer noch wenig bekannt ist (Hollmann & Hettinger 2000, 381), ist es immer schwierig zu entscheiden, welche Faktoren nun im Einzelnen für eine Leistungssteigerungen verantwortlich gemacht werden können.

Nach Hollmann & Hettinger (2000, 383) erfolgt der Übergang vom untrainierten zum hochausdauertrainierten Zustand gewissermaßen in zwei Anpassungsstufen: Die erste betrifft das vegetative Nervensystem, die Hämodynamik und die

zelluläre metabolische Kapazität, die zweite die kardiopulmonalen und sonstigen Organdimensionen.

Ein wesentlicher Teil der Auswirkungen eines kurzfristigen Trainingsprogramms rührt primär von der Körperperipherie her, das Herz wird immer erst sekundär zu einer Reduzierung der Herzschlagzahl für die gegebene Belastungsstufe veranlasst.

Für unsere Untersuchungen und Ergebnisse lassen sich folgende Anpassungsmechanismen diskutieren. Es ist anzunehmen, dass es in Folge des regelmäßigen Ausdauertrainings zu einer vegetativen Beeinflussung kam und damit zu einer überwiegenden trophotropen Einstellung. Die wichtigsten Leitsymptome einer solchen trophotropen Einstellung sind die Verringerung der Pulsfrequenz, eventuell auch des systolischen Blutdrucks in Körperruhe sowie vor allem auf den gegebenen Belastungsstufen. Gleichzeitig vergrößert sich durch eine reduzierte Katecholaminausschüttung das Herzschlagvolumen sowohl in Ruhe als auch bei Belastung, jedoch ohne Zunahme des Herzvolumens. Ein vergrößertes Schlagvolumen bewirkt somit auch ein vergrößertes maximales Herzzeitvolumen und damit eine bessere Leistungsfähigkeit des Herzens.

Die trainingsbedingte Reduzierung der Ruhe- und Belastungsherzfrequenz in Verbindung mit einem gesteigerten Herzschlagvolumen bedeutet auch immer eine Verbesserung der Ökonomie der Herzarbeit mit einer entsprechenden Herabsetzung des O₂-Verbrauchs und damit einer größeren maximalen körperlichen Leistungsfähigkeit.

Ein anderer Anpassungsmechanismus, der bereits bei kurzen Trainingszeiträumen wirksam wird, bezieht sich auf den Metabolismus. Metabolische und biochemische Anpassungen beeinflussen die oxidative Zelleistung und die Energiebereitstellung. Eine gesteigerte Aktivität der Enzyme im Zitronensäurezyklus und in der Atmungskette sowie eine Zunahme der Mitochondrienzahl wirken sich positiv auf den Energiestoffwechsel aus und stellen zusätzlich einen Faktoren für die Leistungssteigerung dar.

Auch eine verbesserte Koordination muss in diesem Zusammenhang als weiterer wichtiger Anpassungsmechanismus bei kurzfristigen Trainingszeiträumen in Betracht gezogen werden.

In beiden Behandlungsgruppen dürfte die Verbesserung der Koordination ein entscheidender Faktor für die deutlichen Leistungssteigerungen gewesen sein. Im Verlaufe des Behandlungs- bzw. Trainingsprogramms stellen sich neuromuskuläre Anpassungen ein. Das Zusammenspiel von Agonisten, Antagonisten und Synergisten bewirkt eine verbesserte intermuskuläre Koordination, so dass mit weniger Energieaufwand d.h. ökonomischer die gleiche bzw. eine höhere Leistung vollbracht werden kann.

Im Rahmen unserer Untersuchungen mit untrainierten und dekonditionierten Rückenschmerzpatienten ist eine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit, nicht zuletzt aufgrund der oben beschriebenen Adaptationsmechanismen, auf eine Höherschiebung der anaeroben Schwelle, also auf veränderte Stoffwechselprozesse zurückzuführen.

Nicht außer Acht gelassen werden sollten auch psychische oder psychosoziale Faktoren, die die Ausdauerleistungsfähigkeit ebenfalls mit beeinflussen können. Entängstigung, Entspannung und psychische Regeneration während eines Rehabilitationsaufenthalts tragen sicherlich mit zu den positiven Ergebnissen bei. Besonders Messparameter wie die Herzfrequenz oder der Blutdruck könnten hiervon betroffen sein.

Morphologische und strukturelle Anpassungserscheinungen wie z.B. die Vergrößerung des Herzvolumens, eine Verbesserung der Kapillarisation, eine Vermehrung der Total-Hämoglobinmenge, eine Vermehrung des Blutvolumens oder eine Steigerung des maximalen Schlagvolumens sind Anpassungserscheinungen, die erst in einer zweiten Anpassungsstufe wirksam werden können (Hollmann & Hettinger 2000, 384). Derartige morphologische und strukturelle Adaptationen treten grundsätzlich erst dann auf, wenn ein Ausdauertraining intensiv und umfangreich über einen längeren Zeitraum von Monaten und Jahren durchgeführt wird. Verbesserungen und Leistungssteigerungen in unseren Patientengruppen können daher mit diesen Adaptationsmechanismen nicht begründet werden.

Gaesser & Poole (1988, 284) kamen zu erstaunlichen Ergebnissen. Sie stellten bei untrainierten Probanden nach einem 3-wöchigen Ausdauertraining einen Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme ($VO_2\text{max}$) um 8,5 % fest. Nach diesem 3-wöchigen Ergometertraining, das mit einer Intensität, von 70 % der $VO_2\text{max}$ durchgeführt wurde, stellte sich gleichzeitig eine deutliche Reduktion der Trainingslaktatkonzentration um 53 %, von anfänglich 7,8 mmol/l auf 3,7 mmol/l, ein. Auch bei unserer Untersuchung handelte es sich um einen 3-wöchigen Trainings- bzw. Behandlungszeitraum, in dessen Verlauf sich die Ausdauer- und Herzkreislaufleistungsfähigkeit deutlich verbesserten. Die Trainingslaktatkonzentrationen reduzierte sich im Verlauf unseres Untersuchungszeitraums hochsignifikant um 20 %, im Vergleich zu den Ergebnissen von Gaesser & Poole (1988) fiel diese Verbesserung jedoch deutlich geringer aus. Inwieweit ein Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme in einem Zeitraum von 3 Wochen, überhaupt möglich ist, bleibt jedoch umstritten. Die maximale Sauerstoffaufnahme, das „Bruttokriterium für das aerobe Ausdauerleistungsvermögen“, ist das Maß für Sauerstoffzufuhr (Atmung), Sauerstofftransport (Herz-Kreislauf) und Sauerstoffverwertung im Ausbelastungszustand des Organismus (Grosser 2000, 125). Eine Verbesserung der $VO_2\text{max}$ im Rahmen eines 3-wöchigen Behandlungsprogramm scheint nach Grosser eher unwahrscheinlich, da die $VO_2\text{max}$ im Erwachsenenalter, selbst bei Gesunden, vergleichsweise gering trainierbar ist (Grosser 1998, 126).

Korrelationen

Die Untersuchungen der Interaktion von Laktat, Herzfrequenz und RPE-Werte (Borgskala) mittels Pearson'schen Korrelationskoeffizienten zeigten größtenteils signifikante ($p < 0.05$) und hochsignifikante ($p < 0.001$) Zusammenhänge bei den verschiedenen Messparametern.

Bei der Fragestellung nach dem Zusammenhang zwischen dem subjektiven Belastungsempfinden und objektiven Messdaten, zeigte sich, dass besonders die Laktatwerte mit den entsprechenden Werten der Borgskala korrelieren. Mit zunehmender Laktatanhäufung stieg also auch das Anstrengungsempfinden.

Dieser Zusammenhang war, mit Ausnahme der unteren Belastungsstufen (25 Watt – 75 Watt), auf allen Wattstufen gegenwärtig.

Der Zusammenhang zwischen dem objektiven Messparameter „Puls“ und dem subjektiven Messparameter „Anstrengungsempfinden“ war zwar nachweisbar, jedoch nicht so dominant wie die Korrelation zwischen Laktat und Anstrengungsempfinden. Der Puls bzw. die Herzfrequenz korrelierte lediglich in einem unteren und mittleren Belastungsbereich (50 Watt – 125 Watt). Im submaximalen Bereich, also bei Wattstufen von 150 und höher, konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Puls und „Borgwerten“ festgestellt werden.

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Herzfrequenz und Laktatanreicherung stellte sich ein erwartungsgemäßes Ergebnis dar. In den unteren Belastungsbereichen herrschte eine gute Korrelation zwischen Herzfrequenz- und Laktatwerten. In den höheren Belastungsbereichen (ab 150 Watt) konnte jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden. Diese Tatsache kann mit den unterschiedlichen Verläufen von Laktatkurve und Herzfrequenzkurve während eines Stufentests erklärt werden. Im Gegensatz zum Laktat steigt die Herzfrequenz nahezu linear an. Die Laktatkurve nimmt einen anderen Verlauf. Auch hier kommt es anfangs zu einem fast linearen Anstieg, bei Erreichen der individuellen anaeroben Schwelle jedoch kommt es zu einem kritischen Anstieg der Laktatkurve (Heck et al. 1985, 19). Daraus lässt sich folgern, dass eine Korrelation zwischen Laktat und Puls in submaximalen und maximalen Bereichen nur noch äußerst gering ausfallen kann bzw. gar nicht mehr existiert. Tabelle 53 verdeutlicht zusammenfassend, wie sich die Messwerte zum Zeitpunkt t1 zueinander verhielten.

Tabelle 53: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Messparameter Laktat, Puls und Borgskala auf den verschiedenen Wattstufen des IPN-Ausdauer-tests, zum Messzeitpunkt t1. (x=Mittelwert; s=Standardabweichung).

	Wattstufe 50		Wattstufe 75		Wattstufe 100	
	x	SD	x	SD	x	SD
Laktat (mmol/l)	1,7	0,44	1,9	0,58	2,3	0,88
Puls	97	13,38	105	15,05	116	17,22
Borg (RPE Wert)	8,4	1,96	10,3	2,36	12,5	2,13

	Wattstufe 125		Wattstufe 150		Wattstufe 175	
	x	SD	x	SD	x	SD
Laktat (mmol/l)	2,9	1,05	3,4	1,29	4,0	1,26
Puls	123	16,13	129	13,03	135	11,58
Borg (RPE Wert)	14,0	2,23	15,1	1,94	16,2	1,76

	Wattstufe 200		Wattstufe 225			
	x	SD	x	SD		
Laktat (mmol/l)	4,9	1,31	4,5	0,28		
Puls	144	11,89	147	21,21		
Borg (RPE Wert)	17,4	1,50	16,5	0,71		

Einfluss der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit auf den chronischen Rückenschmerz

Es liegt eine Vielzahl internationaler Studien vor, die für das Management und die Behandlung des chronischen unspezifischen Rückenschmerzes aktive und multimodale Therapieansätze favorisieren (Mayer et al. 1987; Alaranta et al. 1994; Burke et al. 1994; Keel et al. 1996b; Mayer et al. 1998; Turk & Okifuji 1998; van Tulder et al. 2000). Vor allem die in den USA etablierten „Functional Restoration“- und „Work Hardening“- Konzepte, bei denen die physische Rekonditionierung sowie verhaltens- und schmerztherapeutische Zielsetzungen im Vordergrund stehen, scheinen hier besonders wirksam und effektiv zu sein.

Inwieweit speziell die aerobe Ausdauerkapazität Einfluss auf die Ausprägung und den Verlauf des chronischen Rückenschmerzes nehmen kann, ist noch nicht eindeutig nachgewiesen. Es existieren nur wenige Studien mit zum Teil widersprüchlichen Ergebnissen.

Cady et al. untersuchten 1979 1652 Feuerwehrleute und stellten fest, dass eine gute Ausdauer und körperliche Fitness signifikant das Auftreten von Rückenbeschwerden reduzieren konnte. Auch andere Autoren kamen zu ähnlichen Ergebnissen.

Mayer et al. konnten 1987 ebenfalls die positiven Auswirkungen einer verbesserten aeroben Fitness nachweisen. Eine Schmerzreduktion sowie eine Verringerung des subjektiven Beeinträchtigungserlebens standen hier im Vordergrund.

Robert et al. (1995) haben bei ihren Untersuchungen eine signifikante Zunahme der kardiovaskulären Fitness sowie der Muskelkraft innerhalb eines 6-wöchigen Work Hardening-Programms, festgestellt. Dabei stieg die maximale Sauerstoffaufnahme um 28 % gegenüber den Eingangstest an.

Mierau (2000, 1457) verglich in einer aktuellen Studie die aerobe Kapazität chronischer Rückenschmerzpatienten mit einer Gruppe von „Rückengesunden“

und stellte dabei eine deutlich geringere aerobe Kapazität bei den Schmerzpatienten fest. Ferner konnte Mierau nachweisen, dass ein spezielles 6-wöchiges Trainingsprogramm nicht nur eine signifikante Verbesserung der aeroben Kapazität bewirkte, sondern auch einen positiven Einfluss auf die Schmerzentwicklung sowie auf das subjektive Beeinträchtigungserleben zur Folge hatte.

Leider gibt es keine Untersuchung, die isoliert die Auswirkungen eines aeroben Ausdauertrainings auf den chronischen Rückenschmerz untersuchten. Positive Effekte, wie beispielsweise die Reduktion von Rückenbeschwerden, sind in den oben erwähnten Studien häufig nicht ausschließlich auf eine verbesserte aerobe Ausdauer zurückzuführen. Bei diesen Studien war das Training der aeroben Kapazität immer nur ein Teil eines gesamten Therapieprogramms, bei dem auch die Flexibilität und Kraft mit integriert waren. Die gewonnenen Ergebnisse können deshalb nicht alleine einer verbesserten aeroben Ausdauerfähigkeit zugeschrieben werden. Andere Faktoren, somatischer und psychosozialer Art, nehmen ebenfalls Einfluss auf die erzielten Ergebnisse.

Die Rolle der aeroben Ausdauerkapazität bzw. das Training der aeroben Kapazität beim chronischen Rückenschmerz ist grundsätzlich noch nicht eindeutig geklärt. Dies zeigen Untersuchungsergebnisse, die zum Teil im Widerspruch zu den oben angeführten Studien stehen.

Battie et al. (1989) konnten im Rahmen ihrer Untersuchungen keinen Zusammenhang zwischen Fitness und Rückenbeschwerden finden.

Auch Hurri et al. (1991) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie fanden keine signifikanten Anstiege der maximalen Sauerstoffaufnahme im Verlauf ihres Behandlungsprogramms, sie konnten keinen prädiktiven Wert der aeroben Kapazität für den Verlauf und die Entstehung des chronischen Rückenschmerzes feststellen, und ein Zusammenhang zwischen Rückenschmerz und aerober Kapazität konnte ebenfalls nicht ausgemacht werden.

Eine weitere Studie von Wittink et al. (2000) zeigt ebenfalls die Widersprüchlichkeit der Ergebnisse. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Mierau konnte Wittink beim Vergleich der aerobe Fitness, gemessen an der maximalen Sauerstoffaufnahme, keine Unterschiede zwischen chronischen Rückenschmerzpatienten und rückengesunden Personen feststellen.

Um Widersprüche auszuräumen, sind weitere Untersuchungen über die Rolle der aeroben Ausdauerkapazität bei der Behandlung von chronischen Rückenschmerzen notwendig. Auch die Frage, inwieweit sich eine gute oder schlechte aerobe Ausdauerkapazität auf die Entstehung oder den Verlauf des chronischen Rückenschmerzes auswirken kann, scheint noch nicht hinreichend geklärt.

3.5 Hebetest – Progressiv Isoinertial Lifting Evaluation (PILE)

Um ein Dekonditionierungssyndrom bei chronischen Rückenschmerzpatienten aufzuzeigen, rückt die Quantifizierung von körperlich- funktionellen Zielgrößen, besonders bei Work Hardening- und Functional Restoration- Programmen, immer mehr in den Vordergrund. In diesem Zusammenhang spielt die Quantifizierung der funktionellen Hebekapazität eine wichtige Rolle.

Vor allem in den USA wurden in den letzten 10 – 15 Jahren Test- und Assessmentverfahren zur Erfassung der funktionellen Hebekapazität entwickelt.

In der Literatur werden unterschiedliche Testverfahren beschrieben (Mayer et al. 1988; Stevenson et al. 1989; Hazard et al. 1993; Matheson et al. 1995). Man unterscheidet isometrische, isokinetische und isoinertielle Hebetestverfahren.

Mit dem PILE – Test (Progressive Isoinertial Lifting Evaluation) haben wir uns für ein sicheres, praktikables, kostengünstiges und vor allem bewährtes Verfahren entschieden, das in der klinischen Rehabilitation sehr gut einsetzbar ist. Es handelt sich dabei um einen in Amerika entwickelten dynamischen Hebetest mit zwei unterschiedlichen Testabschnitten - „lumbar-test“ und „cervical-test“.

Sowohl für den Lumbaltest, als auch für den Cervikaltest wurde jeweils zu Rehabilitationsbeginn (t0) und Rehabilitationsende (t1), die funktionelle Hebekapazität an drei Parametern festgemacht:

- Das gehobene Gesamtgewicht (kg).
- Die verrichtete Arbeit (Nm).
- Die verrichtete Leistung (Watt).

Im Einzelnen standen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

a) Besteht ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen (Intervention / Kontrollgruppe) zum Messzeitpunkt t1?

Folgende Hypothesen wurden formuliert.

H₀: Es besteht zum Messzeitpunkt t1 kein Unterschied zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe bezüglich der funktionellen Hebekapazität.

Die statistische Null-Hypothese lautete: H₀: $\mu_0 = \mu_1$.

H₁: Es besteht zum Messzeitpunkt t1 ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen.

Die statistische Alternativ-Hypothese lautete: H₁: $\mu_0 \neq \mu_1$.

b) Unterscheiden sich die beiden Behandlungsgruppen bezüglich ihrer Mittelwertsdifferenzen? Konnte eine Behandlungsgruppe ihre Hebekapazität im Verlauf der Behandlung von t0 auf t1 besser entwickeln als die andere ?

H₀: Es besteht zwischen Kontrollgruppe und Interventionsgruppe, bezüglich ihrer Mittelwertsdifferenzen, kein Unterschied.

Die statistische Null-Hypothese lautete: H₀: $\mu_{\text{diff } 0} = \mu_{\text{diff } 1}$.

H₁: Es besteht ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen in bezug auf die Mittelwertsdifferenzen.

Die statistische Alternativhypothese lautete: H₁: $\mu_{\text{diff } 0} \neq \mu_{\text{diff } 1}$.

c) Welche Kriterien waren für das Abbrechen bei den Tests relevant?

Die oben formulierten Fragestellungen und Hypothesen beziehen sich in gleicher Weise auf die beiden Testteile „Lumbaltest“ und „Cervikaltest“ sowie auf die Differenzierung zwischen Frauen und Männer.

Im Rahmen der Datenanalyse für den PILE-Test, ist aufgrund unterschiedlicher Testgewichte eine getrennte Ergebnisauswertung für Männer und Frauen zwingend notwendig.

Die vorliegenden Messdaten stellten sich durchgehend metrisch und normalverteilt dar. Dies erforderte bei der Datenanalyse parametrische Testverfahren. Das gewählte Signifikanzniveau wurde mit $\alpha=0.05$ festgelegt.

a) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Nach Durchführung eines t-Tests für unabhängige Stichproben ergaben sich für den Lumbaltest folgende Ergebnisse:

Bei den Männern zeichneten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen ab (Anhang S. 282 / 283). Dennoch schnitten, wie in Tabelle 54 dargestellt, die Patienten der Interventionsgruppe deutlich besser ab als die Patienten der Kontrollgruppe.

Tabelle 54: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Lumbaltest , zum Messzeitpunkt t1 (Männer).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standardfehler des Mittelw.
Gehobenes Gesamtgewicht (kg)	Interventionsgruppe	40	891.825	429.836	67.963
	Kontrollgruppe	42	741.690	392.285	60.531
Verrichtete Arbeit (Nm)	Interventionsgruppe	40	6706.846	3225.004	509.918
	Kontrollgruppe	42	5572.957	2953.419	455.723
Verrichtete Leistung (Watt)	Interventionsgruppe	40	52.608	11.862	1.876
	Kontrollgruppe	42	49.372	12.368	1.908

Die Analyse der in Tabelle 55 aufgeführten Mittelwerte machte deutlich, dass sich die Ergebnisse der Frauen tendenziell anders darstellten als die der Männer.

Bei allen drei Messparametern zeigten die Patientinnen der Kontrollgruppe leicht bessere Ergebnisse als die Patientinnen der Interventionsgruppe . Die Unterschiede waren jedoch, nach Überprüfung mit t – Test für unabhängige Stichproben, nicht signifikant (Anhang S. 283 / 284).

Tabelle 55: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Lumbaltest , zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standardfehler des Mittelw.
Gehobenes Gesamtgewicht (kg)	Interventionsgruppe	6	372.083	168.724	68.881
	Kontrollgruppe	12	457.917	217.767	62.864
Verrichtete Arbeit (Nm)	Interventionsgruppe	6	2776.600	1261.379	514.956
	Kontrollgruppe	12	3417.167	1627.212	469.736
Verrichtete Leistung (Watt)	Interventionsgruppe	6	26.651	4.589	1.873
	Kontrollgruppe	12	29.660	9.069	2.618

Für den Cervikaltest stellten sich, nach entsprechender Datenanalyse, ähnliche Ergebnisse wie beim Lumbaltest dar.

Die Männer, die das Work Hardening Programm durchlaufen haben, zeigten auch hier deutlich bessere Leistungen bei t1 (nicht signifikant!) als die, die das Standardprogramm absolviert haben (s. Tabelle 56). Die Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen bei den Frauen fielen beim Cervikaltest jedoch äußerst gering aus. Tabelle 57 zeigt die annähernd identischen Ergebnisse.

Tabelle 56: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Cervikaltest , zum Messzeitpunkt t1 (Männer).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard abw.	Standardfehler des Mittelw.
Gehobenes Gesamtgewicht (kg)	Interventionsgruppe	40	588.8500	198.0897	31.3207
	Kontrollgruppe	42	531.3214	174.3535	26.9033
Verrichtete Arbeit (Nm)	Interventionsgruppe	40	3564.196	1205.477	190.603
	Kontrollgruppe	42	3212.036	1068.554	164.881
Verrichtete Leistung (Watt)	Interventionsgruppe	40	34.824	6.612	1.045
	Kontrollgruppe	42	33.395	4.653	.718

Tabelle 57: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Cervikaltest , zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard abw.	Standardfehler des Mittelw.
Gehobenes Gesamtgewicht (kg)	Interventionsgruppe	6	279.9167	95.2494	38.8854
	Kontrollgruppe	12	262.2917	59.4694	17.1673
Verrichtete Arbeit (Nm)	Interventionsgruppe	6	1675.067	569.990	232.697
	Kontrollgruppe	12	1677.292	411.266	118.722
Verrichtete Leistung (Watt)	Interventionsgruppe	6	17.747	3.738	1.526
	Kontrollgruppe	12	18.454	2.801	.809

Bei der Überprüfung, inwieweit zum Messzeitpunkt t1 Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen vorlagen, zeigten sich zwar Tendenzen, die Unterschiede blieben aber ohne Signifikanz. Dies bedeutet, für die unter Punkt a) formulierten Fragestellung die Annahme der statistischen Null-Hypothese, $H_0: \mu_0 = \mu_1$.

b) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Unterscheiden sich die Mittelwertsdifferenzen (t1 minus t0) der beiden Behandlungsgruppen? Konnte eine Behandlungsgruppe ihre Hebekapazität im Laufe der Behandlung von t0 auf t1 besser entwickeln ?

Diese Fragestellungen wurden statistisch überprüft, indem man die Mittelwertsdifferenzen mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben verglich. Jeweils getrennt für den Lumbaltest und Cervikaltest und genauso für Männer und Frauen. Folgende Ergebnisse konnten ermittelt werden (Anhang S. 285-288):

Die Hebekapazität, gemessen an den drei Parametern „gehobenes Gesamtgewicht“, „Arbeit“ und „Leistung“, hatte sich beim Lumbaltest, im Verlauf des 3-wöchigen Behandlungsprogramms zwar tendenziell unterschiedlich entwickelt, jedoch nicht signifikant. Bei den Männern verbesserten sich die Patienten der Work Hardening-Gruppe etwas mehr als die der Kontrollgruppe. Bei den Frauen lagen wiederum minimale Vorteile bei der Kontrollgruppe. Dennoch musste beim Lumbaltest die Alternativ-Hypothese H_1 verworfen und die Null-Hypothese H_0 angenommen werden.

Beim Cervikaltest, also beim Heben der Gewichtsbox von Taillenhöhe (76 cm) auf Schulterhöhe (137 cm), stellten sich die Ergebnisse anders als beim Lumbaltest dar. Die Patienten der Interventionsgruppe entwickelten ihre Hebekapazität, gemessen am „gehobenen Gesamtgewicht“ (kg), signifikant besser ($T=2.018$; $df=80$; $p=0.047$) und gemessen an der Arbeit (Nm) in der Tendenz deutlich besser ($T=1.863$; $df=80$; $p=0.066$). Abbildung 42 verdeutlicht eindrucksvoll die Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen von t0 auf t1, bezogen auf das gehobene Gesamtgewicht. Das durchschnittliche Gesamtgewicht, das im Rahmen des Cervikaltests zu Rehabeginn gehoben wurde, betrug bei den Patienten 451 kg ($SD=132.7$). Das durchschnittliche Gesamtgewicht zu Rehaende betrug 589 kg ($SD=198.1$). Dies ergab eine durchschnittliche Differenz der Mittelwerte von 138 kg ($SD=137.9$). In der Kontrollgruppe fiel diese Differenz deutlich niedriger aus. Dort war das gehobene Gesamtgewicht zu t0 bei 451 kg ($SD=154.5$) und zu t1 bei 531 kg ($SD=174,4$), was eine Differenz von 80 kg ($s=118,9$) ergab.

Bei Betrachtung der „Arbeit“ stellen sich die Ergebnisse ähnlich dar. Wie in Abbildung 40 deutlich wird, war die Differenz zwischen den Mittelwerten von t0

und t1 bei den Patienten der Interventionsgruppe wesentlich höher als bei der Kontrollgruppe.

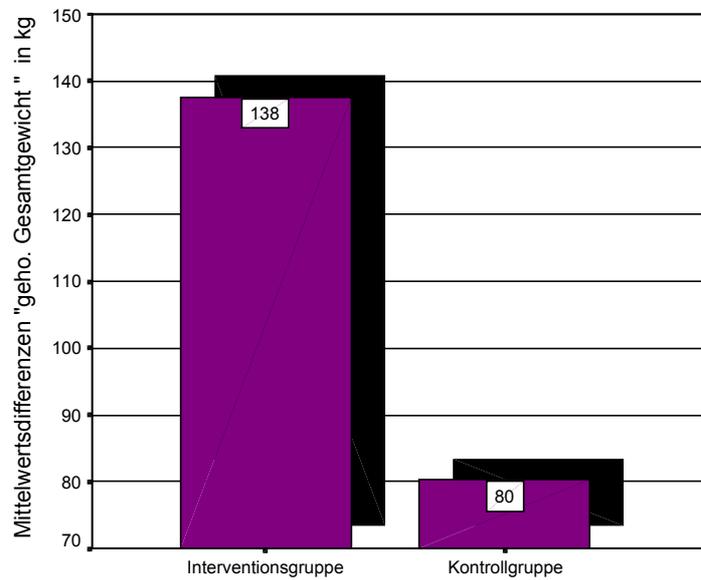


Abbildung 40: Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Gesamtgewicht kg) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Männer.

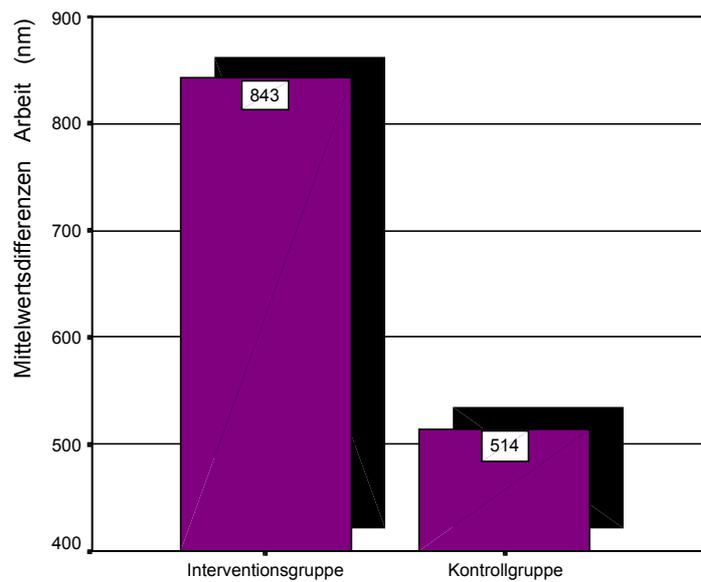


Abbildung 41: Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Arbeit Nm) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Männer.

Die Patientinnen verhielten sich ähnlich. Auch hier fiel der Leistungszuwachs im Verlauf des 3-wöchigen Behandlungsprogramms in der Interventions- bzw. Work Hardening-Gruppe, gemessen an den beiden Parametern „gehobenes Gesamtgewicht“ (kg) ($T=2.072$; $df=15$; $p=0.056$) und „Arbeit“ (Nm) ($T=2.103$; $df=15$; $p=0.053$) annähernd signifikant aus.

Die Abbildungen 42 und 43 verdeutlichen, analog zu den Ergebnissen der Männer, die bessere Entwicklung der Hebekapazität der Patientinnen beim Cervikaltest.

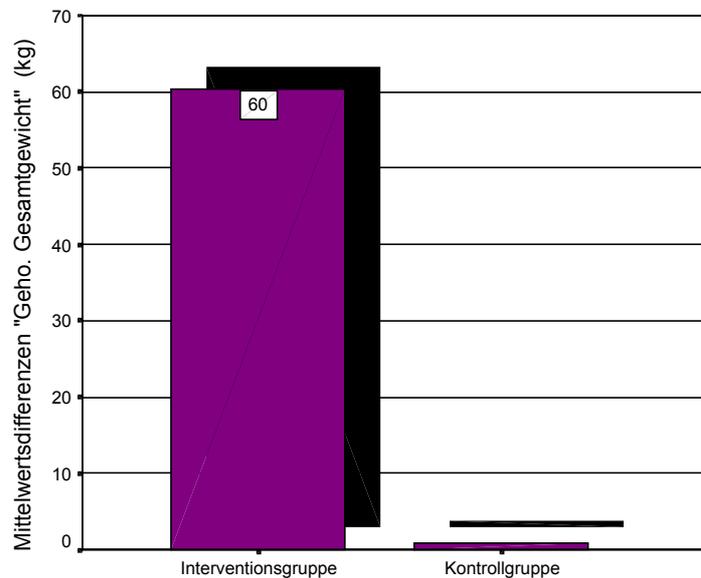


Abbildung 42: Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Gesamtgewicht kg) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Frauen.

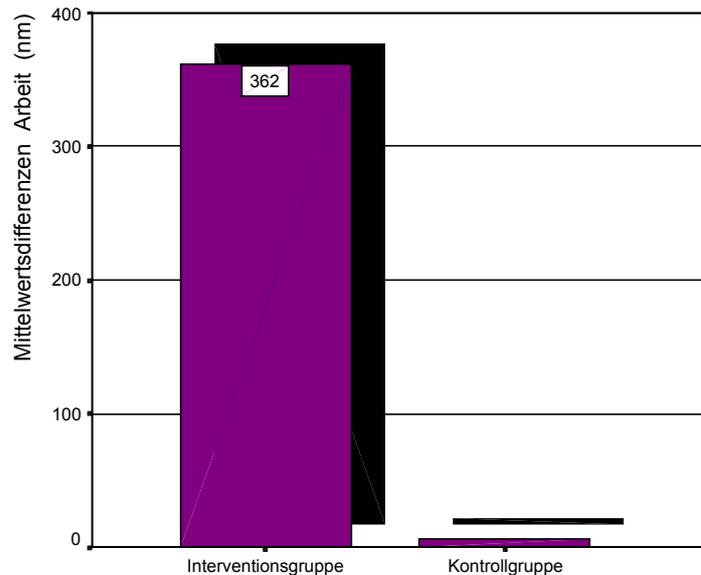


Abbildung 43: Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Arbeit Nm) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Frauen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Nullhypothese H_0 beim Cervikaltest sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen zu Gunsten der Arbeitshypothese H_1 verworfen bzw. annähernd verworfen werden konnte. Die Mittelwertsdifferenzen der Interventionsgruppe sind größer als die der Kontrollgruppe.

c) Abbruchkriterien

Beim PILE – Hebetest werden für beide Untertests (Lumbaltest und Cervikaltest) drei unterschiedliche Abbruchkriterien definiert (Mayer 1988, 994).

- Psychophysical endpoint.

Dieses Abbruchkriterium stellt ein objektives Maß für das Ermüdungs- und Anstrengungsempfinden der Patienten dar. Der psychophysical endpoint tritt ein, wenn der Patient freiwillig aufgrund neuromuskulärer Ermüdung bzw. Erschöpfung oder aufgrund von stärkeren Schmerzen abbricht; außerdem, wenn die acht Hebevorgänge eines Zyklus nicht mehr in der vorgegebenen Zeit von 20 Sekunden durchgeführt werden können.

- Aerobic endpoint.

Die Hebekapazität wird immer auch von der Ausdauer mitbestimmt. Dieses Abbruchkriterium zeigt, inwieweit die Ausdauerleistungsfähigkeit die Leistung beim Hebetest limitiert. Der aerobic endpoint tritt ein, wenn eine definierte Herzfrequenz („target heart rate“) erreicht wird (Mayer et al. 1990, 13).

- Safty endpoint.

Das Abbruchkriterium safty endpoint tritt ein, wenn das gehobene Gewicht mehr als 55% des Körpergewichts des Patienten beträgt.

Die folgenden Abbildungen zeigen, welche Abbruchkriterien bei unseren Untersuchungen zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten und bei den verschiedenen Behandlungsgruppen auftraten.

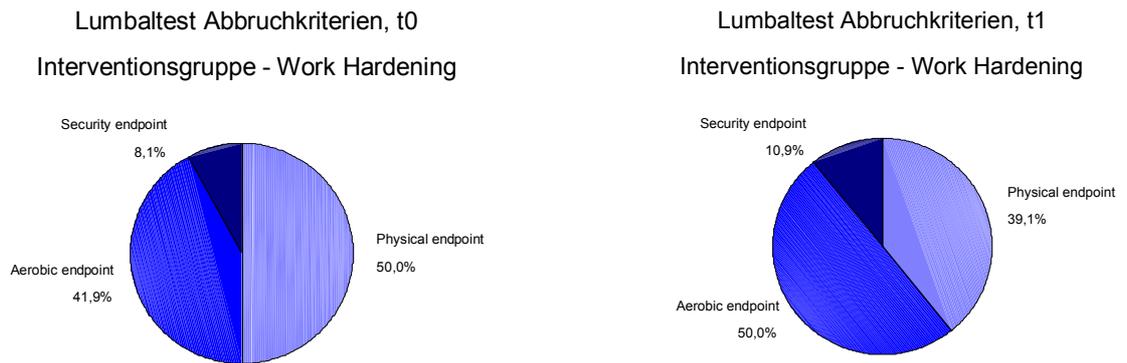


Abbildung 46: Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Lumbaltest der Interventionsgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

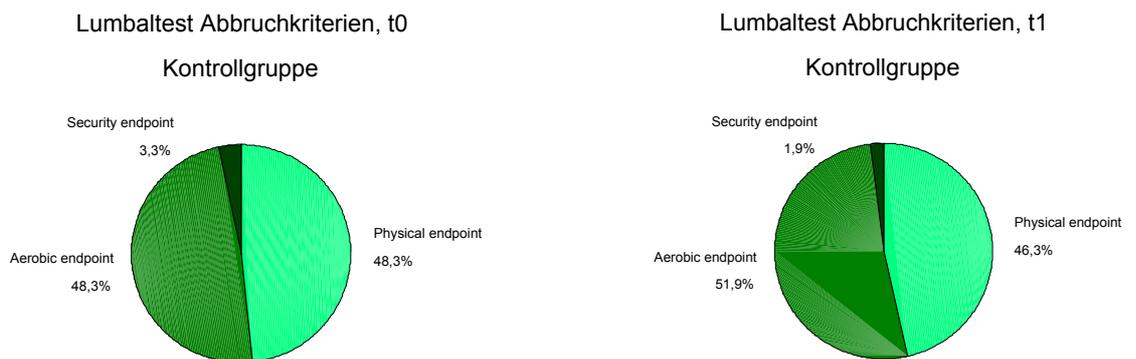


Abbildung 47: Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Lumbaltest der Kontrollgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

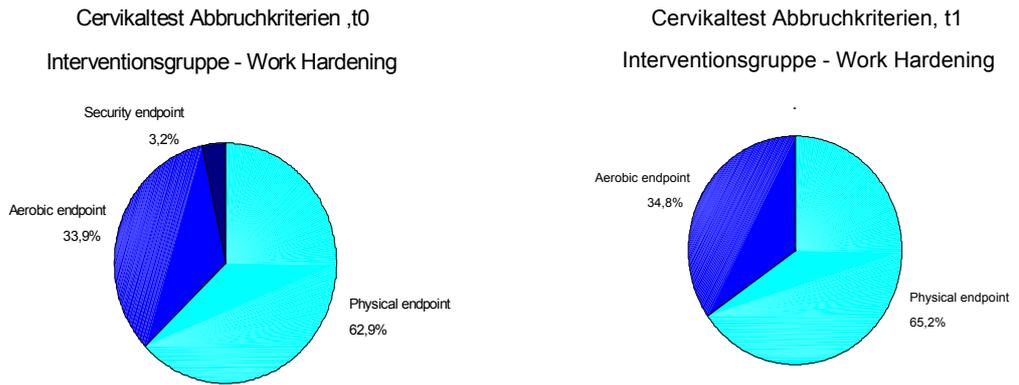


Abbildung 48: Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Cervikaltest der Interventionsgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

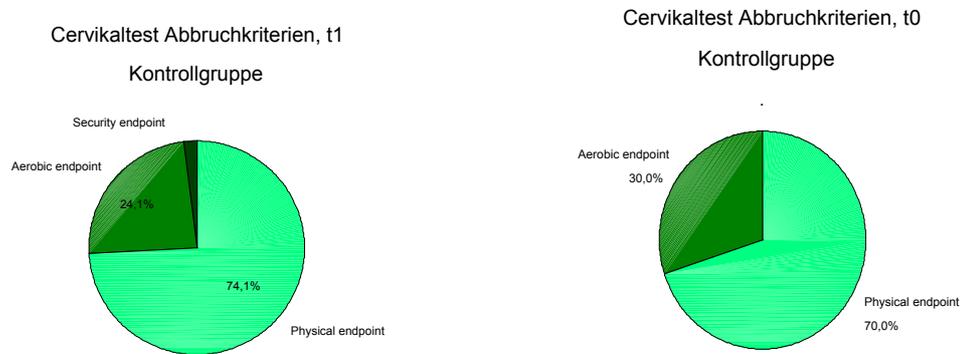


Abbildung 49: Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Cervikaltest der Kontrollgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Diskussion

Bei Betrachtung der prozentualen Anteile, der unterschiedlichen Gründe, die zum Abbruch der Hebetests führten, zeigten sich zwischen den Behandlungsgruppen keine signifikanten Unterschiede. Beim Lumbaltest hielten sich die Abbruchkriterien „aerobic endpoint“ und „physical endpoint“ in etwa die Waage. Beim Cervikaltest überwiegt der Anteil der Patienten, die aufgrund neuromuskulärer Ermüdung oder Schmerzen den Test beenden mussten. Der Abbruch des Hebetests aufgrund des Kriteriums „security endpoints“ war in erster Linie beim Lumbaltest der Work Hardening-Gruppe relevant.

Es zeigte sich, dass der Cervikaltest, der in aufrechter Körperhaltung durchgeführt wurde, weniger eine Herz-Kreislaufbeanspruchung darstellte als der Lumbaltest. Der Lumbaltest, also das Anheben vom Boden auf ein Niveau von 76 cm, erfolgte immer aus einer Hockposition. Dies bedeutete, dass neben der Arm-, Schultergürtel- und Rumpfmuskulatur auch die gesamte Streckmuskulatur der Beine aktiv sein musste. Es wurden deutlich größere Muskelgruppen beansprucht, was wiederum einen schnelleren Anstieg der Herzfrequenz zur Folge hatte. Der Cervikaltest stellte sich in seinem Bewegungsablauf weniger als eine Ganzkörperbewegung dar, hier bewirkten vor allem lokale muskuläre Ermüdungen im Nacken- und Schultergürtelbereich einen Abbruch im Sinne des „physical endpoints“, während beim Lumbaltest das vorzeitige Erreichen der individuellen Herzfrequenzobergrenze dem „physical endpoints“ öfter zuvor kam.

Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1, ließen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen. Bei der Betrachtung der Mittelwertsdifferenzen von t0 auf t1 jedoch haben sich sowohl die Frauen als auch die Männer der Interventionsgruppe beim Cervikaltest signifikant verbessert.

Ausgehend vom Parameter „gehobenes Gesamtgewicht“ (kg) stellte sich bei den Patienten der Interventionsgruppe ein Anstieg um 24,2 % ein. Die Patienten der Kontrollgruppe konnten sich hier nur um 15,1 % verbessern. Bei Betrachtung der „verrichteten Arbeit“ (Nm), zeigte sich ein ähnliches Bild. Die Interventionsgruppe verbesserte sich um 24,5 %, die Kontrollgruppe um 16,0 %. Bei den Patientinnen stellten sich diese Unterschiede noch deutlicher dar. Dort betrug die Steigerung des gehobenen Gesamtgewicht bei der Interventionsgruppe

21,6 %, im Vergleich zu 0,3 %, bei der Kontrollgruppe. In puncto „Arbeit“ verbesserte sich die Interventionsgruppe ebenfalls um 21,6 % gegenüber der Kontrollgruppe, die sich lediglich um 0,3 % steigern konnte.

Diese Ergebnisse waren so auch zu erwarten, wenn man die beiden Behandlungsprogramme von Interventions- und Kontrollgruppe näher betrachtet. In der Interventions- bzw. Work Hardening-Gruppe war das Einüben und das Training unterschiedlichster Hebevorgänge fester Bestandteil ihres Behandlungsprogramms. Im Rahmen des täglich stattfindenden Hebe- und Arbeitstrainings wurden nicht nur die Technik und Koordination beim Heben eingeübt, sondern man versuchte, mit arbeitsspezifischen Hebeaktionen auch die spezielle Kraft und Kondition zu verbessern.

In der Kontrollgruppe wurden lediglich die wichtigsten Prinzipien des Hebens im Rahmen einer Rückenschulstunde thematisiert und eingeübt. Ein regelmäßiges Hebetraining war hier nicht Bestandteil des Behandlungsprogramms.

Die Ergebnisse beim Lumbaltest zeigten ein anderes Bild. Da die Interventionsgruppe, im Rahmen des Work Hardening-Programms, täglich ein umfangreiches und intensives Hebe- und Arbeitstraining absolvierte, hätte man auch für den Lumbaltest ein ähnliches Ergebnis wie beim Cervikaltest erwartet. Hier ergaben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe.

Aus trainingswissenschaftlicher Sicht lassen sich hierfür verschiedene Erklärungsansätze anführen (vgl. S. 111f), die Ausführungen zur optimalen Trainingsanpassung.

Es könnte sein, dass extrem hohe Trainingsumfänge, wie sie insgesamt in der Work Hardening-Gruppe täglich auf dem Programm standen, durchaus einen zu starken Reiz dargestellt haben, der das Ergebnis eher negativ beeinflusste und die Patienten in eine Art „Übertrainingszustand“ versetzte.

Ein äußerst umfangreiches, intensives und dichtes Work Hardening-Behandlungsprogramm lässt die Verwirklichung notwendiger optimaler Regenerationszeiten schwer oder nur eingeschränkt zu. Auch dies könnte die

Ursache für einen „Übertrainingszustand“ bzw. für eine „Deadaptation“ (Ehlenz 1998, 133) darstellen.

Schließlich ist es für eine optimale Leistungsentwicklung wesentlich, die persönlichen Gegebenheiten des Sportlers bzw. Patienten zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang sollte vor allem auf psychische Aspekte wie Emotionen und die Motivation hingewiesen werden. Es wäre z.B. durchaus denkbar, dass die Patienten der Work Hardening-Gruppe, die täglich ein intensives Hebe- und Arbeitstraining absolvierten, nicht nur körperlich extrem beansprucht und ausgelaugt sind, sondern zu Rehabilitationsende hin auch emotionale und motivationale Defizite aufweisen. Dies könnte bedeuten, dass der Retest nicht mit letzter Konsequenz und voller Motivation und Kraft angegangen wird.

3.6 Ultraschalltopometrie mit Coordinate Measuring System (CMS)

Um mögliche Änderungen der Wirbelsäulenbeweglichkeit durch die beiden Behandlungsprogramme zu verifizieren, fand in der vorliegenden Studie eine non-invasive ultraschallgestützte Haltungs- und Bewegungsanalyse der Wirbelsäule statt. Bei dem verwendeten Messsystem handelt es sich um das CMS 50 der Firma Zebris. Das Messprinzip basiert auf der Laufzeitmessung und Analyse von Ultraschallimpulsen vom Sender (Taststift) zum Messaufnehmer.

Ziel unserer Messungen mit dem CMS 50 war es, Defizite der Wirbelsäulenbeweglichkeit zu identifizieren und zu quantifizieren. Schließlich wollten wir überprüfen, ob ein dreiwöchiges Work Hardening-Behandlungsprogramm effektiver die Beweglichkeit des Rumpfes beeinflussen kann als ein traditionelles Behandlungsprogramm, also, ob ein Programm dem anderen überlegen ist.

Gemessen wurde die Wirbelsäulenbeweglichkeit in vier unterschiedlichen Positionen:

- Bei maximaler Rumpfflexion.
- Bei maximaler Rumpfextension.
- Bei maximaler Lateralflexion des Rumpfes nach links.
- Bei maximaler Lateralflexion des Rumpfes nach rechts.

Die Messungen der maximale Rumpfflexion und -extension beziehen sich auf die Winkelstellung des Beckens, des lumbalen, sowie des thorakalen Wirbelsäulenabschnitts.

Bei der Messungen der maximalen Seitneigung wurde jeweils der Gesamtwinkel berechnet.

Sämtliche Messparameter sind in Tabelle 51 aufgelistet.

Die Berechnungen der Winkel in den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten erfolgte über ein komplexes System, bei dem zuletzt die Summation der Einzelwinkel der Wirbel steht. Es ist zu beachten, dass diese Winkel nicht mit radiologisch erfassten Winkeln der Wirbelkörper gleichzusetzen sind (Dalichau & Scheele 1999, 141).

Die übergeordneten Fragestellungen lauteten im Einzelnen:

- a) Inwieweit bestehen Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu den beiden Messzeitpunkten t0 und t1?
- b) Bestehen zwischen den beiden Behandlungsgruppen Unterschiede der Wirbelsäulenbeweglichkeit zum Messzeitpunkt t1?
- c) Hat sich die Wirbelsäulenbeweglichkeit von t0 auf t1 verändert, und fallen die Veränderungen zwischen den Behandlungsgruppen unterschiedlich aus?

Die dazugehörigen statistischen Hypothesen wurden folgendermaßen formuliert:

a) $H_0: \mu_w = \mu_m$

$H_1: \mu_w \neq \mu_m$

b) $H_0: \mu_0 = \mu_1$

$H_1: \mu_0 \neq \mu_1$

c) $H_0: \mu_{diff} = 0$

$H_1: \mu_{diff} \neq 0$

$H_0: \mu_{diff0} = \mu_{diff1}$

$H_1: \mu_{diff0} \neq \mu_{diff1}$

Nach Überprüfung auf Normalverteilung konnte mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test festgestellt werden, dass sich die uns vorliegenden Messdaten zum

überwiegenden Teil nicht normalverteilt darstellten. Deshalb erfolgte die statistische Auswertung ausschließlich mit nichtparametrischen Verfahren.

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Tabelle 58 zeigt, dass nur bei wenigen Messparametern signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen vorlagen. Der überwiegende Teil der Messparameter ließ keine Unterschiede der Wirbelsäulen- bzw. Rumpfbeweglichkeit bei Männern und Frauen erkennen (Anhang S. 289).

Tabelle 58: Unterschiede der Messergebnisse zwischen Männern und Frauen bei der maximalen Rumpfflexion, der maximalen Rumpfextension sowie bei der maximalen Seitneigung des Rumpfes nach links und nach rechts.

Messparameter	Unterschied Männer – Frauen ($p \leq 0.05$)	
	t0	t1
Rumpfflexion Becken	p=0.023 (♂>♀)	---
Rumpfflexion lumbal	p=0.006 (♂>♀)	---
Rumpfflexion thorakal	---	---
Rumpfextension Becken	p=0.007 (♂>♀)	---
Rumpfextension lumbal	---	---
Rumpfextension thorakal	---	---
Lateralflexion links gesamt	p=0.050 (♂>♀)	p=0.049 (♂>♀)
Lateralflexion rechts gesamt	---	p=0.012 (♂>♀)

(♂=männlich; ♀=weiblich)

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Beim Vergleich der maximalen Rumpfbeweglichkeit in die Flexion und Extension zum Zeitpunkt Rehabilitationseende, zeigten sich die Ergebnisse sehr uneinheitlich. Das eine mal schnitt die Kontrollgruppe besser ab, das andere mal die Interventionsgruppe. Aufgrund der statistischen Analyse mit Mann-Whitney-Test ließ sich jedoch eindeutig erkennen, dass keine Behandlungsgruppe der anderen überlegen war. Es bestanden also keine signifikanten Unterschiede bezüglich der maximalen Rumpfflexion und –extension bei den beiden Behandlungsgruppen (Anhang S.290).

Auch die maximale Beweglichkeit in der Frontalebene, also die Lateralflexion nach links und nach rechts, unterschied sich nicht in den beiden Behandlungsgruppen. Es zeichneten sich keine signifikanten Unterschiede ab.

Dies bedeutete die Annahme der Nullhypothese $H_0: \mu_0 = \mu_1$, es bestehen keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Zeitpunkt t1.

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Betrachtet man die Entwicklung der Wirbelsäulenbeweglichkeit von t0 auf t1, so mussten wir feststellen, dass deutliche oder hochsignifikante Verbesserungen, wie sie zum Teil bei den Kraft- oder Ausdauer tests auftraten, hier nicht in dem gleichen Ausmaß zu verzeichnen waren. Die Ergebnisse stellten sich im einzelnen folgendermaßen dar (Anhang, S. 291 / 292):

Wirbelsäulenflexion / Wirbelsäulenextension

Die Männer der Interventionsgruppe wiesen beim Prä-Post-Vergleich zwei signifikante Differenzen auf. Die Zunahme der Beweglichkeit des Beckens in der Flexion war mit $Z = -2.898$ und $p = 0.004$ statistisch signifikant, genauso wie die Verbesserung der Beweglichkeit im lumbalen Wirbelsäulenabschnitt, ebenfalls in der Flexion ($Z = -2.479$; $p = 0.013$). Alle anderen Messparameter (Flexion thorakal, Extension Becken, Extension lumbal, Extension thorakal) wiesen keine statistisch bedeutsamen Veränderungen auf.

Die Männer der Kontrollgruppe konnten mit $Z = -2.005$ und $p = 0.045$ lediglich ihre Beckenbeweglichkeit in der Flexion verbessern. Statistisch gesehen kam es auch hier zu keinen nennenswerten Änderungen der restlichen Messparameter.

Bei den Frauen stellten sich die Ergebnisse ähnlich dar. Hier konnten die Frauen der Interventionsgruppe lediglich ihre Beckenflexion signifikant verbessern ($Z = -2.207$; $p = 0.027$), während alle anderen Messparameter keine statistisch bedeutsamen Veränderungen aufwiesen.

In der Kontrollgruppe hatte sich von t0 auf t1 nur die Extensionsfähigkeit im thorakalen Wirbelsäulenabschnitt signifikant verändert ($Z = -2.581$; $p = 0.010$).

Lateralflexion

In der Interventionsgruppe konnten die Männer die maximale Lateralflexion nach links zwar deutlich steigern, jedoch war diese Steigerung von t0 auf t1 mit $Z = -1.859$ und $p = 0.063$ knapp nicht signifikant. Die maximale Lateralflexion nach rechts blieb zu beiden Messzeitpunkten annähernd unverändert.

Die Männer der Kontrollgruppe haben sich sowohl bei der maximalen Lateralflexion nach links, als auch nach rechts, tendenziell verbessert. Es war jedoch kein statistisch signifikanter Effekt festzustellen.

Bei den Frauen bzw. Patientinnen der Interventionsgruppe stellten sich die Ergebnisse besonders bei der Lateralflexion nach rechts anders dar. Hier kam es zu einer signifikanten Abnahme der maximalen Seitneigefähigkeit nach rechts ($Z = -1.992$; $p = 0.046$), während die maximale Seitneigefähigkeit nach links mehr oder weniger unverändert blieb. Dieses, nicht unbedingt zu erwartende Ergebnis, könnte jedoch in diesem Fall mit der geringen Stichprobengröße ($n = 6$) zusammenhängen.

Die Patientinnen der Kontrollgruppe konnten ihre maximale Seitneigung nach links und rechts nur geringfügig und ohne Signifikanz steigern.

Diskussion

Die Beweglichkeit von Rumpf und Lendenwirbelsäule (LWS) hat bei vielen Alltagstätigkeiten eine große Bedeutung. Ein Blick in die vorliegende Literatur zeigt, dass der chronifizierte Rückenschmerzpatient deutliche Einschränkungen vor allem des lumbalen Bewegungsumfangs, aufweist (Gomez et al. 1991, 15f; Saur et al. 1996, 248; Denner 1998a, 92f).

Wie die Ergebnisse der quantitativen Beurteilung der Wirbelsäulenbeweglichkeit mit Hilfe des CMS 50 Systems zeigen, konnte die Beweglichkeit der Wirbelsäule offensichtlich weder durch unser Work Hardening Programm, noch durch das traditionelle Behandlungsprogramm der Kontrollgruppe wesentlich verbessert werden. Lediglich bei der Rumpfflexion zeigten sich gegenüber der Eingangstestung Verbesserungen, die in erster Linie auf eine verbesserte Beckenbeweglichkeit zurückzuführen waren. Diese könnte z.B. durch eine Zunahme der Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskulatur erklärbar sein.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Frontalebene, also bei Lateralflexion nach links und Lateralflexion nach rechts, blieb im Rahmen unserer Erhebungen

in beiden Behandlungsgruppen unverändert (Ausnahme: Lateralflexion nach rechts bei den Frauen der Interventionsgruppe). Hier stehen wir in Übereinstimmung mit einer schwedischen Forschergruppe um Lindström (1992, 645). Auch sie konnten bei einer Gruppe chronischer und subakuter Rückenschmerzpatienten, die ein ähnliches Behandlungsprogramm (8 Wochen!) wie unser Work Hardening durchlaufen haben, keine signifikanten Steigerungen der Lateralflexion feststellen.

Die Ursachen für eine eingeschränkte Wirbelsäulenbeweglichkeit sind oft schwer erklärbar. Ob einer mangelnde Beweglichkeit der Wirbelsäule arthrogene, neuromuskuläre oder schmerzbedingte Komponenten zugrunde liegen, ist oft nicht differenziert herauszufinden. Möglicherweise ist die mangelnde Verbesserung der Beweglichkeit der Wirbelsäule bei unseren Patienten auf das auch in unserem Programm im Ansatz noch immer propagierte Konzept der „aufrechten“, „geraden“ und „stabilen“ Rückenhaltung zurückzuführen und nicht auf strukturell fixierte Veränderungen im Bereich der Wirbelsäule. Außerdem ist möglicherweise die Beweglichkeit der Wirbelsäule mit Stretching-, Kraft- und Ausdauerübungen alleine nicht nachhaltig zu steigern, zumindest nicht über einen Zeitraum, wie er in unserer Studie gegeben war.

Schließlich soll an dieser Stelle auch die Messmethode kritisch betrachtet werden. Die Beweglichkeit der Wirbelsäule wurde im Stehen gemessen, wobei für die Flexion günstige Schwerkraftverhältnisse vorliegen und bis auf exzentrische Haltearbeit der ischiokruralen Muskelgruppe sowie die Funktionsfähigkeit der Iliosakralgelenke keine Störfaktoren wirken, die nicht erfassbar sind (Schmerz als limitierender Faktor, Bewegungseinschränkung). Bei der Extension kommen mehrere Faktoren hinzu: Die Extension im Stehen erfordert exzentrische Haltearbeit der ventralen Rumpfmuskulatur und einen komplizierten ungewohnten Bewegungsvorgang in der Bewegung des Schultergürtels nach dorsal, was auch die Angst vor dem Fallen und Unsicherheiten impliziert.

3.7 Klinische Funktionsdiagnostik und Body Mass Index

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die folgenden Mess- und Testverfahren unter dem Gliederungspunkt 3.7 zusammengefasst, statistisch ausgewertet und diskutiert.

Die klinische Funktionsdiagnostik, bestehend aus Schober-Test, Finger Boden Abstand (FBA) und Straight Leg Raising-Test (SLR), erfolgte jeweils im Rahmen der ärztlichen Aufnahme-, und Abschlussuntersuchung. Auch der Body Mass Index (BMI) wurde immer zu Rehabeginn und am Ende der Reha erfasst. Da sich die gewonnenen Daten in unserer Stichprobe als durchwegs nicht normalverteilt darstellten, erfolgte die statistische Analyse und Auswertung ausschließlich mit nichtparametrischen Testverfahren.

Bei jedem der oben erwähnten Mess- und Testverfahren standen vier zu untersuchenden Fragestellungen mit den entsprechenden Hypothesen im Vordergrund:

- a) Besteht ein Unterschied zwischen den Ergebnissen der Patienten und der Patientinnen der gesamten Stichprobe?

$$H_0: \mu_w = \mu_m$$

$$H_1: \mu_w \neq \mu_m$$

- b) Besteht ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1?

$$H_0: \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_1$$

- c) Wie haben sich die Ergebnisse von t0 auf t1 verändert?

$$H_0: \mu_{\text{diff}} = 0$$

$$H_1: \mu_{\text{diff}} \neq 0$$

- d) Unterscheiden sich die Mittelwertsdifferenzen bei den beiden Behandlungsgruppen?

$$H_0: \mu_{0\text{diff}} = \mu_{1\text{diff}}$$

$$H_1: \mu_{0\text{diff}} \neq \mu_{1\text{diff}}$$

3.7.1 Schober – Test

Beim sogenannten Schober-Test handelt es sich um eine Methode zur Erfassung und Bewertung der Rumpfbeugefähigkeit der Lendenwirbelsäule nach vorne. Bei diesem Messverfahren dient S1 (sacrum) als Ausgangspunkt einer 10 cm langen Strecke nach kranial, deren Längenveränderungen unter maximaler Vor- und Rückneigung erfasst werden. Diese Strecke beträgt im Stand normal etwa 10 cm. Beim Nachvornebeugen müsste sich diese Strecke um 4 – 6 cm verlängern (Zink 1990, 1504).

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Beim Vergleich der Messergebnisse der Patienten und Patientinnen konnten mit Hilfe eines Mann-Whitney U-Tests für unabhängige Stichproben, sowohl in der Interventionsgruppe, als auch in der Kontrollgruppe keine Unterschiede zu beiden Messpunkten t0 und t1 festgestellt werden. Die Tabellen 59 und 60 verdeutlichen dieses Ergebnis.

Tabelle 59: Vergleich Männer – Frauen in der Interventionsgruppe, zu t0 und t1.

	Schober- maß(cm) t0	Schober- maß(cm) t1
Mann-Whitney-U	239,000	113,000
Wilcoxon-W	294,000	134,000
Z	-,670	-,523
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,503	,601
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]		,645 ^a

- a. Nicht für Bindungen korrigiert.
- b. Gruppenvariable: Geschlecht
- c. Behandlungsprog. = Intervention

Tabelle 60: Vergleich Männer – Frauen in der Kontrollgruppe, zu t0 und t1.

	Schober- maß(cm) t0	Schober- maß(cm) t0
Mann-Whitney-U	247,500	223,000
Wilcoxon-W	352,500	314,000
Z	-1,126	-1,128
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,260	,259

- a. Gruppenvariable: Geschlecht
- b. Behandlungsprog. = Kontrollgruppe

Da keine geschlechtsspezifischen Unterschiede feststellbar waren, wurde für die Analyse und Datenauswertung der folgenden Fragestellungen die gesamte Stichprobe herangezogen.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Der Messparameter „Schober-Maß“ zeigte keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1. Dies ergab die Überprüfung mittels Whitney-Mann-U-Test für unabhängige Stichproben. Das Ergebnis dieses statistischen Tests ist in Tabelle 61 dargestellt.

Tabelle 61: Schober-Maß - Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.

	Schober-Maß, cm. t1
Mann-Whitney-U	1289.000
Wilcoxon-W	2465.000
Z	-.049
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.961

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Tabelle 62 zeigt die wichtigsten statistischen Werte: Minimum, Maximum und Median der beiden Behandlungsgruppen zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tabelle 62: Schober-Maß - Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

		Gültige N	Min.	Median	Max.
Interventionsgruppe	Schobermaß(cm),t0	N=48	12.0	14.0	16.0
	Schobermaß(cm),t1	N=48	13.0	14.8	16.0
Kontrollgruppe	Schobermaß(cm),t0	N=53	12.0	14.0	16.0
	Schobermaß(cm),t1	N=54	12.0	14.5	16.0

Mit Hilfe eines Wilcoxon - Tests für abhängige Stichproben konnten wir zeigen, dass ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0.000$) zwischen den beiden Messzeitpunkten besteht. Tabelle 63 zeigt das Ergebnis des angewandten Wilcoxon-Tests für die Gesamtstichprobe. Die Graphik in Abbildung 48 verdeutlicht zusätzlich das Ergebnis in der Differenzierung zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe.

Tabelle 63: Schober-Maß - Unterschied zwischen t0 und t1.

Statistik für Test ^b

	Schobermaß (cm), t1 - Schobermaß (cm), t0
Z	-6.481 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Basiert auf negativen Rängen.

b. Wilcoxon-Test

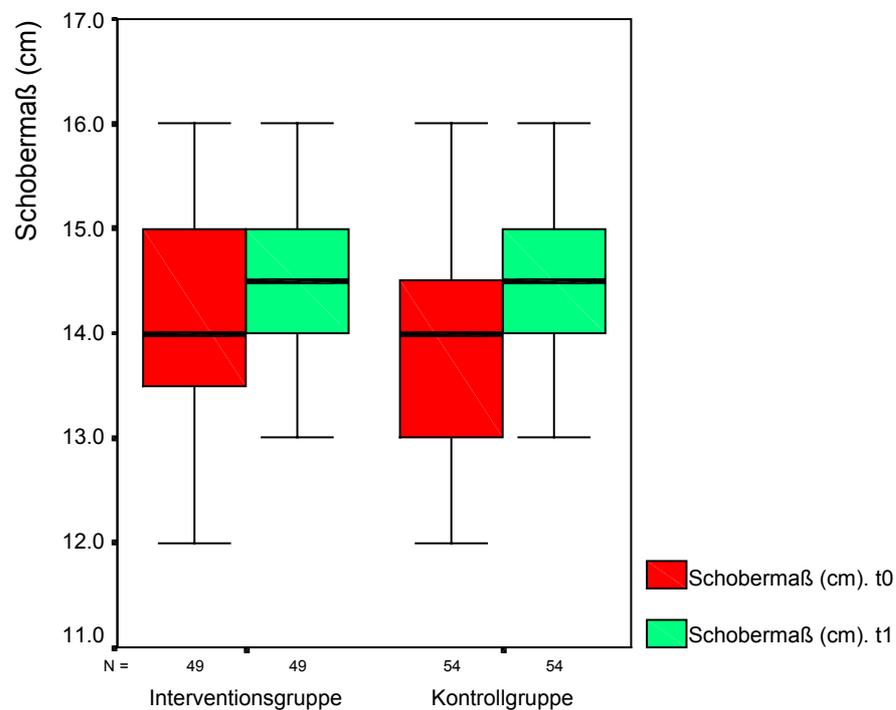


Abbildung 48: Graphische Darstellung der Veränderungen der Schober-Maß-Werte von t0 auf t1 in der Interventions- bzw. Kontrollgruppe.

d) Vergleich der Mittelwertsdifferenzen in den beiden Gruppen

Die unter c) gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Kontrollgruppe als auch die Interventionsgruppe ihre Beugefähigkeit der Lendenwirbelsäule signifikant verbessern konnte. Ob sich dabei eine Behandlungsgruppe besser entwickelte bzw. höhere Anstiege verzeichnete, konnten wir feststellen, indem die Mittelwertsdifferenzen mit Hilfe eines Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben verglichen wurden. Das Ergebnis zeigt, dass sich die Behandlungsgruppen in der Verbesserung von t0 auf t1 nicht unterschieden ($p=0.564$; $U=1191.0$; $Z= -0.577$) (Anhang S. 293).

3.7.2 Finger-Boden-Abstand (FBA)

Ähnlich wie beim Schober-Maß handelt es sich auch beim FBA um ein Maß, das die Beweglichkeit widerspiegelt. Der FBA setzt sich aus der Hüftbeweglichkeit, der Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskulatur sowie der Flexionsmöglichkeit der Lendenwirbelsäule zusammen. Außerdem kann dieser Vorbeugetest nach Frisch (1989, 10) auch Aufschlüsse über die Nervendehnfähigkeit (Lasègue-Zeichen) liefern.

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Nach Durchführung eines Mann-Whitney-U-Tests konnten wir zeigen, dass sowohl zum Messzeitpunkt t0, als auch zum Zeitpunkt t1 in keiner der beiden Behandlungsgruppen ein Unterschied in den Ergebnissen der Geschlechter bestand (Anhang S. 293 / 294). Deshalb beziehen sich die folgenden Datenanalysen jeweils auf die gesamte Stichprobe, also Patienten und Patientinnen umfassend.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Der Messparameter „Finger-Boden-Abstand“ zeigte keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1. Dies ergab die Überprüfung mittels Whitney-Mann-U-Test. Das Ergebnis dieses statistischen Tests ist in Tabelle 64 dargestellt.

Tabelle 64: Finger-Boden-Abstand. Unterschied zwischen Intervention und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.

Statistik für Test^a

	Finger-Boden- Abstand (cm), t1
Mann-Whitney-U	1123.500
Wilcoxon-W	2299.500
Z	-1.170
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.242

a. Gruppenvariable = Behandlungsgr.

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Tabelle 65 zeigt die wichtigsten statistischen Werte (cm), Minimum, Maximum und Median der beiden Behandlungsgruppen zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tabelle 65: Finger-Boden-Abstand. Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

		Gültige N	Min.	Median	Max.
Interventionsgruppe	Finger-Boden-Abstand, t0	N=48	.0	10.0	50.0
	Finger-Boden-Abstand, t1	N=48	.0	5.0	37.0
Kontrollgruppe	Finger-Boden-Abstand, t0	N=53	.0	14.0	50.0
	Finger-Boden-Abstand, t1	N=54	.0	6.5	47.0

Mit Hilfe eines Wilcoxon - Tests für abhängige Stichproben konnte gezeigt werden, dass ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0.000$) zwischen den beiden Messzeitpunkten besteht.

Die Tabellen 66 und 67 zeigen das Ergebnis des angewandten Wilcoxon-Tests. Die Graphik in Abbildung 49 verdeutlicht zusätzlich das Ergebnis.

Tabelle 66: Finger-Boden-Abstand. Unterschied zwischen t0 und t1 bei der Interventionsgruppe.

Statistik für Test^{b,c}

	FBA (cm), t1- FBA (cm), t0
Z	-4.756 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Behandlungsgruppe = Intervention

Tabelle 67: Finger-Boden-Abstand. Unterschied zwischen t0 und t1 bei der Kontrollgruppe.

Statistik für Test^{b,c}

	FBA (cm), t1- FBA (cm), t0
Z	-4.640 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Behandlungsgruppe = Kontrollgruppe

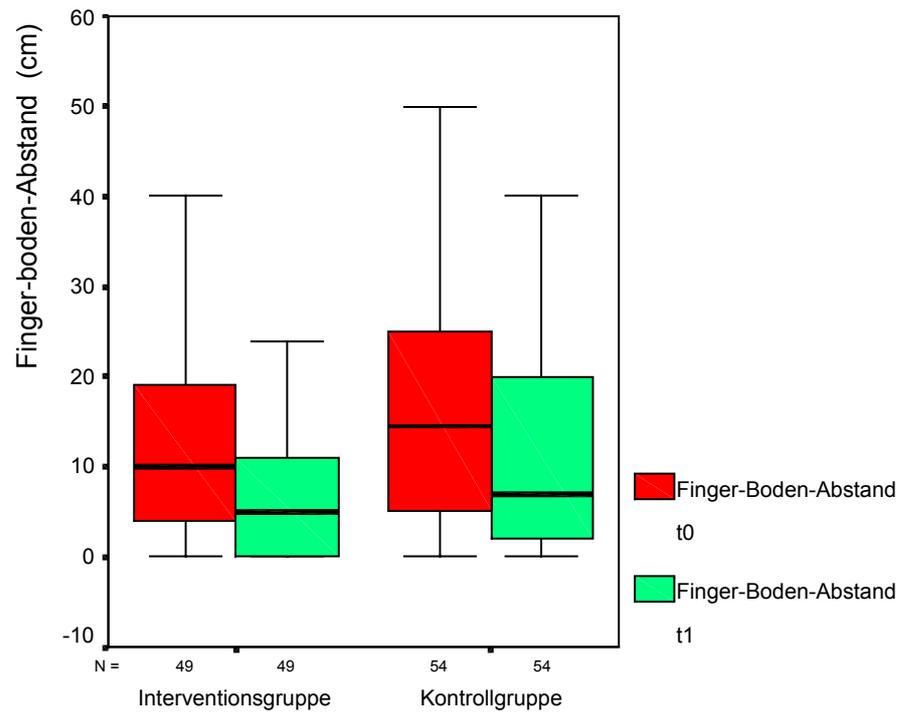


Abbildung 49: Graphische Darstellung der Veränderungen des Finger-Boden-Abstand von t0 auf t1 in der Interventions- bzw. Kontrollgruppe.

d) Vergleich der Mittelwertsdifferenzen in den beiden Gruppen

Die unter c) gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Kontrollgruppe als auch die Interventionsgruppe den Finger-Boden-Abstand im Behandlungszeitraum signifikant verbessern konnte. Mit Hilfe eines Mann-Whitney U-Tests konnten wir feststellen, dass sich die Behandlungsgruppen in der Verbesserung von t0 auf t1 nicht unterscheiden. Die Mittelwertsdifferenzen zeigten sich in beiden Behandlungsgruppen annähernd identisch ($p=0.956$; $U=1264.0$ $Z=-0.055$) (Anhang S. 294).

3.7.3 Straight Leg Raising - Test (SLR)

Der SLR-Test erfolgte im Rahmen der ärztlichen Aufnahmeuntersuchung sowie bei der Patientenentlassung. Dabei lag der Patient in Rückenlage auf der Behandlungsbank. Das gestreckte Bein wurde, zuerst links und dann rechts, bis zum Ende des möglichen Bewegungsbereichs angehoben, das heißt, bis der Patient ein Ziehen oder einen ausstrahlenden Beinschmerz verspürte. In der Stellung, bei der der Patient beginnende Schmerzen im Kniekehlen- oder im hinteren Oberschenkelbereich angab oder/und bei der erste Ausweichbewegungen von Becken und Wirbelsäule zu erkennen waren, wurde innegehalten und das erreichte Bewegungsausmaß erfasst. Gemessen wurde dabei, mit Hilfe eines Winkelmessers, der Winkel zwischen Liegefläche und gestrecktem Bein.

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Nach Durchführung eines Mann-Whitney U-Tests konnten wir zeigen, dass sowohl zum Messzeitpunkt t0, als auch zum Zeitpunkt t1 in keiner der beiden Behandlungsgruppen ein Unterschied in den Ergebnissen der Geschlechter bestand (Anhang S. 295) Sowohl beim SLR links, als auch beim SLR rechts konnte man keine statistischen Unterschiede zwischen Männer und Frauen feststellen. Deshalb beziehen sich die folgenden Analysen jeweils auf die gesamte Stichprobe, also auf Patienten und Patientinnen gleichermaßen.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Der Messparameter „Straight Leg Raising “ zeigte links wie rechts keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1. Dies ergab die Überprüfung mittels Whitney-Mann U-Test. Das Ergebnis dieses statistischen Tests ist in Tabelle 68 dargestellt.

Tabelle 68: Straight Leg Raising. Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.

Statistik für Test^a

	SLR li, t1	SLR re, t1
Mann-Whitney-U	1035,500	1155,000
Wilcoxon-W	2211,500	2331,000
Z	-1,411	-,686
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,158	,492

a. Gruppenvariable: Behandlungsgruppe

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Tabelle 69 zeigt die wichtigsten statistischen Werte (in Grad°), Minimum, Maximum und Median der beiden Behandlungsgruppen zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tabelle 69: Straight Leg Raising. Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

	Gültige N	Minimum	Median	Maximum	
Intervention	SLR links, t0	N=63	50,0	80,0	90,0
	SLR links, t1	N=49	60,0	85,0	90,0
	SLR rechts, t0	N=63	40,0	80,0	90,0
	SLR rechts, t1	N=49	60,0	85,0	90,0
Kontrollgruppe	SLR links, t0	N=56	40,0	80,0	90,0
	SLR links, t1	N=53	40,0	90,0	90,0
	SLR rechts, t0	N=56	30,0	80,0	100,0
	SLR rechts, t1	N=53	40,0	90,0	90,0

Mit Hilfe eines Wilcoxon-Tests für abhängige Stichproben konnten wir zeigen, dass sowohl beim SLR links, als auch beim SLR rechts ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0.000$) zwischen den beiden Messzeitpunkten bestand. Die Tabellen 70 und 71 zeigen das Ergebnis des angewandten Wilcoxon-Tests.

Tabelle 70: SLR links. Unterschied zwischen t0 und t1.

Statistik für Test^a

	SLR li, t1 - SLR li, t0
Z	-3,806 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Basiert auf negativen Rängen.

b. Wilcoxon-Test

Tabelle 71: SLR rechts. Unterschied zwischen t0 und t1.

Statistik für Test^a

	SLR re, t1 - SLR re, t0
Z	-5,124 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Basiert auf negativen Rängen.

b. Wilcoxon-Test

d) Vergleich der Mittelwertsdifferenzen in den beiden Gruppen

Die unter c) gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Kontrollgruppe als auch die Interventionsgruppe die Beweglichkeit beim SLR-Test signifikant verbessern konnte. Ob sich dabei eine Behandlungsgruppe besser entwickelte bzw. höhere Anstiege verzeichnete, wurde festgestellt, indem wir die Mittelwertsdifferenzen mit Hilfe eines Mann-Whitney U-Tests für unabhängige Stichproben verglichen (Anhang S. 296). Das Ergebnis zeigt, dass sich die Behandlungsgruppen in der Verbesserung von t0 auf t1 beim SLR rechts nicht unterschieden ($p=0.662$; $U=1215.0$; $Z= -0.437$), beim SLR links jedoch konnte sich die Kontrollgruppe gegenüber der Interventionsgruppe signifikant ($\alpha=0.05$) verbessern ($p=0.042$; $U=1012.0$; $Z=-2.035$).

3.7.4 Body Mass Index (BMI)

Übergewicht und Adipositas sind definiert als eine Vermehrung des Körpergewichtes durch eine über das Normalmaß hinausgehende Vermehrung des Körperfettanteiles. Eine Klassifizierung der Adipositas erfolgt mit Hilfe des Body Mass Index. Der BMI ist der Quotient aus Gewicht und dem Quadrat der Körpergröße. Die folgende Analyse soll aufzeigen, inwieweit der BMI durch die beiden Behandlungsprogramme beeinflusst wurde.

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Nach Durchführung eines Mann-Whitney-U-Tests konnten wir zeigen, dass sowohl zum Messzeitpunkt t0 als auch zum Zeitpunkt t1 in beiden Behandlungsgruppen kein geschlechtsspezifischer Unterschied bezüglich Body Mass Index bestand (Anhang S. 296). Deshalb bezogen sich die folgenden Datenauswertungen jeweils auf die gesamte Stichprobe, also Patienten und Patientinnen umfassend.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Der Messparameter „Body Mass Index“ zeigte keine Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1. Dies ergab die Überprüfung mittels Whitney-Mann-U-Test. Das Ergebnis dieses statistischen Tests ist in Tabelle 72 dargestellt.

Tabelle 72: Body Mass Index. Unterschied zwischen Intervention und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.

Statistik für Test^a

	Body Mass Index.t1
Mann-Whitney-U	1133,000
Wilcoxon-W	2618,000
Z	-1,094
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,274

a. Gruppenvariable: Behandlungsgruppe

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Tabelle 73 zeigt die wichtigsten statistischen Werte: Minimum, Maximum und Median der beiden Behandlungsgruppen zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

Tabelle 73: Body Mass Index. Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

		Gültige N	Minimum	Median	Maximum
Intervention	BMI.t0	N=65	20,0	27,1	45,0
	BMI.t1	N=49	19,0	26,4	35,0
Kontrollgruppe	BMI.t0	N=60	20,0	26,0	43,3
	BMI.t1	N=55	21,6	26,0	41,8

Mit Hilfe eines Wilcoxon-Tests für abhängige Stichproben konnte gezeigt werden, dass ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0.000$) zwischen den beiden Messzeitpunkten bestand. Tabelle 74 zeigt das Ergebnis des angewandten Wilcoxon-Tests. Die Graphik in Abbildung 50 verdeutlicht zusätzlich das Ergebnis.

Tabelle 74: Body Mass Index. Unterschied zwischen t0 und t1.

Statistik für Test^b

	BMI. t1 - BMI. t0
Z	-5,948 ^a
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

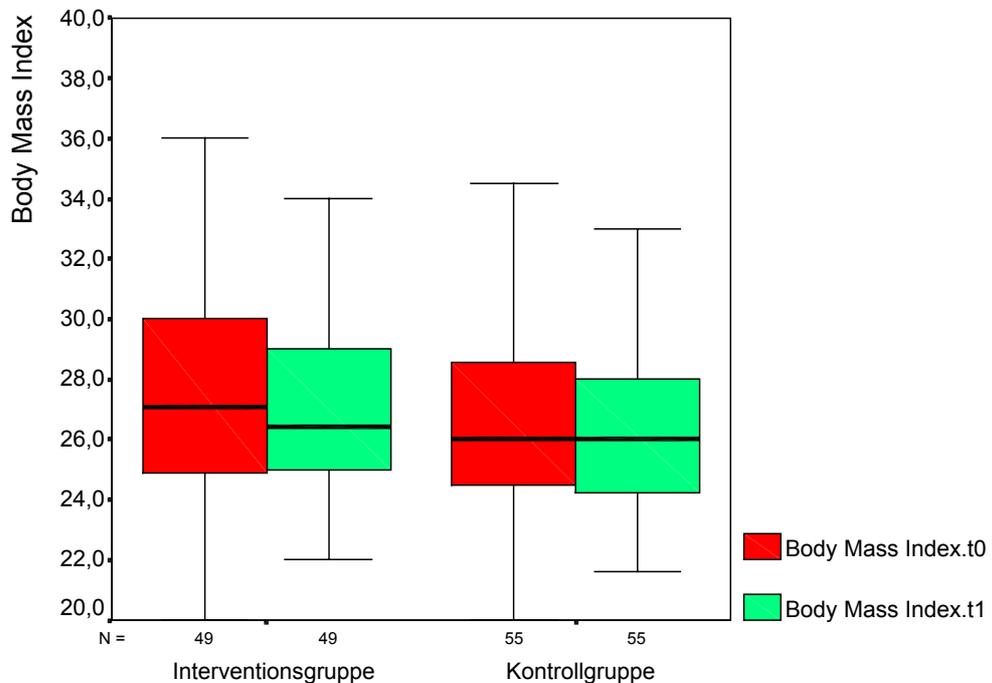


Abbildung 50: Graphische Darstellung der Veränderungen des Body Mass Index von t0 auf t1 in der Interventions- bzw. Kontrollgruppe.

d) Vergleich der Mittelwertsdifferenzen in den beiden Gruppen

Die unter c) gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Kontrollgruppe als auch die Interventionsgruppe signifikant ihren Body Mass Index im Behandlungszeitraum verringern konnten. Mit Hilfe eines Mann-Whitney U-Tests, konnten wir jedoch feststellen, dass sich die Behandlungsgruppen in der Gewichtsreduktion von t0 auf t1 statistisch nicht unterscheiden. Die Mittelwertsdifferenzen stellten sich mit leichten Vorteilen für die Interventionsgruppe dar ($p=0.073$; $U=1032.0$; $Z=-1.791$) (Anhang S. 297).

3.7.5 Diskussion - Klinische Funktionsdiagnostik und Body Mass Index

Betrachtet man die Ergebnisse der drei klinischen Funktionstests und die Ergebnisse des BMI zeigen sich deutliche Parallelen. Bei allen 4 Tests unterschieden sich, statistisch gesehen, die Ergebnisse der Patientinnen nicht von den Ergebnissen der Patienten. Also musste bei dieser Fragestellung jedes Mal die Alternativhypothese, $H_1: \mu_w \neq \mu_m$, verworfen und die Nullhypothese, $H_0: \mu_w = \mu_m$, angenommen werden. Aufgrund der Tatsache, dass sich bezüglich der Ergebnisse zwischen Männer und Frauen keine Unterschiede abzeichneten, wurden für die Analysen und Datenauswertungen der folgenden Fragestellungen jeweils die gesamte Stichprobe herangezogen.

Auch die Frage nach dem Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1 fiel bei allen 4 Testverfahren annähernd gleich aus. Statistisch gesehen unterschieden sich Interventionsgruppe und Kontrollgruppe nach Durchlaufen des jeweiligen Behandlungsprogramms nicht. Also musste auch hier die Nullhypothese, $H_0: \mu_0 = \mu_1$, angenommen werden.

Beim Verlauf über die Messzeitpunkte von t0 bis t1 konnten alle Patienten, egal ob der Interventionsgruppe oder der Kontrollgruppe zugehörig, ihre Ergebnisse bei allen 4 Messparametern signifikant verbessern. Was bedeutete, dass in dieser Fragestellung die Arbeitshypothese H_1 angenommen werden konnte.

Am Beispiel Schober-Test lässt sich mit Hilfe von Tabellen 75 und 76 zeigen, inwieweit die Patienten und Patientinnen in den beiden Behandlungsgruppen ihre Ergebnisse über den 3-wöchigen Zeitraum verändert haben.

Tabelle 75: Darstellung der Differenzen beim Schobertest in cm von t0 auf t1, für die Interventionsgruppe.

	Häufigkeit	Gültige Prozente
cm -1.00	2	4.2
-.50	1	2.1
.00	17	35.4
.50	9	18.8
1.00	17	35.4
2.00	2	4.2
Gesamt	48	100.0

Tabelle 75 ist folgendermaßen zu interpretieren. Das Schober-Maß, also die gemessene Strecke von S1 nach kranial, hat sich bei 17 Patienten und Patientinnen nicht verändert, was genau 35,4 % entspricht. 9 Teilnehmer der Interventionsgruppe konnten das sogenannte „Schober-Maß“ um genau 0,5 cm steigern, 17 Teilnehmer um genau 1,0 cm. Zwei Teilnehmer wiesen sogar eine Steigerung um 2,0 cm auf. Lediglich drei Patienten der Interventionsgruppe haben sich im Laufe der Behandlung beim Schober-Test verschlechtert.

Tabelle 76 spiegelt die Ergebnisse der Kontrollgruppe wider. 37,7 % der Kontrollgruppe blieben im Ergebnis unverändert. 17 % konnten sich um 0,5 cm verbessern und 30,2 %, also 16 Patienten bzw. Patientinnen, haben die Messstrecke beim Schober-Test um 1,0 cm erhöhen können. Bei genau 6 Teilnehmern betrug die Steigerung von t0 auf t1 zwischen 1,0 und 3,0 cm.

Tabelle 76: Darstellung der Differenzen beim Schobertest in cm von t0 auf t1, für die Kontrollgruppe.

		Häufigkeit	Gültige Prozente
cm	-.50	1	1.9
	.00	20	37.7
	.40	1	1.9
	.50	9	17.0
	1.00	16	30.2
	1.20	1	1.9
	1.50	2	3.8
	2.00	2	3.8
	3.00	1	1.9
	Gesamt	53	100.0

Mit der Betrachtung der Mittelwertsdifferenzen wollten wir zeigen, ob sich die eine Behandlungsgruppe gegenüber der anderen zwischen den Messzeitpunkten signifikant besser steigern konnte. Hier stellte sich jedoch keine Gruppe überlegen dar. Mit einer Ausnahme: beim SLR-Test links fiel die Steigerung in der Interventionsgruppe von t0 auf t1 schwach signifikant, besser aus als bei der Kontrollgruppe. Abgesehen von dieser Ausnahme wurde also bei dieser Fragestellung jeweils die Nullhypothese, $H_0: \mu_{0diff} = \mu_{1diff}$, angenommen.

3.8 Der Funktionsfragebogen Hannover FFbH-R

Beim Funktionsfragebogen Hannover - Rücken (FFbH-R) (Anhang S. 243) handelt es sich um eine Instrument zur Selbstbeurteilung, mit dem die Funktionskapazität bei Alltagstätigkeiten (ADL) von Personen mit Rückenleiden erfasst werden soll.

Die Ergebnisse unserer Befragungen mit dem FFbH-R wurden jeweils in einem Gesamtwert der Funktionskapazität ausgedrückt. Eine Berechnung von Unterskalen oder die Auswertung einzelner Fragen war nicht vorgesehen und ist auch grundsätzlich nicht vorgesehen. Der Gesamtwert der Funktionskapazität beschreibt die Funktionskapazität auf einer Skala von 0% (minimale Funktionskapazität) bis 100% (maximale Funktionskapazität).

Im Rahmen unserer Untersuchungen stellten sich folgende Fragestellungen:

- a) Unterscheiden sich Männer und Frauen in ihrer Funktionskapazität zu den beiden Messpunkten t0 und t1?
- b) Unterscheiden sich die beiden Behandlungsgruppen bezüglich ihrer Funktionskapazität zum Messzeitpunkt t1?
- c) Inwieweit hat sich die Funktionskapazität von t0 auf t1 geändert, und besteht ein Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe in Bezug auf die Veränderungen über die beiden Zeitpunkte?
- d) Besteht ein Zusammenhang zwischen der Funktionskapazität und der Schmerzintensität, gemessen mit Numerischen Rating Skala (NRS) (s. Punkt 3.9)?

Die dazugehörigen statistischen Hypothesen wurden wie folgt formuliert:

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| a) $H_0: \mu_w = \mu_m$ | c) $H_0: \mu_{diff} = 0$ |
| $H_1: \mu_w \neq \mu_m$ | $H_1: \mu_{diff} \neq 0$ |
| b) $H_0: \mu_0 = \mu_1$ | d) $H_0: \mu_{0diff} = \mu_{1diff}$ |
| $H_1: \mu_0 \neq \mu_1$ | $H_1: \mu_{0diff} \neq \mu_{1diff}$ |

Sämtliche statistischen Berechnungen und Auswertungen erfolgten mit Hilfe parametrischer Verfahren.

a) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Die Überprüfung auf Unterschiede der Funktionskapazität zwischen Patienten und Patientinnen zu den Zeitpunkten t0 und t1 zeigte, dass die Patientinnen zum Messzeitpunkt Rehabeginn eine hochsignifikant schlechtere Funktionskapazität als die Männer aufwiesen. Am Ende der Rehamaßnahme war diese Tendenz immer noch vorherrschend, aber statistisch, mit $p=0.055$, nicht mehr so bedeutsam. Die Tabellen 77 und 78 fassen die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 77: Unterschiede der Funktionskapazität zwischen Patienten und Patientinnen zu den Messzeitpunkten t0 und t1.

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Funktionskapazität-t0 (FFbH-R)	männlich	100	80.1477	15.3674	1.5367
	weiblich	24	69.9653	15.8295	3.2312
Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	männlich	84	83.2837	14.7561	1.6100
	weiblich	18	75.2315	20.8320	4.9101

Tabelle 78: Überprüfung auf geschlechtsspezifische Unterschiede der Funktionskapazität zu den Zeitpunkten t0 und t1, mit t-Test für unabhängige Stichproben.

	T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	T	df	Sig. (2-seitig)
Funktionskapazität-t0	2.898	122	.004
Funktionskapazität-t1	1.943	100	.055

Die Ergebnisse erfordern die Annahme der Alternativhypothese für t0 und bedingt für t1, wo eine sehr starke Tendenz vorliegt. Das heißt, es besteht ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen der gemessenen Funktionskapazität der Männer und der Frauen.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Die Prüfung auf Unterschiede der Funktionskapazität in den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1, mittels t-Test für unabhängige Stichproben, ergab mit $T=1.175$, $df=100$ und $p=0.243$, keine signifikanten Ergebnisse (Anhang S. 298). Tabelle 79 zeigt eine leichte Überlegenheit der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe. Auch eine Differenzierung zwischen Männer und Frauen ließ keine Unterschiede zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe erkennen. Es stellten sich keine signifikanten Unterschiede dar.

Tabelle 79: Mittelwerte und Standardabweichungen der Funktionskapazität bei t1.

	Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Funktionskapazität - t1 (FFbH-R)	Interventionsgruppe	48	83.8542	13.9556	2.0143
	Kontrollgruppe	54	80.0926	17.8559	2.4299

In der Konsequenz muss also die Nullhypothese, $H_0: \mu_0 = \mu_1$, angenommen werden. Es besteht kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t_1 .

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t_0 und t_1

Betrachtet man die bei t_0 gemessene Funktionskapazität von 78,6 % mit der Funktionskapazität bei t_1 (81,9 %), zeigt sich eine offensichtliche Verbesserung. Dass sich diese Steigerung statistisch signifikant darstellt, konnte mit einem t-Test für abhängige Stichproben gezeigt werden ($T=-2.514$; $df=101$; $p=0.014$) (Anhang S. 298 / 299). Diese Signifikanz bezog sich auf die gesamte Stichprobe, also Männer und Frauen zusammen. Differenzierte man zwischen Männern und Frauen, stellte sich das Ergebnis anders dar. Die Männer konnten ihre Funktionskapazität von 80,4 % auf 83,3 % signifikant verbessern ($T=-2.208$; $df=83$; $p=0.030$) (Anhang S. 299), die Frauen verzeichneten hier jedoch keine signifikanten Verbesserungen ($T=-1.183$; $df=17$; $p=0.253$) (Anhang S. 300). Betrachtet man also die Ergebnisse der Gesamtstichprobe, Männer und Frauen zusammen, sowie den Anteil der Männer, konnte die Alternativhypothese, $H_1: \mu_{diff} \neq 0$, angenommen werden. Bei den Frauen konnte keine signifikante Steigerung der Funktionskapazität festgestellt werden, was die Annahme der Nullhypothese, $H_0: \mu_{diff} = 0$, mit sich bringt.

Schließlich wurde überprüft, ob sich eine der beiden Behandlungsgruppen im Verlauf der 3-wöchigen Behandlungszeit besser entwickeln konnte. Durch den Vergleich der Mittelwertsdifferenzen ($t_1 - t_0$) konnten wir jedoch, mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben zeigen, dass sich keine der beiden Behandlungsgruppen effektiver entwickelt hatte ($T=0.052$; $df=100$; $p=0.958$) (Anhang S. 300 / 301).

Dies zieht die Annahme der Nullhypothese, $H_0: \mu_{0diff} = \mu_{1diff}$, nach sich.

d) Korrelation zwischen Funktionskapazität und Schmerzintensität

Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen „Gesamtwert der Funktionskapazität“ und „Schmerzintensität“ wurde mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet. Der Wert der

Schmerzintensität wurde dabei auf einer Numerischen Rating Skala von 1 - 10 (vgl. 3.9) ermittelt.

Die Zusammenhangsanalysen zeigten durchweg signifikante Zusammenhänge, egal ob die gesamte Stichprobe herangezogen wurde oder ob zwischen Männern und Frauen differenziert wurde. Die signifikanten Zusammenhänge stellten sich auch jeweils zu beiden Messzeitpunkten t0 und t1 ein.

Tabelle 80 und Abbildung 51 verdeutlichen eindrucksvoll den signifikanten Zusammenhang zwischen Funktionskapazität und Schmerzintensität zum Zeitpunkt t1.

Tabelle 80: Zusammenhang zwischen Schmerzintensität und Funktionskapazität zum Messzeitpunkt t1.

Korrelationen nach Pearson

		Schmerzintensität auf NRS	Funktionskapazität t1 (FFbH-R)
Schmerzintensität (NRS)	Korrelation nach Pearson	1.000	-.517**
	Signifikanz (2-seitig)	.	.000
	N	102	102
Funktionskapazität - t1 (FFbH-R)	Korrelation nach Pearson	-.517**	1.000
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.
	N	102	102

** : Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

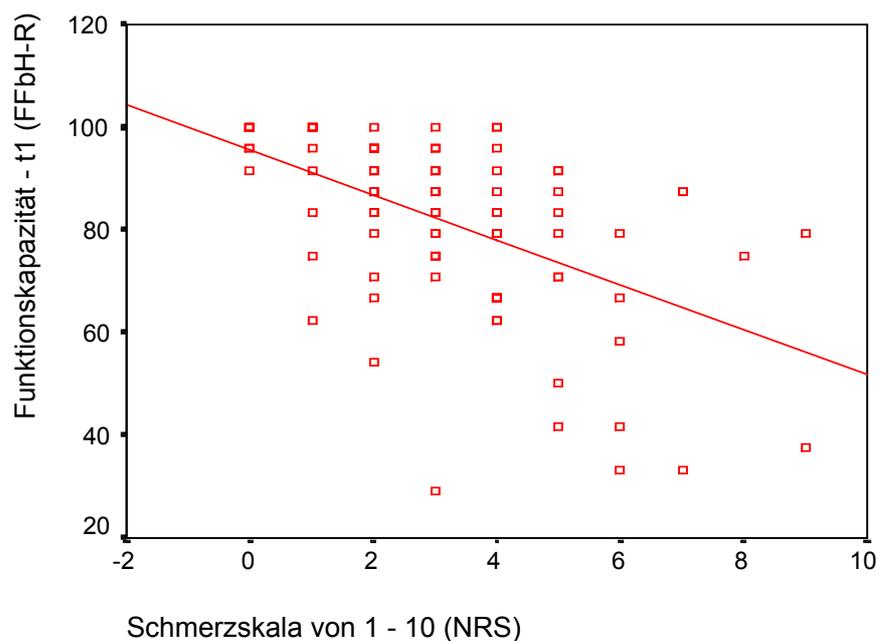


Abbildung 51: Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Schmerzintensität und Funktionskapazität zum Zeitpunkt t1.

Diskussion

Für die vergleichende Beurteilung von FFbH-R - Gesamtwerten sind Referenzdaten aus Bevölkerungsstudien und aus verschiedenen Patientenkollektiven vorhanden (Kohlmann & Raspe 1996). Kohlmann und Raspe beschreiben ein Klassifikationsschema für die FFbH-R Gesamtwerte. Demnach entspräche ein Wert von 100 % bis etwa 80 % einer „normalen Funktionskapazität, bei Werten um 70 % könnte von einer mäßigen und bei Werten unter 60 % von einer (auch klinisch) relevanten Funktionsbeeinträchtigung gesprochen werden“.

Betrachtet man die FFbH-R Werte unserer Erhebungen, zeigt sich, dass die Patientinnen insgesamt bei t0 mit einem Wert von 70 % eine mäßige Funktionsbeeinträchtigung aufwiesen. Dieser Wert konnte dann im Laufe des Behandlungsprogramms auf 75,2 % gesteigert werden. Die Patientinnen der Interventionsgruppe steigerten sich von 68,8 % auf 72,2 %, um genau 8,4 %, die Kontrollgruppe von 71,5 % auf 76,7 % um 6,8 %.

Bei den Patienten stellte sich die Funktionsbeeinträchtigung bei t0 mit 80,1 % deutlich geringer dar als bei den Frauen. Orientiert man sich an der Klassifikation von Kohlmann & Raspe, so lagen die Männer bereits zu Rehabilitationsbeginn und dann auch zum Zeitpunkt t1 mit 83,2 % im Bereich einer „normalen“ Funktionskapazität. Betrachtet man die beiden Behandlungsgruppen getrennt, so war bei der Interventionsgruppe ein Anstieg der Funktionskapazität von 82,2 % auf 85,5 % und bei der Kontrollgruppe eine Verbesserung von 78,5 % auf 81,1 % zu verzeichnen.

Zur Illustration typischer Verteilungen von FFbH-R Werten in Stichproben von Patienten mit muskuloskelettalen Erkrankungen in der stationären Rehabilitation sind in den Tabellen 81 und 82 zwei solcher Verteilungen wiedergegeben. Zusätzlich beinhaltet diese Tabelle auch die Verteilungen der FFbH-R Werte unserer Gesamtstichprobe zu den beiden Messzeitpunkten t0 und t1. Ein Vergleich bzw. eine bessere Einschätzung der Ergebnisse unserer Untersuchung ist somit gegeben. Tabelle 81 verdeutlicht die Unterschiede bei verschiedenen Stichproben, Tabelle 82 zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe.

Tabelle 81: Verteilung der FFbH-R Werte der Gesamtstichprobe zu t0 und t1 sowie in zwei weiteren Stichproben von Rückenschmerzpatienten in der stationären Rehabilitation.

FFbH-R-Werte	Stichproben			
	Gesamt t0	Gesamt t1	A	B
0,0 – 12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
12,6 – 25,0	0,0	0,0	1,4	0,8
25,1 – 37,5	2,4	4,0	5,1	4,2
37,6 – 50,0	6,4	3,0	11,6	5,0
50,1 – 62,5	7,3	4,9	18,1	16,0
62,5 – 75,0	27,4	15,7	22,5	18,5
75,1 – 87,5	30,7	35,3	20,3	31,9
87,6 – 100,0	25,8	36,3	21,0	23,5

Stichproben:

t0: n = 124

t1: n = 102

A: n = 142 Patienten mit LWS-Syndrom bzw. Spondylitis ankylosans (Kohlmann et al. '92)

B: n = 120 Patienten mit (unspezifischen) Rückenschmerzen (Roese et al. 1996)

Tabelle 82: Verteilung der FFbH-R Werte : Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.

FFbH-R-Werte	Stichproben			
	Intervention t0 (n=48)	Intervention t1 (n=48)	Kontrolle t0 (n=54)	Kontrolle t1 (N=54)
0,0 – 12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
12,6 – 25,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,1 – 37,5	4,1	2,1	0,0	5,6
37,6 – 50,0	0,0	2,1	11,2	3,7
50,1 – 62,5	12,6	4,2	3,8	5,6
62,5 – 75,0	18,8	12,6	33,4	18,6
75,1 – 87,5	31,2	41,7	31,5	29,6
87,6 – 100,0	33,3	37,5	20,5	37,0

3.9 Die Numerische Rating Skala für Schmerzen (NRS)

Im Rahmen unserer Untersuchung war die Beurteilung des sehr facettenreichen Symptoms Schmerz unerlässlich. Neben den funktions- und leistungsdiagnostischen Erhebungen erschien eine Schmerzevaluierung als unbedingt notwendig. Für die Quantifizierung des Schmerzes hat sich die Anwendung einer Numerischen Rating Skala als einfach zu handhabendes Messinstrument etabliert. Die Schmerzbefragung mittels NRS war im allgemeinen für die Patienten gut verständlich und gut nachvollziehbar. Im Rahmen unserer

Untersuchung bot sich die NRS zur Einschätzung von Soforteffekten einer Therapie, wie auch zum Vergleich der Wirksamkeit zweier Behandlungsformen vorzüglich an.

Im Vordergrund unser Schmerzevaluierung standen folgende Fragestellungen mit den dazugehörigen Hypothesen:

a) Bestehen geschlechtsspezifische Unterschiede zu beiden Messzeitpunkten t0 und t1?

$$H_0: \mu_m = \mu_w$$

$$H_1: \mu_m \neq \mu_w$$

b) Unterscheidet sich die subjektiv erlebte Schmerzintensität bei den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1?

$$H_0: \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_1$$

c) Inwieweit hat sich die Schmerzintensität von t0 auf t1 geändert, und besteht ein Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe in bezug auf die Veränderungen über die beiden Zeitpunkte?

$$H_0: \mu_{t0} = \mu_{t1}$$

$$H_1: \mu_{t0} \neq \mu_{t1}$$

Häufig diskutiert wird die Frage, ob das Skalenniveau von Fragebogendaten und Skalen Ordinal- oder Intervallskalenniveau erreicht. Streng genommen ist bei der von uns verwendeten NRS keine Gleichabständigkeit der Antwortkategorien anzunehmen, so dass nonparametrische Teststatistiken ausgewählt werden sollten. Häufig werden aber dennoch parametrische Tests verwendet, in der Annahme, dass diese eine stärkere Power haben und eine Voraussetzungsverletzung bei größeren Stichproben weniger problematisch sei. Aus diesem Grund haben wir uns für parametrische Testverfahren entschlossen.

c) Geschlechtsspezifische Unterschiede

Die Überprüfung auf Unterschiede der subjektiv empfundenen Schmerzintensität zwischen Patienten und Patientinnen zu den Zeitpunkten t0 und t1 zeigte, dass die Patientinnen zum Messzeitpunkt Rehabilitationsbeginn tendenziell, mit 5.17,

einen höheren Wert auf der NRS angaben als die Männer, die im Schnitt eine Skalenwert von 4.30 angaben. Am Ende der Rehabilitationsmaßnahme war diese Tendenz mit $p=0.089$ immer noch vorherrschend, wenngleich sowohl bei den Patientinnen als auch bei den Patienten die Werte zu Rehabilitationsende deutlich niedriger lagen. Die Tabellen 83 und 84 fassen die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 83: Unterschiede der subjektiven Schmerzintensität bei Männer und Frauen zu den Messzeitpunkten t0 und t1. Deskriptive Kennwerte.

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Schmerzintensität t0	männlich	99	4.30	2.00	.20
	weiblich	24	5.17	2.10	.43
Schmerzintensität t1	männlich	84	2.99	1.93	.21
	weiblich	18	3.83	1.72	.41

Tabelle 84: Ergebnisse eines t-Tests für unabhängige Stichproben, zur Überprüfung der Mittelwertsunterschiede, der Schmerzintensität bei Frauen und Männer zu den Zeitpunkten t0 und t1.

	T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	T	df	Sig. (2-seitig)
Schmerzintensität t0	-1.878	121	.063
Schmerzintensität t1	-1.716	100	.089

Bei einem gegebenen Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ muss die Alternativhypothese, $H_1: \mu_m \neq \mu_w$ zu Gunsten der Nullhypothese, $H_0: \mu_m = \mu_w$ verworfen werden. Es besteht also kein geschlechtsspezifischer Unterschied.

b) Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1

Die Prüfung auf Unterschiede der subjektiv empfundenen Schmerzintensität in den beiden Behandlungsgruppen zum Messzeitpunkt t1, mittels t-Test für unabhängige Stichproben, ergab für die Gesamtstichprobe mit $T = -0.889$, $df=100$ und $p=0.376$ keine signifikanten Ergebnisse (Anhang S. 301). Differenzierte man zwischen Männer und Frauen, so zeigte sich bei den Männern mit $T = -0.056$, $df=82$ und $p=0.955$ kein Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe, bei den Frauen, mit $T=-1.863$; $df=16$ und $p=0.081$, war eine Tendenz erkennbar (Anhang S. 302 / 303). Tabelle 85 zeigt die Interventionsgruppe mit einem Mittel-

wert für die Schmerzintensität von 2,96 etwas im Vorteil gegenüber der Kontrollgruppe, die im Mittel einen Wert von 3,30 aufwies. Tabelle 86 stellt die Kennwerte für die Patientinnen dar. Inwieweit dieses Ergebnis aufgrund geringer Stichprobenumfänge (n=6; n=12) repräsentativ sein kann, soll bei der Interpretation des Ergebnisses berücksichtigt werden.

Tabelle 85: Unterschiede der Schmerzintensität. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1. Deskriptive Kennwerte - Gesamtstichprobe.

Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Interventionsgruppe	48	2.96	2.00	.29
Kontrollgruppe	54	3.30	1.84	.25

Tabelle 86: Unterschiede der Schmerzintensität. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1. Deskriptive Kennwerte - Patientinnen.

Behandlungsprog.	N	Mittelwert	Standard-abw.	Standard-fehler des Mittelw.
Interventionsgruppe	6	2.83	1.33	.54
Kontrollgruppe	12	4.33	1.72	.50

Die Alternativhypothese, $H_1: \mu_0 \neq \mu_1$, die besagt, es bestünde ein Unterschied in der Schmerzintensität zwischen den Behandlungsgruppen zum Zeitpunkt t1, muss zu Gunsten der Nullhypothese, $H_0: \mu_0 = \mu_1$ verworfen werden.

c) Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1

Abbildung 52 zeigt eindrucksvoll eine deutliche Schmerzreduktion im Verlauf der Rehabilitationsmaßnahme. Diese Abnahme der subjektiv erlebten Schmerzintensität war in der Interventions- und Kontrollgruppe gleichermaßen zu verzeichnen und stellt sich in beiden Fällen signifikant dar. (Interventionsgruppe: $T=3.321$; $df=47$; $p=0.002$; Kontrollgruppe: $T=5.243$; $df=53$; $p<0.000$).

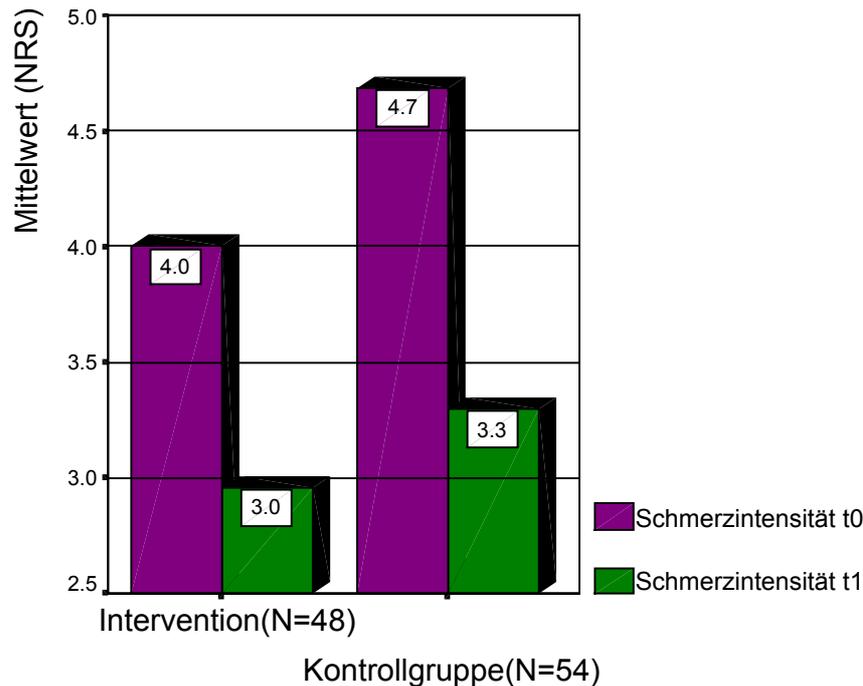


Abbildung 52: Mittelwerte der auf der NRS erfassten Schmerzintensität zu den Zeitpunkten t0 und t1.

Durch den Vergleich der Mittelwertsdifferenzen ($t1 - t0$) konnten wir mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben zeigen, dass keine der beiden Behandlungsgruppen die Schmerzstärke effektiver beeinflussen konnte ($T=-0.851$; $df=100$; $p=0.397$) (Anhang S. 304 / 305).

Bei der Fragestellung nach der Schmerzentwicklung über den Zeitraum von t0 auf t1 kann also die definierte Nullhypothese, $H_0: \mu_{t0} = \mu_{t1}$, verworfen werden und die Alternativhypothese, $H_1: \mu_{t0} \neq \mu_{t1}$, die besagt, der Schmerz verändere sich, angenommen werden. Es stellte sich eine signifikante Reduktion der Schmerzintensität in beiden Behandlungsgruppen ein.

Diskussion

Schmerz wird von der International Association for the Study of Pain (1994, 17) folgendermaßen definiert: „Schmerz ist eine unangenehme sensorische und emotionale Erfahrung, die mit tatsächlichem oder möglichem Gewebeschaden assoziiert ist oder die mit Begriffen eines Gewebeschadens beschrieben wird. Wichtig : Schmerz ist immer subjektiv.“

Der Schmerz wird als ein komplexes mehrdimensionales System angesehen. Die Dimension des klinischen Symptoms Schmerz wird häufig mit dem Begriff „biopsychosozial“ etikettiert.

Für den Patient ist es entscheidend, dass sich sowohl die Intensität der Schmerzen verringert, als auch deren Charakter verändert.

Ziel unserer Erhebungen war es, unabhängig von der jeweiligen Schmerzgenese, das subjektive Schmerzerleben soweit wie möglich messbar zu machen, um Therapieergebnisse zu dokumentieren und zu vergleichen. Da der zur Schmerzauslösung notwendige Reiz individuell variiert und die resultierende Schmerzempfindung multimodal beeinflusst wird, ist es schwierig, eine wirklich befriedigende Methode zur Schmerzmessung zu finden. Als relativ gut „messbare“ Schmerzkategorie kann die Schmerzintensität (Schmerzstärke) gewertet werden, für deren Quantifizierung zahlreiche Skalierungsvarianten existieren. Hierzu gehören verbale (Verbal Rating Scale – VRS), visuelle (Visuelle Analogskala – VAS) und numerische Kategorienskalen (Numeric Rating Scale – NRS).

Im Rahmen unserer Erhebungen erwies sich die NRS als brauchbares und patientengerechtes Verfahren zur Messung der Schmerzintensität. Der Patient musste dabei seine aktuelle, gegenwärtige Schmerzstärke auf einer Skala zwischen 0 (überhaupt kein Schmerz) und 10 (maximal vorstellbarer Schmerz) angeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein intensives Work Hardening-Behandlungsprogramm signifikanten Einfluss auf die Reduktion der Schmerzintensität nehmen kann. Der durchschnittliche Skalen-Wert von 4,00 nahm im Laufe des Behandlungsprogramms auf 2,96 ab, was eine Schmerzreduktion von genau 26% bedeutet. Auch andere internationale Studien konnten zeigen, dass intensive „Work Hardening“- bzw. „Reconditioning“-Programme die Schmerzintensität bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen signifikant reduzieren können (Carpenter & Nelson 1999, 18; Kankaanpää et al. 1999, 1034).

Vergleicht man aber diese vielversprechenden Ergebnisse unserer Interventionsgruppe mit den Ergebnissen unserer Kontrollgruppe, so zeigte sich, dass auch ein traditionelles „Standardbehandlungsprogramm“ mit einer Mischung aus aktiven und passiven Rehabilitationsmaßnahmen die Schmerzintensität

genauso gut, ja sogar geringfügig besser beeinflussen konnte. Der Durchschnittswert auf der NRS betrug in der Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t_0 4,69 (SD=2,02) am Ende der Reha betrug der durchschnittliche Wert auf unserer Schmerzskala nur noch 3,30 (SD=1,84), was einen Rückgang der Schmerzintensität von 29,6 % bedeutet.

Eine Reduktion der Schmerzintensität in einem kurzen Zeitraum von 3 – 4 Wochen konnte also in beiden Behandlungsprogrammen gleichermaßen festgestellt werden, ohne dass dabei eine Behandlungsform wirksamer war.

Inwieweit eines der beiden Behandlungsprogramme auf lange Frist die Schmerzsituation erfolgreicher beeinflussen kann, werden Nachbefragungen und Katamnesefragebögen in Form eines 3-Monats- sowie eines Jahres-Follow-ups zeigen müssen.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die körperliche bzw. sportliche Leistung setzt sich analytisch gesehen aus einer Vielzahl von Komponenten zusammen, die jedoch nicht in ihrer Summe, sondern in der Ganzheit das Verhalten eines Menschen bestimmen. Schmerzen, ganz gleich welcher Art, können dieses Ganze erheblich negativ beeinträchtigen.

Im Rahmen dieser bis heute nur in Ansätzen geklärten komplexen Zusammenhänge beschäftigt sich die vorliegende Studie mit einer die Gesamtleistung des Menschen beeinflussenden Komponente, nämlich dem chronischen unspezifischen Rückenschmerz.

Obwohl der chronische unspezifische Rückenschmerz leistungsphysiologisch, medizinisch und auch volkswirtschaftlich von enormer Bedeutung ist, existieren im Bereich der stationären Rehabilitation der gesetzlichen Rentenversicherung im Unterschied zu skandinavischen und angloamerikanischen Ländern keine multimodalen Behandlungskonzepte, durch die eine effektive Behandlung von Rückenschmerzen bzw. die Wiederherstellung der Leistungs- und Arbeitsfähigkeit möglich scheint.

Mehrere Untersuchungen der letzten 10 - 15 Jahre haben die Wirksamkeit multimodaler Behandlungsprogramme bei chronischen Rückenschmerzen nachweisen können. Diese Programme basieren in erster Linie auf intensiven, körperlich aktivierenden Maßnahmen sowie auf psychotherapeutischen Interventionen und Patientenschulung. Passive Maßnahmen, wie z.B. balneophysikalische Behandlungen oder Massagen, kommen hier nicht zur Anwendung.

Ziel unserer prospektiven randomisierten und kontrollierten Studie war die Evaluation eines multimodalen Work Hardening-Behandlungskonzeptes in der stationären medizinischen Rehabilitation der Rentenversicherung.

Es sollte überprüft werden, ob Work Hardening der derzeit üblichen Rehabilitationsbehandlung bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen überlegen ist.

In der zusammenfassenden Gesamtbetrachtung der Ergebnisse ließen sich zwei übergeordnete Aussagen ableiten:

- i. Sowohl in der Interventionsgruppe, als auch in der Kontrollgruppe haben sich der körperliche Funktions- und Leistungsstatus sowie die Schmerzsituation am Ende der Rehabilitation deutlich und signifikant gebessert.
- ii. Der Rehabilitationserfolg unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen.

Betrachtet man die vergleichende statistische Auswertung zwischen Interventions- und Kontrollgruppe so ergaben sich keine Hinweise für eine bessere Wirksamkeit in einer der beiden Gruppen. Unsere Hypothese einer größeren Wirksamkeit in der Interventionsgruppe findet somit in der durchgeführten Untersuchung keine Unterstützung.

Im Rahmen der Interpretation der Studienergebnisse sind zunächst mögliche methodische Einschränkungen zu diskutieren.

Es könnte sein, dass aus methodischen Gründen ein Unterschied in der Studie nicht gefunden wurde, obwohl er tatsächlich vorhanden ist. Ein solches „falsch negatives“ Ergebnis könnte zum Beispiel durch eine zu geringe Fallzahl oder die Verwendung von nicht ausreichend änderungssensitiven Instrumenten bedingt sein.

Mit einer Stichprobengröße von $N = 126$ lassen sich Wirksamkeitsunterschiede jedoch gut nachweisen, wenngleich mit der geringen Fallzahl bei den Patientinnen ($N= 25$) sicherlich nur bedingt auf eine Grundgesamtheit der Frauen geschlossen werden kann. Die geringe Fallzahl der weiblichen Studienteilnehmer muss deshalb bei der Betrachtung und Interpretation der Ergebnisse stets berücksichtigt werden.

Wenig wahrscheinlich erscheint es jedoch, dass das negative Ergebnis durch die Verwendung von Instrumenten und Testverfahren bedingt ist, die nicht ausreichend änderungssensitiv sind bzw. nicht ausreichend den Testgütekriterien entsprechen. Eine Vielzahl der verwendeten Test- und Assessmentverfahren ist auf die Testgütekriterien überprüft und im Rahmen der Studie sehr gut anwendbar. Außerdem wurde bei der Durchführung der verschiedenen Verfahren auf einen äußerst genauen und standardisierten Ablauf der Testabfolge und Testdarreichung geachtet.

Desweiteren muss erörtert werden, ob das Studiendesign Auswirkungen auf das Ergebnis der Untersuchung haben könnte.

Aufgrund unseres konsequenten Randomisierungsverfahrens, das extern, also außerhalb unserer Klinik, durch den Rehabilitationswissenschaftlichen Forschungsverbund Bayern (RFB) vorgenommen wurde, können wir mit großer Sicherheit statistische Unterschiede in der Zusammensetzung der beiden Gruppen ausschließen. Die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen bei der Aufnahme in die Studie war immer gewährleistet.

Offensichtlich sind somit die fehlenden Wirksamkeitsunterschiede nicht durch methodische Probleme oder durch das Studiendesign zu erklären. Es muss daher diskutiert werden, wieso der gewählte Therapieansatz des Work Hardening in den USA (Mayer et al. 1987; Deardorff et al. 1991; Burk et al. 1994) oder auch in Deutschland im ambulanten Bereich (Hildebrandt et al. 1996) bessere Behandlungsergebnisse bei chronischen Rückenschmerzpatienten erzielt. Besonders die beiden Studien von Mayer et al. 1987 und Hildebrandt et al. 1996 können für einen aussagekräftigen direkten Vergleich nur mit erheblichen Einschränkungen herangezogen werden. Bei diesen Studien war die „return to work“ – Quote der arbeitsunfähigen Patienten eine wichtige Zielgröße. Weitere gravierende Unterschiede zu unserer Untersuchung lagen in der Tatsache, dass die Rehabilitationsmaßnahme ambulant erfolgte und die Rehabilitation nicht von der Rentenversicherung finanziert wurde. Es scheint damit durchaus möglich, dass die besseren Behandlungserfolge in diesen Studien durch Patientenselektion bedingt sind.

Erstaunlich stellt sich auch der Unterschied in der Anzahl der Studienabbrecher dar. Während bei der Göttinger Studie (Hildebrandt et al. 1996) nur ein Patient aufgrund eines Knie Traumas das multimodale Behandlungsprogramm abbrechen musste, lag der Prozentsatz der Studienabbrecher („Drop-outs“) in unserer Studie mit $N = 17$ genau bei 13,5 %.

Bei der Suche nach Ursachen für diese hohe Drop-out-Rate bei unserem Work Hardening-Programm könnte vielleicht das um etwa 5 Jahre höhere Durchschnittsalter in unserer Studienstichprobe eine Rolle spielen. Ein weiterer Grund könnte jedoch auch in einem Implementationsproblem gesehen werden. In der Göttinger Studie, aber auch in den amerikanischen Untersuchungen, wurden die Patienten ausschließlich nach dem Prinzip des Work Hardening – bzw.

functional restoration – Konzeptes behandelt. Alle Patienten befanden sich räumlich in einem abgeschlossenen Therapiezentrum, in dem sie die gleiche Therapie erfuhren. In unserer Rehabilitationsklinik in Bad Füssing, einem Ort, der für seine Bäderlandschaft und Thermen bekannt ist, wurde dieses intensive und umfangreiche Therapiekonzept „Work Hardening“ nur bei den für die Studie rekrutierten Patienten angewandt. Also nur bei einem äußerst geringen Teil der Patienten. Alle anderen Patienten in der Klinik wurden nach einem eher „klassischen“ Rehabilitationskonzept behandelt, mit einem deutlich höheren Anteil an Ruhe- und Freizeiten, die in der Regel gerne für Thermen-, Sauna-, oder Bäderbesuche genutzt wurden. Es existierten also zeitgleich zwei sich deutlich unterscheidende Behandlungskonzepte für Rückenschmerzpatienten. Die Gruppe der Studienpatienten, die im Rahmen ihres Work Hardening – Programms täglich etwa 7 Stunden Training und Therapie zu absolvieren hatten, standen den „normalen“ Patienten gegenüber, die neben ihren durchschnittlich 4 bis 5 Anwendungen am Tag genügend Zeit für Bäder, Sauna oder Freizeit hatten. Diese Situation erschwerte natürlich das Durchhalten und Weitermachen in einem hochintensiven Behandlungsprogramm. Nicht selten war eine kritische Distanz zwischen den Patienten der Interventionsgruppe und den übrigen Patienten zu registrieren. Und nicht selten wurden die Studienpatienten mit ihrem tagesfüllenden Work Hardening – Programm bedauert, bemitleidet oder auch belächelt, mit der Frage, „wie man bloß ein derartiges Programm durchziehen könne“?

Es zeigte sich, dass andere Klinikpatienten, die nicht an der Studie teilnahmen, einen Einfluss ausübten, der die Teilnehmer des Work Hardening – Programms teilweise demotivierte, da die freiwillige Teilnahme an einem derart anstrengenden Programm unter Verzicht auf Massage, Fangobehandlungen und sonstige sogenannte passive Therapiemaßnahmen vielen nicht nachvollziehbar erschien.

In diesem Zusammenhang fiel auf, dass der Standort Bad Füssing, der einen hohen Freizeitwert bietet, der außerdem bekannt und berühmt für seine heilsamen Thermalquellen und den dazugehörigen Therapieansätzen ist, nicht unbedingt einen idealen Ort für die Umsetzung hochintensiver und zeitaufwendiger Work Hardening-Konzepte darstellt.

Schließlich mussten wir auch feststellen, dass ein Großteil unserer Patienten eine Erwartung von Rehabilitation hatten, die nicht dem vorliegenden Behandlungsprogramm entsprach.

Dennoch sind wir überzeugt, und unsere Ergebnisse spiegeln dies auch wider, dass die Behandlung chronischer Rückenschmerzpatienten mit ihrer speziellen Problematik, vor allem durch Beeinträchtigungen im somatischen und psychosozialen Bereich, multimodal und interdisziplinär geplant und durchgeführt werden muss.

Durch weitverbreitete Zurückhaltung in der Behandlung im Sinne einer allgemeinen Aktivierung werden Patienten mit rezidivierenden Rückenschmerzen teilweise in ambulanter monokausaler Therapie (Arzt, Physiotherapeut, Psychotherapeut) eventuell ungewollt chronifiziert und möglicherweise auch deconditioniert.

Durch eine genaue Diagnose und befundorientierte Therapie, die durch einen guten Informationsfluss zwischen Arzt und Therapeuten begünstigt wird, lassen sich akute, wie auch subakute Beschwerden normalerweise schnell korrigieren.

Ungezielte Maßnahmen und Verbote, sich zu bewegen, zu arbeiten oder Sport zu treiben, führen dagegen Patienten mit Rückenbeschwerden häufig an die Chronifizierung heran, die durch die Entwicklung psychosozialer Konsequenzen ein immer größer werdendes Problem darstellt.

Ein Patient mit Rückenschmerzen und dem ärztlichen wie therapeutischen Rat, sich zu schonen, führt im Alltag, besonders bei Arbeitsunfähigkeit, nur die unbedingt notwendigen Bewegungen und Aktivitäten durch und reduziert seine Belastung auf ein Minimum. Abnahme der Leistungsfähigkeit der Muskulatur wie auch der Herz-Kreislauf- und Ausdauerkapazität sind die Folgen. Zudem entsteht eine enorme Verunsicherung des Betroffenen, dem Rücken durch Bewegung zu schaden. Mit Abklingen der Beschwerden und folgender Arbeitsfähigkeit kehrt der Patient geschont und somit geschwächt, besonders bei häufigeren Rezidiven stark verunsichert, an den Arbeitsplatz mit unveränderten Anforderungen zurück.

Um hier neuen Schmerzrezidiven vorzubeugen und die Leistungsfähigkeit im Alltag und am Arbeitsplatz wiederherzustellen, muss nach einer anfänglichen Ruhephase von wenigen Tagen beim akuten Rückenschmerz, beim chronischen Rückenschmerz unverzüglich, mit einer aktiven Therapie begonnen werden.

Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen eines Literatur-Überblicks von Van Tulder et al. (2000, 2784) wider, die sich mit der Wirksamkeit aktiver Therapieansätze (Kräftigung, Ausdauer, Beweglichkeit) bei Rückenschmerzen („exercise therapy“) befasst. Ziel der Studie war es, die Wirksamkeit von „exercise therapy“ bei Rückenschmerzen zu evaluieren, in Hinblick auf die Schmerzintensität, den funktionalen Status, der „return to work“ – Quote und der eingetretenen Gesamtverbesserung. Eine systematische Erfassung und Überprüfung von 39 randomisierten und kontrollierten Studien lieferte zusammenfassend folgende Erkenntnisse: Spezifische Übungsprogramme und aktive Therapieansätze („exercise therapy“) sind beim akuten Rückenschmerz nicht angezeigt und wenig hilfreich.

Beim chronischen Rückenschmerz jedoch zeigt die Durchschau der internationalen Veröffentlichungen ein positives Echo. Aktive Therapieansätze zeigten sich hier hilfreich, um die Alltagstätigkeiten wieder besser verrichten zu können und um wieder schneller arbeitsfähig zu werden.

Um weiter aufzuklären, inwieweit eine Umsetzung des Work Hardening Konzeptes in den normalen Ablauf einer stationären Rehabilitationsklinik der gesetzlichen Rentenversicherung sinnvoll bzw. gerechtfertigt sein kann, könnten weitere Ergebnisse und Erkenntnisse unserer Bad Füssinger Rückenschmerzstudie beitragen. Folgende Fragestellungen stehen hierbei noch im Vordergrund:

- Welche Behandlungseffekte (z.B. Funktionszustand, Wohlbefinden, Schmerz, etc.) werden bei Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen und Work Hardening im Vergleich zu Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen und Standardbehandlung im Follow-up nach drei und 12 Monaten erzielt?
- Welche chronischen Rückenschmerzpatienten profitieren vor allem vom Work Hardening? Gibt es prognostische Kriterien für einen Behandlungserfolg durch Work Hardening?
- Welche direkten und indirekten Kosten entstehen durch das Work Hardening im Vergleich zur Standardbehandlung?
- Wie wird das Work Hardening vom Patienten akzeptiert?
- Welche Barrieren bestehen für eine breite Umsetzung des Work Hardening?

Unseres Erachtens gilt es auch, das in seiner bisherigen Konzeption vorliegende und mit offensichtlich großen Erfolg in den USA angewendete Work Hardening-Modell verstärkt auf der Basis trainingswissenschaftlicher Prinzipien zu durchdenken, zu evaluieren und optimieren. Letztlich kann die moderne Trainingswissenschaft des Sports den medizinisch-therapeutischen Anwendungsmethoden entscheidende Impulse geben.

VERZEICHNIS DER ZITIERTEN LITERATUR

- Alaranta, H., Rytökoski, U., Rissanen, A., Talo, S., Rönnemaa, T., Puukka, P., Karppi, S.L., Videman, T., Kallio, V., Slätis, P. (1994).** Intensive Physical and Psychosocial Training Program for Patients with Chronic Low Back Pain. *Spine* 19/12, 1339 – 1349.
- Andersson, G., Örtengren, R., Nachemson, A. (1977).** Intradiscal pressure, intra-abdominal pressure and myoelectric back muscle activity related to posture and loading. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 129. 156 – 164.
- Andersson, G., Örtengren, R., Nachemson, A. (1978).** Quantitative studies of the load on the back in different working-postures. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 6, 173 – 181.
- AOK-Bundesverband (1996).** Krankheitsartenstatistik 1993. Köln: AOK Bundesverband.
- Balagué, F., Skovron, M., Nordin, M., Dutoit, G., Pol, L., Waldenburger, M. (1995).** Low Back Pain in Schoolchildren. A Study of Familial And Psychological factors. *Spine* 20, 1265 – 1270.
- Basler, H.-D. (1990).** Prävention chronischer Rückenschmerzen. *Der Schmerz*, 4, 1 – 6.
- Basler, H.-D. (1998).** Ist der chronische Rückenschmerz ein psychologisches Problem? In: Pflingsten, M. & Hildebrandt, J. (Hrsg.). *Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma*. Bern Göttingen Toronto Seattle: Verlag Hans Huber, 67 – 79.
- Battie, M.C., Bigos, S.J., Fisher, L.D. (1989).** A prospective Study of the role of cardiovascular risk factors and fitness in industrial back pain complaints. *Spine* 14, 141 – 147.
- Bendix, A.F., Bendix, T., Haestrup, C. (1998).** Can It Be Predicted Which Patients With Chronic Low Back Pain Should Be Offered Tertiary Rehabilitation Program? *Spine* 23/16, 1775 – 1784.
- Bernhardt, M., Banzer, W. (1998).** Beurteilung der klinischen Einsetzbarkeit der Ultraschalltopometrie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. Jahrgang 49, Sonderheft 1.
- Borg, G. (1970).** Percieved exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehab. Med.* 2, 92 – 98.
- Bortz, J. (1984):** Lehrbuch der empirischen Forschung. Springer Verlag, Berlin.

- Bortz, J., Döring, N. (1995).** Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Brühl-Segendorf, C., Obens T. (1997).** Bewegungsanalyse von Rumpf und Wirbelsäule. In: Binkowski H., Hoster M., Nepper H.U. (Hrsg.) (1997). Medizinische Trainingstherapie in der ambulanten orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation. Schriftenreihe Berufskolleg Waldenburg, 162 – 177.
- Burke, S.A., Harms-Constas, C.K., Aden, P.S. (1994).** Return to Work / Work Retention Outcomes of a Functional Restoration Program. Spine 19/17, 1880 – 1886.
- Cady, L.D., Bischoff, D., O`Connell, E. (1979).** Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. Journal of Occupational Medicine 2, 269 – 272.
- Carpenter, D.M., Nelson, B.W.(1999).** Low back strengthening for prevention and treatment of low back pain. Med Sci Sports Exerc, 31/1, 18 – 24.
- Curtis, L., Mayer, T.G., Gatchel, R.J. (1994).** Physical progress and residual impairment quantification after functional restoration. Part III: Isokinetic and isoinertial lifting capacity. Spine 19/4, 401 – 405.
- Dalichau, S., Scheele, K. (1999).** Die Haltungsanalyse der thorakolumbalen Wirbelsäule als Messkriterium bei der Evaluation eines Rückentrainings-programmes in der Primärprävention. Gesundheitssport und Sporttherapie, 15, 140 – 145.
- Deardorff, W., Rubin, H., Scott, D. (1991).** Comprehensive multidisciplinary treatment of chronic pain: a follow – up study of treated and non treated groups. Pain, 45, 35 – 43.
- Deck, R., Zimmermann, M., Kohlmann, T., Raspe, H. (1998).** Rehabilitationsbezogene Erwartungen und Motivation bei Patienten mit unspezifischen Rückenschmerzen. Die Rehabilitation, 37, 140 – 146.
- Denner, A.(1998a).** Analyse und Training der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Denner, A. (1998b).** Wirksamkeit standardisierter muskulärer Aufbauprogramme bei Patienten mit subakuten und chronischen Rückenschmerzen. In: Pflingsten, M. & Hildebrandt, J. (Hrsg.). Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma. Bern Göttingen Toronto Seattle:Verlag Hans Huber, 149 – 162.
- Di Fabio, R.P. (1995).** Efficacy of Comprehensive Rehabilitation Programs and Back School for Patients With Low Back Pain: A Meta-analysis. Phys Ther / Vol 72, 865– 878.
- Dolce, J.J.& Raczynski J.M. (1985).** Neuromuscular activity and electromyography in painful backs: Psychosocial and biomechanical models in assessment and treatment. Psychological Bulletin, 97,502 – 520.

- Edwards, B.C., Zusman, M., Hardcastle, P., Towmey, L., O'Sullivan, P., McLaren, N. (1992).** A physical approach to the rehabilitation of patients disabled by chronic low back pain. *Med. J. of Australia*, Vol.156 Feb.3, 167 – 172.
- Ehlenz, H., Grosser, M., Zimmermann, E. (1998).** *Krafttraining*. 6., erw. Auflage. München, Wien, Zürich. BLV Verlag.
- Engelhardt, M., Neumann, G. (1994).** *Sportmedizin: Grundlagen für alle Sportarten*. München, Wien, Zürich. BLV Verlag.
- Flor, H. & Turk D.C. (1984).** Etiological theories and treatments for chronic back pain. Somatic models and interventions. *Pain* 1984 Jun; 19(2), 105 –21.
- Flor, H. & Turk D.C. (1988).** Chronic back pain and rheumatoid arthritis, predicting pain and disability from cognitive variables. *Journal of Behavioral Medicine* 11 (3), 251 – 265.
- Flor, H. & Birbaumer, N. (1994).** Psychophysiological methods in the assessment and treatment of chronic musculoskeletal pain. In: Carlson, J.G., Seifert, A.R., Birbaumer, N. (eds.) *Clinical applied psychophysiology*. Plenum series in behavioral psychophysiology and medicine. New York: Plenum Press, 171 – 184.
- Foster, C., Avillar, M., Pollock, M., Graves, J., Dudley, G., Woodard, D., Carpenter, D. (1993).** Adaptations in strength and cross-sectional area of the lumbar extensor muscle following resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25.
- Fordyce, F.E. (1976).** *Behavioral methods for chronic pain and illness*. St. Louis: Mosby.
- Fordyce, W.E. (ed.)(1995).** *Back Pain in the Workplace*. Task Force on Pain in the Workplace. International Association for the Study of Pain. Seattle. IASP Press.
- Freiwald, J. (1993).** Die Bedeutung der Gymnastik für die Auf- und Abwärmphase. In: Binkowski, H. & Huber, G. (Hrsg.). *Gymnastik in der Therapie*. Kleine Schriftenreihe des DVGS Band 4, Waldenburg.
- Frisch, H. (1989).** *Programmierte Untersuchung des Bewegungsapparates*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York.
- Gaesser, G.,A., Poole, D.,C. (1988).** Blood lactate during exercise: Time course of training adaptation in humans. *Int. J. Sports Med.* 9,284 – 288.
- Gatchel, R.J., Polatin, P.B., Mayer, T.G. (1995).** The Dominant Role of Psychosocial Risk Factors in the Development of Chronic Low Back Pain Disability. *Spine* 20/24, 2702 – 2709.
- Gomez, T., Beach, G., Cooke, C., Hruday, W., Goyert, P. (1991).** Normative Database for Trunk Range of Motion, Strength, Velocity, and Endurance with the Isostation B-200 Lumbar Dynamometer. *Spine*16/1, 15 – 21.

- Grosser, M., Starischka, S., Zimmermann, E. (2001).** Das neue Konditionstraining. Theorie und Praxis aller Sportarten. München. BLV Verlag, 8. Auflage.
- Hackhausen, W. (2000).** Das Rahmenkonzept des VDR für die stationäre medizinische Rehabilitation. Vortrag auf dem Trägerübergreifenden Fachseminar – Der chronische Schmerzpatient. 11.-13. September 2000. Berus/Saar.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kallinen, M. (1992).** Neuromuscular adaptations and serum hormones in women during short-term intensive strength training. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 64 (2), 106-111.
- Handa, N., Yamamoto, H., Tani, T., Kawakami, T., Takemasa, R. (2000).** The effect of trunk muscle exercises in patients over 40 years of age with chronic low back pain. Journal of Orthopaedic Science Vol.5 / 3, 210 – 216.
- Hasenbring, M., Marienfeld, G., Kuhlendahl D., Soyka, D. (1994).** Risk Factors of Chronicity in Lumbar Disc Patients. Spine 19/24, 2759 - 2765.
- Hasenbring, M. (1996).** Kosten-Nutzen-Analyse in der Schmerztherapie: Beispiel Rückenschmerz. Praxis der klinischen Verhaltensmed. und Rehabilitation, Heft 35, 182 – 185.
- Hazard, R.G., Fenwick, J.W., Kalisch, S.M., Redmond, J., Reeves, V., Reid, S., Frymoyer J.W. (1989).** Functional Restoration With Behavioral Support: A One-Year Prospective Study of Patients With Chronic Low Back Pain. Spine, 14/2, 157 – 161.
- Hazard, R.G., Reeves, V., Fenwick, J.W., Flemming, B.C., Pope, M.H. (1993).** Test-retest variation in lifting capacity and indices of subject effort. Clin. Biomech. 20.
- Hazard, R.G., Haugh, L.D., Green, P.A., Jones, P.L. (1994).** Chronic low back pain: relationship between patient satisfaction and pain impairment, and disability outcomes. Spine, 19, 881 – 887.
- Heck, H., Hess, G., Mader, A. (1985).** Vergleichende Untersuchung zu verschiedenen Laktat-Schwellenkonzepten. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 36/1, 19 – 25.
- Hildebrandt, J., Pflingsten, M., Franz, C., Saur, P., Seeger, D. (1996).** Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) – ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, Teil 1: Der Schmerz 10, 190 – 203.
- Hildebrandt, J. (1998).** Kosten und Nutzen differentieller Therapieprogramme für chronische Rückenschmerzen. In: Pflingsten, M., Hildebrandt, J. (Hrsg.) (1998). Chronischer Rückenschmerz – Wege aus dem Dilemma. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber, 216 – 232.

- Hinrichs, H.U. (1987).** Sporttherapeutisches Lauftraining für Patienten mit Bandscheibenschäden und Wirbelsäulenleiden, Teil 1 und 2 Sporttherapie in Theorie und Praxis 2, 3 – 7.
- Hollmann, W. (1987).** Muskelkraft und Krafttraining aus sportmedizinischer Sicht. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 38 / 10, 405 – 415.
- Hollmann, W., Hettinger, T. (2000).** Sportmedizin: Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Stuttgart, New York. Schattauer 2000.
- Hunter, S.J., Shaha, S., Flint, D., Tracy, D.M. (1998).** Predicting Return To Work. Spine 23/21, 2319 – 2328.
- Hurri, H., Mellin, G., Korhonen, O., Harjula, R., Härkääpää, K., Luoma, J. (1991).** Aerobic Capacity Among Chronic Low-Back-Pain Patients. Journal of Spinal Disorders, Vol. 4. No.1, 34 – 38.
- International Association for the Study of Pain:** Classification of Chronic Pain. Description of Chronic Pain Syndromes and Definitions of Pain Terms. IASP Press, Seattle (1994).
- Jacobson, E. (1961).** Progressive Relaxation. Chicago. The University of Chicago Press. London .
- Jäckel, W.H. (1998).** Epidemiologie der Rückenschmerzen. Rheumatologie / Klinik der Gegenwart. März `98, 11:1 – 11:19.
- Jäckel, W.H., Gerdes, N., Cziske, R., Jakobi, E. (1993).** Epidemiologie rheumatischer Beschwerden in der Bundesrepublik Deutschland. Daten zur Prävalenz und zur körperlichen und psychosozialen Beeinträchtigung. Zeitschr. Rheumatologie 52, 281 – 288.
- Jäckel, W.H., Gerdes, N. (1998).** Medizinische Rehabilitation bei Rückenschmerzen – die Situation in Deutschland. In: Pfingsten, M., Hildebrandt, J. (Hrsg.) (1998). Chronischer Rückenschmerz – Wege aus dem Dilemma. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber, 11 –19.
- Jensen, M., Karoly, P., Braver, S. (1986).** The measurement of clinical pain intensity: A comparison of six methods. Pain 27, 117 – 126.
- Kankaanpää, M., Taimela, S., Airaksinen, O., Hanninen, O. (1999).** The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain. Effect on pain intensity, self-experienced disability, and lumbar fatigability. Spine 24/10, 1034 – 1042.
- Keel, P. (1990).** Chronifizierung von lumbalen Rückenschmerzen. Schweizerische Ärztezeitung 71, 303 – 305.

- Keel, P., Schütz-Petitjean (1996a).** Einleitung. In: Keel, P., Perini, CH. & Schütz-Petitjean, D. (Hrsg.) Chronifizierung von Rückenschmerzen. Basel: EULAR – Verlag, 11 – 30.
- Keel, P., Wittig, R., Diethelm, U., Knüsel, O., Rudolf T., Spring, H.(1996b).** Multizentrisches Interventionsprojekt zur funktionellen Wiederherstellung von Patienten mit lumbalen Rückenschmerzen durch ein integriertes, sportmedizinisch orientiertes Behandlungsprogramm. In: Keel, P., Perini, C., Schütz-Petitjean D.(Hrsg.). Chronifizierung von Rückenschmerzen. EULAR - Basel.
- Klenerman, L., Stanley, I.M., Pennie, B., Reilly, J.P., Atchinson, L.E., Troup, J.D.G., Rose, M.J.(1995).** The Prediction of Chronicity in Patients With an Acute Attack of Low Back Pain in a General Practice Setting. *Spine* 20/4, 478 – 484.
- Kohlmann, T., Nuding B., Raspe, H. (1992).** Funktionsbehinderung, schmerzbezogene Kognitionen und emotionale Beeinträchtigung bei Rückenschmerzen. In: Geissner, E., Jungnitsch, G. (Hrsg.): *Psychologie des Schmerzes*. Psychologie Verlags Union, Weinheim 1992.
- Kohlmann, T. & Raspe, H. (1996).** Der Funktionsfragebogen Hannover zur alltagsnahen Diagnostik der Funktionsbeeinträchtigung durch Rückenschmerzen (FFbH-R). *Die Rehabilitation*, 35, I – VIII.
- Krämer, J. (1994).** Bandscheibenbedingte Erkrankungen. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Kremer, E., Atkinson, I.H., Ignelzi, R. (1981).** Measurement of pain: Patient preference does not confound pain measurement. *Pain* 10, 241 – 248.
- Lagerström, D., Trunz, E. (1997).** IPN – Ausdauerstest. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 13 /3, 68 – 71.
- Lindström, I., Öhlund, C., Eek, C., Wallin, L., Peterson, L-K. , Nachemson, A. (1992).** Mobility, Strength, and Fitness After a Graded Activity Program for Patients with Subacute Low Back Pain. *Spine* 17, 641 – 649.
- Lindström, I., Öhlund, C., Nachemson, A. (1994).** Validity of patient reporting and predictive value of industrial physical work demands. *Spine*, 19, 888 – 893.
- Linton, S.J., Warg, L.E. (1993).** Attributions (beliefs) and job satisfaction associated with back pain in an industrial setting. *Percept Mot Skills*, 76, 51 – 62.
- Lormes, W., Steinacker, J.M., Stauch, M. (1995).** Laktatbestimmung mittels ACCUSPORT und vollenzymatisch-photometrisch bei leistungsdiagnostischem Mehrstufentest und bei Langzeitbelastungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, Jahrgang 46, Nr. 1, 3 – 8.
- Quebec Task Force on Spinal Disorders (1987).** Scientific approach to the assessment and management of activity-related spinal disorders: A monograph for clinicians. *Spine* 12/7, 10 – 53.

- Matheson L.N., Mooney V., Grant J.E., Affleck M., Hall H., Melles T., Lichter R.L., McIntosh G. (1995).** A Test to Measure Lift Capacity of Physically Impaired Adults. Part 1. *Spine* 20/19, 2119 – 2129.
- Matheson L.N., Mooney V., Holmes, D., Leggett, S., Grant J.E., Negri, S., Holmes, B.(1995).** A Test to Measure Lift Capacity of Physically Impaired Adults. Part 2. *Spine* 20/19, 2130 – 2134.
- Mayer, K.C. (2001).** Akuter unkomplizierter Rückenschmerz. Unter: <http://www.neuro24.de/rueckenschmerz.htm>.
- Mayer, T.G., Gatchel, R. J., Mayer, H., Kishino, N.D., Keeley, J., Mooney, V. (1987).** A prospective Two-Year Study of Functional Restoration in Industrial Low Back Injury. *JAMA*, Oct 2, Vol 258, No.13, 1763 – 1767.
- Mayer, T. G., Barnes, D., Kishino, N.D., Nichols, G., Gatchel, R.J., Mayer, H. Mooney, V. (1988).** Progressive Isoinertial Lifting Evaluation. *Spine*, 13, 993 – 997.
- Mayer, T.G. & Gatchel, R.J. (1991).** Functional Restoration for Spinal Disorders: The Sports Medicine Approach. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Mayer, T.G., Polatin, P.B., Gatchel, R.J.(1998).** Functional Restoration and Other Rehabilitation Approaches to Chronic Musculoskeletal Pain Disability Syndromes. *Crit.Rev. in Physical and Rehabilitation Medicine*, 10 (3), 209 – 221.
- Mireau, D. (2000).** The effect of exercise on percentile rank aerobic capacity, pain, and self-rated disability in patients with chronic low back pain: a retrospective chart review. *Arch Phys Med Rehabil* 81 (11), 1457 – 1463.
- Molo-Bettelini, C. (1996).** Prävalenz und Chronifizierungsfaktoren von lumbalen Rückenschmerzen. In: Keel, P., Perini, CH. & Schütz-Petitjean, D. (Hrsg.) *Chronifizierung von Rückenschmerzen*. Basel: EULAR – Verlag, 43 – 51.
- Müller, G. (1998).** Funktionsdiagnostik – eine Voraussetzung zur Therapie? In: Pflingsten, M. & Hildebrandt, J. (Hrsg.). *Chronischer Rückenschmerz. Wege aus dem Dilemma*. Bern Göttingen Toronto Seattle: Verlag Hans Huber, 115 – 145.
- Müller, G., & Hille, E. (1996).** Muskuläre Dysbalancen im Rumpf - Möglichkeiten und Grenzen der klinischen und maschinellen Diagnostik in der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47, Nr.7/8, 431 - 434.
- Mueller-Glamann, M.R. (1999).** Das Rumpfmuskelprofil bei Arbeitnehmern mit sitzender Tätigkeit. Dissertation Universität Düsseldorf.
- Nachemson, A.(1979).** A critical look at the treatment for low back pain. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 11, 143 – 149.
- Nachemson, A. (1985).** Advances in Low Back Pain. *Clin. Orthopaed. and Rel. Res.* 200, 266 – 278.

- Nachemson A.L. (1992).** Newest Knowledge of Low Back Pain. Clinical Orthopaedics and Related Research Nr. 279 June '92, 8 – 20.
- Newton, M. & Waddell, G. (1993).** Trunk strength testing with iso-machines. Part 1: Review of a decade of scientific evidence. Spine, 18, 801 – 811.
- Newton, M., Thow, M., Somerville, D., Henderson, I. & Waddell, G. (1993).** Trunk strength testing with iso-machines. Part 2: Experimental evaluation of the Cybex II Back Testing System in normal subjects and patients with chronic low back pain. Spine, 18, 812 – 824.
- Ochs, S., Froböse, I., Trunz, E., Lagerström, D., Wicharz, J. (1998).** Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven eines neuen Screeningsystems zur Objektivierung des Funktionszustandes der Rumpfmuskulatur (IPN-Back Check). Gesundheitssport und Sporttherapie 14, 144 – 150.
- Oland, G., Tveiten, G. (1990).** A Trial of Modern Rehabilitation for Chronic Low-Back Pain and Disability. Spine 16/4, 457 – 459.
- Parkkola, R., Kujala, U., Rytökoski, U. (1992).** Response of the trunk muscles to training assessed by magnetic resonance imaging and muscle strength. European Journal of Applied Physiology 65. 383 – 387.
- Pfingsten, M. (1998b).** Aktivierende Behandlung – Ergebnisse, Prognostik und Konsequenzen eines Wandels. In: Pfingsten, M., Hildebrandt, J. (Hrsg.) (1998). Chronischer Rückenschmerz – Wege aus dem Dilemma. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber, 185 -202.
- Pfingsten, M., Franz, C., Hildebrandt, J., C., Saur, P., Seeger, D. (1996).** Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) – ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, Teil 3: Der Schmerz 10, 326 – 344.
- Pfingsten, M., Hildebrandt, J., Saur, P., Franz, C., Seeger, D. (1997a).** Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) – ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, Teil 4: Der Schmerz 11, 30 – 41.
- Pfingsten, M., Leibing, E., Franz, C., Bansemer, D., Busch, O., Hildebrandt, J. (1997b).** Erfassung der „fear-avoidance-beliefs“ bei Patienten mit Rückenschmerzen. Schmerz 11, S. 387 – 395.
- Pfingsten, M., Hildebrandt, J. (Hrsg.) (1998a).** Chronischer Rückenschmerz – Wege aus dem Dilemma. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber.
- Pförringer, W. (1992).** Zur gesundheitspolitischen Relevanz des Kreuzschmerzes. Manuelle Medizin, 30, 89 – 90.

- Price, D.B., McGrath, P.H., Rafii, A., Buckingham, B. (1983).** The validation of visual analogue scales as ratio scales measures for chronic and experimental pain. *Pain* 17, 45 – 56.
- Rainville, J., Sobel, J.B., Hartigan, C., Wright, A. (1997).** The Effect of Compensation Involvement on the Reporting of Pain and Disability by Patients Referred for Rehabilitation of Chronic Low Back Pain. *Spine* 22/17, 2016 – 2024.
- Raspe, H., Wasmus, A., Greif, G., Kohlmann, T., Kindel, P., Mahrenholtz, M. (1990).** Rückenschmerzen in Hannover. *Aktuelle Rheumatologie* 15, 32 – 37.
- Raspe, H. & Kohlmann, T. (1993).** Rückenschmerzen – eine Epidemie unserer Tage? *Deutsches Ärzteblatt* 90, 2165 – 2172.
- Reid, S., Hazard, R.G., Fenwick, J.W. (1991).** Isokinetic trunk-strength deficits in people with and without low back pain: a comparative study with consideration of effort. *J.Spinal Disorders* 4, 68 – 72.
- Robert, J.J., Blide, R.W., McWorther, K., Coursey, C. (1995).** The effects of a Work Hardening Program on Cardiovascular Fitness and Muscular Strength. *Spine* 20/10, 1187 – 1193.
- Roese, I., Kohlmann, T., Raspe, H. (1996).** Zur Messung der Funktionskapazität bei Rückenschmerzpatienten in der Rehabilitation: Ein Vergleich standardisierter Fragebögen. *Die Rehabilitation* 2 .
- Saur, P., Hildebrandt, J., Pfingsten, M., Seeger, D. (1996).** Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) – ein multimodales Behandlungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, Teil 2: Der Schmerz 10, 237 – 253
- Schlächter, K. (2001).** Überprüfung der Reliabilität und Validität des isometrischen Testgerätes Back Check an 20 – 30 jährigen Probanden. Diplomarbeit an der Deutschen Sporthochschule Köln, Köln 2001.
- Schönle, C. (1993).** Die Effektivität konservativer Therapien bei chronischen Rückenschmerzen im Spiegel der Literatur. *Gesundh.-Wes.* 55, 227 – 233.
- Schöps, P., Azad, S.C., Beyer, A., Friedle, A.M., Lade, B., Schmitt, H.J., Pfingsten, M. (2000).** Das Münchener Rücken-Intensiv-Programm (MÜRIP). Prospektive Studie zur Evaluation eines ambulanten multimodalen Rehabilitationsprogramms für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*, 10, 120 – 126.
- Schultz, A., Andersson, G., Örtengren, R., Haderspeck, K., Nachemson, A. (1982).** Loads on the lumbar spine. Validation of a biomechanical analysis by measurements of intradiscal pressures and myoelectric signals. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 64, 713 – 720.

- Seeger, D., Koch, D., Heinemann, P., Saur, P., Hildebrandt (1997).** Krankengymnastische Untersuchung im Rahmen ambulanter Rehabilitation von Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Teil I: Diagnostische Befunderhebung, Zeitschr. Krankengymnastik, 49, Nr. 1, 7 – 34.
- Skovron, M.L. (1992).** Epidemiology of low back pain. Baillieres Clin Rheumat. Oct;6 (3), 559 - 73.
- Söllner, W., Doering, S. (1997).** Psychologische Therapieverfahren bei chronischen nicht-radikulären Rückenschmerzen. Der Schmerz 11, 418 – 429: Springer Verlag.
- Spring H., Dvorák J., Dvorák V., Schneider W., Tritschler T., Villinger B. (1997).** Theorie und Praxis der Trainingstherapie. Stuttgart , New York: Thieme Verlag .
- Stevenson, J.M., Andrew, G.M., Bryant, J.T., Greenhorn, D.R.Thomson, J.M. (1989).** Isoinertial Tests to predict lifting performance. Ergonomics 32. 157.
- Teasell, R.W., Harth, M. (1996).** Functional Restoration. Spine 21/7, 844 – 847.
- Thue, L. & Glöck C. (Hrsg.)(1994).** Rehabilitations-Training. Skripten für die Weiterbildung. Kreischa: Klinik Bavaria.
- Turk, D.C., & Rudy T.E. (1988).** A cognitive-behavioral perspective on chronic pain: Beyond the scalpel and syringe. In: Tollison, C.D. (ed.) Handbook of Chronic Pain Management. Baltimore: Williams and Wilkins, 222 – 236.
- Turk, D.C., Okifuji, A. (1998).** Treatment of Chronic Pain Patients: Clinical Outcomes, Cost-Benefits of Multidisciplinary Pain Centers.Crit.Rev.in Physical and Rehabilitation Medicine. 10(2), 181 – 208.
- Van Tulder, M., Malmivaara, A., Esmail, R., Koes, B. (2000).** Exercise Therapy for Low Back Pain: A Systematic Review Within the Framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. Spine 25 / 21, 2784 – 2796.
- Vischer, T.L. (1996).** Einflüsse auf Rückenschmerzen bei Angestellten eines Unternehmens mit Evaluation des Effektes einer präventiven Intervention. . In: Keel, P., Perini, CH. & Schütz-Petitjean, D. (Hrsg.) Chronifizierung von Rückenschmerzen. Basel: EULAR – Verlag.
- Waddell, G. (1987).** A new clinical model for the treatment of low back pain. Spine 12, 632 – 644.
- Waddell, G. (1992).** Biopsychosocial analysis of low back pain. In: Nordin, M., Vischer, T.(eds). Clinical Rheumatology: Common Low Back Pain: Prevention of Chronicity (S. 523 – 557). London: Baillière Tindall.

Westhoff, G. (1993): Handbuch psychosozialer Messinstrumente. Ein Kompendium für epidemiologische und klinische Forschung zu chronischer Krankheit. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, Bern, Toronto, Seattle; 286 – 288.

Wittink, H., Hoskins, M.T., Wagner, A., Sukiennik, A., Rogers, W. (2000). Deconditioning in patients with chronic low back pain: fact or fiction? Spine, 25/17, 2221 – 2228.

Zimmermann, K. (2000). Gesundheitsorientiertes Krafttraining: Theorie-Empirie-Praxisorientierung. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport. Schorndorf, Hofmann, 2000.

Zink, C. (Redaktion)(1990). Psyrembel Klinisches Wörterbuch. Walter de Gruyter, Berlin, New York.

TABELLENVERZEICHNIS:

	Seite:
Tabelle 1: Faktoren mit ungünstigen Einfluss auf den Verlauf von Rückenschmerzen (Keel 1990).	21
Tabelle 2: Rollenverteilung innerhalb des multidisziplinären Teams (in Anlehnung an Basler 1998, 70).	28
Tabelle 3: Einschlusskriterien.	34
Tabelle 4: Ausschlusskriterien.	35
Tabelle 5: Gründe für eine Nichtteilnahme an der Studie.	36
Tabelle 6: Zeitliche Verteilung von Interventionsgruppen und Kontrollgruppen mit Anreisedatum.	38
Tabelle 7: Zusammensetzung des Interventionsprogramms.	39
Tabelle 8: Zusammensetzung des Standardprogramms.	39
Tabelle 9: Therapiewochenplan Work Hardening	40
Tabelle 10: Therapiewochenplan Standardprogramm	49
Tabelle 11: Funktions- und Leistungsdiagnostische Erhebungen.	55
Tabelle 12: Voreinstufung der Herzfrequenz für den IPN-Ausdauerstest.	68
Tabelle 13: Beschreibung der Gesamtstichprobe (n = 126).	78
Tabelle 14: Unterschiede zwischen Studienabbrecher und Studienpatienten in bezug auf ihre soziodemographischen Daten (t0).	83
Tabelle 15: Unterschiede zwischen Studienabbrecher und Studienpatienten in bezug auf ihre Erwartungen an die Rehabilitation (t0).	85
Tabelle 16: Ergebnisse Intervention vs. Kontrollgruppe bei t1 (Männer).	88
Tabelle 17: Ergebnisse Intervention vs. Kontrollgruppe bei t1 (Frauen).	88
Tabelle 18: Signifikanzprüfung der Vorher- Nachher Effekte beim Globaltest (Männer und Frauen).	89
Tabelle 19: Deskriptive Darstellung der Prae- Postergebnisse beim Globaltest.	90
Tabelle 20: Signifikanzprüfung der Vorher- Nachher Effekte beim Bauchmuskeltest (Männer und Frauen).	91
Tabelle 21: Deskriptive Darstellung der Prae- Postergebnisse beim Bauchmuskeltest.	92
Tabelle 22: Signifikanzprüfung der Vorher- Nachher Effekte beim Rückenstreckertest (Männer und Frauen).	93
Tabelle 23: Deskriptive Darstellung der Prae- Postergebnisse beim Rückenstreckertest.	94

Tabelle 24:	Vergleich der Mittelwertsdifferenzen beim Globaltest bei Männer und Frauen.	95
Tabelle 25:	Anzahl der Wiederholungen (Mittelwerte und Standardabweichungen) beim Bauchmuskelttest (Spring 1997) im Vergleich.	100
Tabelle 26:	Vergleich der Mittelwerte (Anzahl der Wiederholungen) und Standardabweichungen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen zum Messzeitpunkt t1 (Männer).	104
Tabelle 27:	Vergleich der Mittelwerte (Anzahl der Wiederholungen) und Standardabweichungen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).	104
Tabelle 28:	Analyse der Vorher-Nachher-Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Männern der Interventionsgruppe.	107
Tabelle 29:	Analyse der Vorher-Nachher-Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Männern der Kontrollgruppe.	107
Tabelle 30:	Analyse der Vorher-Nachher-Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Frauen der Interventionsgruppe.	108
Tabelle 31:	Analyse der Vorher- Nachher- Ergebnisse mittels t-Test für abhängige Stichproben bei den Frauen der Kontrollgruppe.	108
Tabelle 32:	Regenerationsdauer in Abhängigkeit von der Belastungsart (Grosser et al. 2001, 82)	112
Tabelle 33:	Maximale isometrische Kraftleistungen (kg) zum Messzeitpunkt t1 (Männer).	119
Tabelle 34:	Maximale isometrische Kraftleistungen (kg) zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).	119
Tabelle 35:	Deskriptive Statistik der Back Check Ergebnisse bei t0 und t1 (Männer).	120
Tabelle 36:	Deskriptive Statistik der Back Check Ergebnisse bei t0 und t1 (Frauen).	120
Tabelle 37:	Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung mit t – Test bei abhängigen Stichproben (Männer).	121
Tabelle 38:	Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung mit t – Test bei abhängigen Stichproben (Frauen).	121
Tabelle 39:	Back Check - Normwerte (Ochs et al. 1998, 147) für die Rumpfflexion und –extension bei Männern.	124
Tabelle 40:	Back Check Normwerte für die Rumpfflexion und –extension bei Frauen.	125
Tabelle 41:	Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen unterschiedlicher Messparameter (Herzfrequenz, Laktat, Blutdruck systolisch, Blutdruck diastolisch und subjektiven Belastungsempfinden) zum Messzeitpunkt t1. Differenziert nach Männern und Frauen.	128

Tabelle 42:	t - Test für unabhängigen Stichproben. Prüfung auf Geschlechtsunterschiede zum Messzeitpunkt t1.	129
Tabelle 43:	Vergleich von Mittelwerten und Standardabweichungen bei fünf Ausdauer-Messparameter zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1 (männlich).	130
Tabelle 44:	t-Test bei unabhängigen Stichproben, Intervention vs. Kontrollgruppe, zum Messzeitpunkt t1 (männlich).	130
Tabelle 45:	Vergleich von Mittelwerten und Standardabweichungen bei fünf Ausdauer-Messparameter zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1 (weiblich).	131
Tabelle 46:	t-Test für unabhängigen Stichproben, Intervention vs. Kontrollgruppe, zum Messzeitpunkt t1 (weiblich).	131
Tabelle 47:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Laktatanreicherung auf den Belastungsstufen 100 Watt bis 150 Watt, bei t1.	141
Tabelle 48:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Laktatanreicherung auf den Belastungsstufen 175 Watt bis 225 Watt, bei t1.	141
Tabelle 49:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Herzfrequenz auf den Belastungsstufen 100 Watt bis 150 Watt, bei t1.	142
Tabelle 50:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektivem Belastungsempfinden (Borg) und Herzfrequenz auf den Belastungsstufen 175 Watt bis 225 Watt, bei t1.	142
Tabelle 51:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Laktatwert und Pulswert auf den Belastungsstufen 100 Watt bis 150 Watt, bei t1.	143
Tabelle 52:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Laktatwert und Pulswert auf den Belastungsstufen 175 Watt bis 225 Watt.	143
Tabelle 53:	Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Messparameter Laktat, Puls und Borgskala auf den verschiedenen Wattstufen des IPN-Ausdauerests, zum Messzeitpunkt t1. (μ =Mittelwert; s=Standardabweichung).	149
Tabelle 54:	Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Lumbaltest, zum Messzeitpunkt t1 (Männer).	154
Tabelle 55:	Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Lumbaltest, zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).	154
Tabelle 56:	Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Cervikaltest, zum Messzeitpunkt t1 (Männer).	155
Tabelle 57:	Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der drei maßgebenden Messparameter beim Cervikaltest, zum Messzeitpunkt t1 (Frauen).	155

Tabelle 58:	Unterschiede der Messergebnisse zwischen Männern und Frauen bei der maximalen Rumpfflexion, der maximalen Rumpfextension sowie bei der maximalen Seitneigung des Rumpfes nach links und nach rechts.	166
Tabelle 56:	Vergleich Männer – Frauen in der Interventionsgruppe, zu t0 und t1.	171
Tabelle 60:	Vergleich Männer – Frauen in der Kontrollgruppe, zu t0 und t1.	171
Tabelle 61:	Schober-Maß - Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.	172
Tabelle 62:	Schober-Maß - Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	172
Tabelle 63:	Schober-Maß - Unterschied zwischen t0 und t1.	173
Tabelle 64:	Finger-Boden-Abstand. Unterschied zwischen Intervention und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.	174
Tabelle 65:	Finger-Boden-Abstand. Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	175
Tabelle 66:	Finger-Boden-Abstand. Unterschied zwischen t0 und t1 bei der Interventionsgruppe.	175
Tabelle 67:	Finger-Boden-Abstand. Unterschied zwischen t0 und t1 bei der Kontrollgruppe.	175
Tabelle 68:	Straight Leg Raising. Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.	178
Tabelle 69:	Straight Leg Raising. Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	178
Tabelle 70:	SLR links. Unterschied zwischen t0 und t1.	179
Tabelle 71:	SLR rechts. Unterschied zwischen t0 und t1.	179
Tabelle 72:	Body Mass Index. Unterschied zwischen Intervention und Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1.	180
Tabelle 73:	Body Mass Index. Deskriptive Statistik zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	181
Tabelle 74:	Body Mass Index. Unterschied zwischen t0 und t1.	181
Tabelle 75:	Darstellung der Differenzen beim Schobertest in cm von t0 auf t1, für die Interventionsgruppe.	183
Tabelle 76:	Darstellung der Differenzen beim Schobertest in cm von t0 auf t1, für die Kontrollgruppe.	184
Tabelle 77:	Unterschiede der Funktionskapazität zwischen Patienten und Patientinnen zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	186
Tabelle 78:	Überprüfung auf geschlechtsspezifische Unterschiede der Funktionskapazität zu den Zeitpunkten t0 und t1, mit t-Test für unabhängige Stichproben.	186

Tabelle 79:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Funktionskapazität bei t1.	186
Tabelle 80:	Zusammenhang zwischen Schmerzintensität und Funktionskapazität zum Messzeitpunkt t1.	186
Tabelle 81:	Verteilung der FFbH-R Werte der Gesamtstichprobe zu t0 und t1, sowie in zwei weiteren Stichproben von Rückenschmerzpatienten in der stationären Rehabilitation.	190
Tabelle 82:	Verteilung der FFbH-R Werte : Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.	190
Tabelle 83:	Unterschiede der subjektiven Schmerzintensität bei Männer und Frauen zu den Messzeitpunkten t0 und t1. Deskriptive Kennwerte.	192
Tabelle 84:	Ergebnisse eines t-Tests für unabhängige Stichproben, zur Überprüfung der Mittelwertsunterschiede, der Schmerzintensität bei Frauen und Männer zu den Zeitpunkten t0 und t1.	192
Tabelle 85:	Unterschiede der Schmerzintensität. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1. Deskriptive Kennwerte - Gesamtstichprobe.	193
Tabelle 86:	Unterschiede der Schmerzintensität. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Zeitpunkt t1. Deskriptive Kennwerte - Patientinnen.	193

ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

	Seite:
Abbildung 1: Die sportliche Leistung und ihre möglichen Komponenten aus sportpraktischer Sicht (Grosser et al.2001, 8).	10
Abbildung 2: Chronifizierung von Rückenschmerzen: Interaktion von Variablen (Keel & Schütz-Petitjean 1996a,12).	18
Abbildung 3: Dekonditionierungszyklus (Müller 1998, 119).	30
Abbildung 4: Durchführung einer rückengerechten Bewegungsaufgabe in hockender Position.	43
Abbildung 5: Globaltest nach Spring et al. (1997,104).	58
Abbildung 6: Bauchmuskelttest in Anlehnung an Spring et al. (1997,106).	59
Abbildung 7: Test der dorsalen Streckerkette in Anlehnung an Müller & Hille (1996, 434).	60
Abbildung 8: Back Check - Gerät.	64
Abbildung 9: Back Check Messung Flexion und Extension.	65
Abbildung 10: Back Check Messung Lateralflexion.	65
Abbildung 11: IPN-Ausdauerstest am Fahrradergometer, mit zusätzlicher EKG-Erfassung, Laktatbestimmung und Blutdruckmessung auf jeder Belastungsstufe.	67
Abbildung 12: Erfassung dreidimensionaler Ortskoordinaten auf der Basis von Laufzeitmessungen der Ultraschallsignale des Taststifts zu den Richtmikrofonen.	70
Abbildung 13: Setzen eines Referenzpunktes an der Spina iliaca posterior superior (SIPS) rechts mit dem „Pointer Mobility“-Abtaststift.	71
Abbildung 14: Abtastung der Wirbelsäule von cranial nach caudal bei maximal flektierter Rumpfposition.	71
Abbildung 15: Lumbal-Test.	73
Abbildung 16: Cervikal-Test.	73
Abbildung 17: Prozentualer Anteil der Studienabbrecher und der Patienten /-innen, die das Behandlungsprogramm vollständig absolvierten in den beiden Behandlungsprogrammen.	80
Abbildung 18: Drop-out Rate in der Interventionsgruppe (Work Hardening), differenziert zwischen Patienten und Patientinnen.	80
Abbildung 19: Drop-out Rate in der Kontrollgruppe (Standardprogramm), differenziert zwischen Patienten und Patientinnen.	81
Abbildung 20: Vergleich Lebensalter, Studienabbrecher vs. Studienpatienten.	81
Abbildung 21: Beruflichen Stellung (prozentuale Anteile) bei der Gruppe der Abbrecher.	84

Abbildung 22:	Berufliche Stellung (prozentuale Anteile) bei der Gruppe der Nicht-Abbrecher.	84
Abbildung 23:	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Männer beim Globaltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	89
Abbildung 24:	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Frauen beim Globaltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	90
Abbildung 25:	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Männer beim Bauchmuskeltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	91
Abbildung 26:	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Frauen beim Bauchmuskeltest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	92
Abbildung 27:	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Männer beim Rückenstreckertest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	93
Abbildung 28:	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Frauen beim Rückenstreckertest zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	94
Abbildung 29:	Graphische Darstellung der Wiederholungszahlen (Normwerte) beim Globaltest (Spring et al. 1997).	98
Abbildung 30:	Graphische Darstellung der von Spring ermittelten Normwerte für den Bauchmuskeltest.	99
Abbildung 31:	Darstellung der durchschnittlichen Wiederholungszahlen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen, zu den beiden Messzeitpunkten t0 und t1 bei den Männern.	56
Abbildung 32:	Darstellung der durchschnittliche Wiederholungszahlen an den verschiedenen Krafttrainingsmaschinen, zu den beiden Messzeitpunkten t0 und t1 bei den Frauen.	106
Abbildung 33:	Entwicklung der Herzfrequenz von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.	133
Abbildung 34:	Entwicklung der Laktatwerte von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.	134
Abbildung 35:	Entwicklung des systolischen Blutdrucks von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.	135
Abbildung 36:	Entwicklung des diastolischen Blutdrucks von t0 auf t1, gemessen auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.	136
Abbildung 37:	Entwicklung des subjektiven Belastungsempfinden von t0 auf t1, gemessen mit Hilfe der Borgskala, jeweils auf der letzten Belastungsstufe von t0 und der dazugehörigen Belastungsstufe von t1. Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe.	137
Abbildung 38:	Prozentuale Anteile der zusätzlich erzielten Wattstufen bei t1 gegenüber t0 in der Interventionsgruppe (Work Hardening).	138

Abbildung 39:	Prozentuale Anteile der zusätzlich erzielten Wattstufen bei t1 gegenüber t0 in der Kontrollgruppe.	139
Abbildung 40:	Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Gesamtgewicht kg) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Männer.	157
Abbildung 41:	Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Arbeit Nm) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Männer.	157
Abbildung 42:	Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Gesamtgewicht kg) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Frauen.	158
Abbildung 43:	Unterschiede der Mittelwertsdifferenzen (Arbeit Nm) von t0 auf t1 beim Cervikaltest der Frauen.	159
Abbildung 44:	Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Lumbaltest der Interventionsgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	160
Abbildung 45:	Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Lumbaltest der Kontrollgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	160
Abbildung 46:	Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Cervikaltest der Interventionsgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	161
Abbildung 47:	Prozentuale Verteilung der Abbruchkriterien beim Cervikaltest der Kontrollgruppe zu den Messzeitpunkten t0 und t1.	161
Abbildung 48:	Graphische Darstellung der Veränderungen der Schober-Maß-Werte von t0 auf t1 in der Interventions- bzw. Kontrollgruppe.	173
Abbildung 49:	Graphische Darstellung der Veränderungen des Finger-Boden-Abstand von t0 auf t1 in der Interventions- bzw. Kontrollgruppe.	176
Abbildung 50:	Graphische Darstellung der Veränderungen des Body Mass Index von t0 auf t1 in der Interventions- bzw. Kontrollgruppe.	181
Abbildung 51:	Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Schmerzintensität und Funktionskapazität zum Zeitpunkt t1.	188
Abbildung 52:	Mittelwerte, der auf der NRS erfassten Schmerzintensität, zu den Zeitpunkten t0 und t1.	194

ANHANG

ANHANG I

Trainingspläne in der medizinischen Trainingstherapie:
Work Hardening – Trainingsplan Medizinischen Trainingstherapie
Standardprogramm – Trainingsplan Medizinische Trainingstherapie
Hebe- und Arbeitstraining – 3 Wochenplan

ANHANG II

Dokumentationsbögen der Funktions- und Leistungsdiagnostischen Testung

ANHANG III

Patientenfragebögen:

„Soziodemographische Merkmale“ (Deck 1997)
„Funktionsfragebogen Hannover – FFbH-R“ (Kohlmann & Raspe 1996)
„Rehabilitationsbezogene Erwartungen“ (Deck 1998)

ANHANG IV

Sonstige Dokumente:

Patientenanschreiben
Borgskala
Numerische Rating Skala

ANHANG V

Statistische Datenauswertungen – SPSS Auszüge

ANHANG I

Trainingspläne in der Medizinischen Trainingstherapie:
Work Hardening (Gesplitteter Trainingsplan Mo, Mi, Fr und Di, Do)
Standardprogramm

Wochenplan für das Arbeits-, Bewegungs- und Hebetraing (Work Hardening - WH)

MTT - Trainingsplan

Montag - Mittwoch - Freitag

Name: _____ Geb.-datum: _____
 Therapeut: _____ Stat. / Zi.Nr.: _____

KRÄFTIGUNGSÜBUNGEN

Nr. 5 Butterfly rev.	Nr. 6 Dips	Nr.1.1 Seilzug	Nr. 1.2. Seilzug
Bauchmuskel (dyn.)	Rückenstr. (dyn.)	Gesäßm.-üb.	

DEHNUNGSÜBUNGEN

Hintere Oberschenkelm.	Vordere Oberschenkelm.	Wadenmuskulatur
Hüftbeugemuskulatur	Brustmuskulatur	Nackenmuskulatur

Jede Dehnungsübung 5 - 6 mal 10 sek. in statischer Ausführung

Individuelles Aufwärmen

Fahrradergometer	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Geschwindigkeit (RPM)			
Leistung (Watt)			
Dauer (min.)	15 - 20 min.	15 - 20 min.	15 - 20 min.

THF =

Tr.-Watt =

Anmerkung: Sattelhöhe: Löcher sichtbar

Gerät Nr. 5	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 6	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 1.1	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 1.2	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: li/re - Pause - li/re - Pause - li/re - Pause - li/re

Bauchm.-üb. (dyn.)	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung	dynamisch	dynamisch	dynamisch
Wiederholung			
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Rückenstr.-üb. (dyn.)	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung	dynamisch	dynamisch	dynamisch
Wiederholung			
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

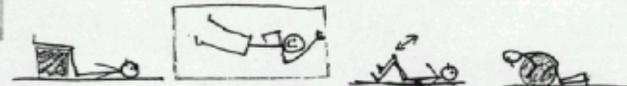
Anmerkung: _____

Gesäßmuskulüb.	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung	dynamisch	dynamisch	dynamisch
Wiederholung			
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: li/re - Pause - li/re - Pause - li/re - Pause - li/re

Dehn- und 1. Stufenlagerung 2. "Sichel" 3. "Scheibenwischer" 4. Pezzi

Entspannungs-
Lagerung:



Mo
Mi
Fr

MTT - Trainingsplan

Dienstag - Donnerstag

Name: _____ Stat. / Zi.Nr.: _____

KRÄFTIGUNGSÜBUNGEN

Nr. 4 Rudergerät	Nr. 7 Pull-Down	Nr. 8 Leg Press	Nr. 9 Hüftstrecker
			
Bauchmuskel (isom.)	Rückenstr. (isom.)	"Globalübung"	
			

DEHNUNGSÜBUNGEN

Hintere Oberschenkelm.	Vordere Oberschenkelm.	Wadenmuskulatur
		
Hüftbeugemuskulatur	Brustmuskulatur	Nackermuskulatur
		

Jede Dehnungsübung 5 - 6 mal 10 sek. in statischer Ausführung

Individuelles Aufwärmen

Fahrradergometer	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Geschwindigkeit (RPM)			
Leistung (Watt)			
Dauer (min.)	15 - 20 min.	15 - 20 min.	15 - 20 min.

THF =

Tr.-Watt =

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 4	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 7	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 8	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr. 9	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	25	20
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: li/re - Pause - li/re - Pause - li/re - Pause - li/re

Bauchm.-üb. (isom.)	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung	isometrisch	isometrisch	isometrisch
Wiederholung			
Pause	10 - 15 sek.	10 - 15 sek.	10 - 15 sek.
Sätze			

... Sek. mit der re. Hand gegen das li. Knie drückt dann umgekehrt. Danach Pause!

Anmerkung: li/re - Pause - li/re - Pause - li/re - Pause - li/re

Rückenstr.-üb. (isom.)	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung	isometrisch	isometrisch	isometrisch
Wiederholung			
Pause	10 - 15 sek.	10 - 15 sek.	10 - 15 sek.
Sätze			

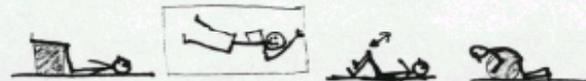
Anmerkung: Den re. Arm u. gleichzeitig das li. Bein anheben, dabei ... Sek. Die Spannung halten, dann Den li. Arm u. gleichzeitig das re. Bein anheben, dabei ... Sek. Die Spannung halten, dann Pause!

"Globalübung"	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung			
Pause (min.)	1 - 2 min.	1 - 2 min.	1 - 2 min.
Sätze	4	4	4

Anmerkung: _____

Dehn- und Entspannungs-Lagerung: 1. Stufenlagerung 2. "Sichel" 3. "Scheibenwischer" 4. Pezzi

Lagerung: ...



Di

Do

Trainingsplan

MTT

Medizinische Trainingstherapie



LVA Rheumaklinik
- Sporttherapie -
Waldstr. 12; 94072 Bad Füssing
Tel: 08531 / 959 - 484

Name: _____ Geb.-Datum: _____

Therapeut: _____ Stat. / Zi.Nr.: _____

Diagnose: _____

Anmerkung: Kontrollgruppe / Standardprogramm

Nr. 4 Rudergerät	Nr. 5 Butterfly reverse	Nr. 7 Pull-Down
Nr. 8 Leg Press	Nr. 1 Seilzugübung	Bauchmuskelübung

Fahrradergometer	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Geschwindigkeit (RPM)			
Leistung (Watt)			
Dauer (min.)	10 - 15 min	10 - 15 min	10 - 15 min

Anmerkung: _____

Gerät Nr.4	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	20	20
Pause (min.)	1	1	1
Sätze	3	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr.5	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	20	20
Pause (min.)	1	1	1
Sätze	3	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr.7	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	20	20
Pause (min.)	1	1	1
Sätze	3	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr.8	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	20	20
Pause (min.)	1	1	1
Sätze	3	4	4

Anmerkung: _____

Gerät Nr.1	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung			
Wiederholung	20	20	20
Pause (min.)	1	1	1
Sätze	3	4	4

Anmerkung: _____

Bauchmuskelübung	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Belastung	dynamisch	dynamisch	dynamisch
Wiederholung			
Pause (min.)	1	1	1
Sätze			

Anmerkung: _____

Wochenplan für das Arbeits-, Bewegungs- und Hebetraining (Work Hardening - WH)
Parallel zu den festgelegten Inhalten werden berufsspezifische und individuelle Bewegungsaufträge gegeben!

	MONTAG	DIENSTAG	MITTWOCH	DONNERSTAG	FREITAG
1. Woche	<p>-Einführung -Ziele und Inhalte des WH -Funkt. Anatomie / Pathol. -Grundlagen Sitzen -Vorübungen zum richtigen Sitzen -Sitzalternativen vorstellen und thematisieren -Hinweise zu Hilfsmitteln</p>	<p>-Wiederholung Grundlagen Sitzen -Umsetzen der Inhalte - Schreibtisch - Sitzen am Regal - Wäsche aufhängen im Sitzen</p>	<p>-Grundlagen Heben, Tragen, Bücken -Thematisieren verschied. Sit. in Alltag u. Beruf -Erstes Einüben -Squat ! -Hilfsmittel, Erleichterung-</p>	<p>-Grundlagen Heb., Trag., Bück. wiederholen -Umsetzen der Inhalte - Tragen von Koffer - Tragen und Heben von Sprudelkästen (Regal) - Spielerisch – Schwungtuch Squats</p>	<p>Grundlagen Stehen und Überkopparbeiten -Thematisieren der Inhalte -Erstes Einüben - Klötzchen aufbauen - Wäsche aufhängen - Schraub Brett - Stand auf Kreisel -Entlastungshaltungen beim Stehen bzw. Überkopparbeiten</p>
2. Woche	<p>Stand und Überkopf-arbeit Umsetzen und Wiedh. der Inhalte: -Einüben, Automatisieren -Schwungtuch -Kombinationen Bücken- Heben - Überkopf</p>	<p>-Grundlagen Ziehen – Schieben -Umsetzen der Inhalte -Wagen mit Gewicht ziehen und Schieben -Grundlagen Knien, Hocken -Umsetzen der Inhalte - Bett / Liegen</p>	<p>-Konditionierungszirkel Verschiedene Stationen: - Wäsche aufhängen - Schraub Brett - Eimer tragen - Regal ein- u. ausräumen - Schreibtischarbeit - Ziehen - Schieben Jeweils 5 min. Belastung u. 2 min. Pause (aktiv)</p>	<p>-Thematisierung „Sport und Rückenbeschwerden“ - Hinweise zu Heimtrainingsprogramm - Therabandübungen</p>	<p>-Konditionierungszirkel Verschiedene Stationen: - Wäsche aufhängen - Schraub Brett - Eimer tragen - Regal ein- u. ausräumen - Schreibtischarbeit - Ziehen - Schieben Wie Mittwochs aber mit Gewichtssteigerung</p>
3. Woche	<p>Konditionszirkel mit leichter Steigerung von Last, Dauer, Tempo</p>	<p>Konditionszirkel mit leichter Steigerung von Last, Dauer, Tempo</p>	<p>Konditionszirkel mit leichter Steigerung von Last, Dauer, Tempo Video Rückenschule/ADL</p>	<p>Konditionszirkel mit leichter Steigerung von Last, Dauer, Tempo Rückenschulregeln</p>	<p>-Abschlussstunde -Hinweise zu Heimtrainingsprogramm -Resümé des „Kurses“ -Gespräch, Kritik und Verbesserungsvorschläge von Patientenseite</p>

ANHANG II

Dokumentationsbögen der Funktions- und Leistungsdiagnostischen Testung

Dokumentationsbogen Rumpfmuskulatur

Code / Name:.....

Gruppe: Intervention / Standard

EINGANGSTEST

Messung Reha-Beginn: Datum:.....	Globaltest Dynam. Krafttest	Bauchmuskelüb. Dynam. Krafttest	Rückenstrecker Dynam. Krafttest
Metronom	60 Schläge / min	60 Schläge / min	40 auf jeden 2. Schlag
Peilstabhöhe (cm):	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	
Anzahl korrekt ausgef. Wdh.:			

RETEST

Messung Reha-Ende: Datum:.....	Globaltest Dynam. Krafttest	Bauchmuskelüb. Dynam. Krafttest	Rückenstrecker Dynam. Krafttest
Metronom	60 Schläge / min	60 Schläge / min	40 auf jeden 2. Schlag
Peilstabhöhe (cm):	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	
Anzahl korrekt ausgef. Wdh.:			

Testabbruch bei: a) Auftreten starker Schmerzen b) auftretender unrhy. und unkoord. Ausführung
 c) Auftreten von Ausweich- und Trickbewegungen d) Ermüdung / Erschöpfung

Kommentar zum Test (Rückseite)

Messung Reha-Beginn:

	Globaltest	Bauchmuskelüb.	Rückenstrecker
Kommentar:			
Doku:			
Abruchkriterium:			

Messung Reha-Ende:

	Globaltest	Bauchmuskelüb.	Rückenstrecker
Kommentar:			
Doku:			
Abruchkriterium:			

Dokumentationsbogen Auxotonische Trainingsgeräte

Code Name:.....

Gruppe: Intervention / Standard

EINGANGSTEST

Messung Reha-Beginn:	Leg - Press	Pull - Down	Hüftstrecker	Butterfly rev.	Dips
Datum:.....			links / rechts		
Metronom:	40 Schläge / Min.				
Testgewicht (kg):	54 kg / 72 kg	30kg / 40kg	4kg / 6kg	7,5kg / 17,5kg	20kg / 50kg
Anzahl d. korrekt ausgeführten Wdh.			/		

RETEST

Messung Reha-Ende:	Leg - Press	Pull - Down	Hüftstrecker	Butterfly rev.	Dips
Datum:.....			links / rechts		
Metronom:	40 Schläge / Min.				
Testgewicht (kg):	54kg / 72kg	30kg / 40kg	4kg / 6kg	7,5kg / 17,5kg	20kg / 50kg
Anzahl d. korrekt ausgeführten Wdh.			/		

Testabbruch bei: a) Auftreten starker Schmerzen b) auftretender unrhythmischer und unkoord. Ausführung c) Auftreten von Ausweich- und Trickbewegungen
 d) Ermüdung / Erschöpfung

Kommentar zum Test (Rückseite)

Messung Reha-Beginn:

	Leg-Press	Pull-Down	Hüftstrecker	Butterfly rev.	Dips
Kommentar	Schulterstützen:.....	Sitzhöhe: 7	Winkel Hebelarm: 6	Sitzhöhe: 5	Sitzhöhe: 6
Geräte - einstellung	Abstand Schlitten:.....	Ziehen bis Kinnhöhe !	Gegengewicht unten		Hubhöhe:.....
	Neigung Schlitten: 5	Griffhaltung: eng	Auflage waagrecht		
	Fußhöhe:.....		Rolle:		
	Neigung Fußplatte:..7.....		Hubhöhe:.....		
Abruchkriterium					

Messung Reha-Ende:

	Leg-Press	Pull-Down	Hüftstrecker	Butterfly rev.	Dips
Kommentar					
Abruchkriterium:					

Test maximale isometrische Rumpfkraft (Back Check)

Code / Name: _____

Eingangstest: Datum: _____		
Flexion - Extension		
Polsterposition:	Vertikal	Horizontal
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		

Max. Kraft Flexion:.....N

Max. Kraft Extension:.....N

Kraftverh. Flex. : Exten.%

Lateralflexion links - rechts		
Polsterposition:	Vertikal	Horizontal
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		

Max. Kraft Lat.-flex. Li.:.....N

Max. Kraft Lat.-flex. Re.:.....N

Retest: Datum: _____		
Flexion - Extension		
Polsterposition:	Vertikal	Horizontal
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		

Max. Kraft Flexion:.....N

Max. Kraft Extension:.....N

Kraftverh. Flex. : Exten. %

Lateralflexion links - rechts		
Polsterposition:	Vertikal	Horizontal
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		

Max. Kraft Lateralflex. Li.....N

Max. Kraft Lat.-flex. Re.:.....N

Dokumentationsbogen - Ausdauerstest

Name:..... Gruppe: Intervention / Standard
 Alter (LA):.....
 Gewicht:.....
 Fitnesszustand: -Untrainiert: -Mäßig trainiert: -Gut trainiert:
 Ruheherzfrequenz (RHF):.....
 Voreinstufung Hf-obergrenze:.....
 Erreichte Watt / Gewicht =.....
 "Bel.-faktor - X":..... Formel: THF=RHF+ (220 - LA) - RHF x X

Ausdauerstest Reha-Beginn / Datum:.....

	Herzfr.	Laktat	RR	Borg
	min/1	mmol / l	mmHg	
Ruhe				
1. Stufe - 25 Watt				
2. Stufe - 50 Watt				
3. Stufe - 75 Watt				
4. Stufe - 100 Watt				
5. Stufe - 125 Watt				
6. Stufe - 150 Watt				
7. Stufe - 175 Watt				
8. Stufe - 200 Watt				
Erholung n. 1 min.				
Erholung n. 2 min.				

Ausdauerstest Reha-Ende / Datum:.....

	Herzfr.	Laktat	RR	Borg
	min/1	mmol / l	mmHg	
Ruhe				
1. Stufe - 25 Watt				
2. Stufe - 50 Watt				
3. Stufe - 75 Watt				
4. Stufe - 100 Watt				
5. Stufe - 125 Watt				
6. Stufe - 150 Watt				
7. Stufe - 175 Watt				
8. Stufe - 200 Watt				
Erholung n. 1 min.				
Erholung n. 2 min.				

Kommentar zum Test (Rückseite)

Ausdauerterest Reha-Beginn:

Kommentar / Ergometereinstellung (Sattelhöhe, Lenker, ...)

A large, empty rectangular box with a black border, intended for handwritten or typed notes, comments, or ergometer settings related to the start of the endurance test.

Ausdauerterest Reha-Ende:

Kommentar:

A large, empty rectangular box with a black border, intended for handwritten or typed notes or comments related to the end of the endurance test.

PILE HEBETEST - EINGANGSTEST

Code / Name: _____ Datum: _____

Gewicht: _____ Alter: _____

Herzfrequenzvorgabe (Target Heart Rates 85%): _____

Lumbaltest:

Maximalgewicht, das am Ende gehoben wurde:

Gesamtzeit für den Test bis zum Abbruch:

Herzfrequenz, die beim Abbruch erreicht wurde:

Arbeit = Kraft x Weg

Leistung = Arbeit / Zeit

Cervikaltest:

Maximalgewicht, das am Ende gehoben wurde:

Gesamtzeit für den Test bis zum Abbruch:

Herzfrequenz, die beim Abbruch erreicht wurde:

Arbeit = Kraft x Weg

Leistung = Arbeit / Zeit

Abbruchkriterium: (Zutreffendes Abbruchkriterium bitte ankreuzen!)

Psychophysical end-point (Ermüdung, Erschöpfung, Schmerzen)

lumbal	cerv.

Aerobic end-point (Target Heart Rate 85 %)

--	--

Safety end-point (Hebengewicht > 50% des eigenen Körpergewichts)

--	--

(Rückseite)

PILE HEBETEST - RETEST

Datum: _____

Lumbaltest:

Maximalgewicht, das am Ende gehoben wurde:

kg=

Gesamtzeit für den Test bis zum Abbruch:

Zeit=

Herzfrequenz, die beim Abbruch erreicht wurde:

Puls=

Arbeit = Kraft x Weg

Nm=

Leistung = Arbeit / Zeit

W=

Cervikaltest:

Maximalgewicht, das am Ende gehoben wurde:

kg=

Gesamtzeit für den Test bis zum Abbruch:

Zeit=

Herzfrequenz, die beim Abbruch erreicht wurde:

Puls=

Arbeit = Kraft x Weg

Nm=

Leistung = Arbeit / Zeit

W=

Abbruchkriterium:(Zutreffendes Abbruchkriterium ankreuzen!)

Psychophysical end-point (Ermüdung, Erschöpfung, Schmerzen)

lumbal cerv.

Aerobic end-point (Puls > IPN - Voreinstufung)

Safety end-point (Hebengewicht > 50% des eigenen Körpergewichts)

ANHANG III

Patientenfragebögen

„Soziodemographische Merkmale“ (Deck 1997)

Soziodemographische Merkmale

Sind Sie <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Welche Staatsangehörigkeit haben Sie? <input type="checkbox"/> Deutsch <input type="checkbox"/> Nicht-deutsch
Wann sind Sie geboren? □□ Monat □□□□ Jahr
Wie ist Ihr Familienstand? <input type="checkbox"/> ledig <input type="checkbox"/> verheiratet <input type="checkbox"/> geschieden / getrennt lebend <input type="checkbox"/> verwitwet
Leben Sie mit einem festen Partner zusammen? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
Wieviele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst eingeschlossen? Insgesamt □□ Personen
Wieviele davon sind 18 Jahre oder älter? □□ Personen
Welchen höchsten Schulabschluß haben Sie? <input type="checkbox"/> Hauptschule / Volksschule <input type="checkbox"/> Realschule / Mittlere Reife <input type="checkbox"/> Polytechnische Oberschule <input type="checkbox"/> Fachhochschulreife <input type="checkbox"/> Abitur / allgemeine Hochschulreife <input type="checkbox"/> anderen Schulabschluß <input type="checkbox"/> keinen Schulabschluß
Welche Berufsausbildung haben Sie abgeschlossen? <input type="checkbox"/> Lehre (berufliche-betriebliche Ausbildung) <input type="checkbox"/> Fachschule (Meister-, Technikerschule, Berufs- Fachakademie) <input type="checkbox"/> Fachhochschule, Ingenieurschule <input type="checkbox"/> Universität, Hochschule <input type="checkbox"/> andere Berufsausbildung <input type="checkbox"/> keine Berufsausbildung

<p>Sind Sie zur Zeit erwerbstätig?</p> <p><input type="checkbox"/> ja, ganztags</p> <p><input type="checkbox"/> ja, mindestens halbtags</p> <p><input type="checkbox"/> ja, weniger als halbtags</p> <p><input type="checkbox"/> nein, Hausfrau / Hausmann</p> <p><input type="checkbox"/> nein, in Ausbildung</p> <p><input type="checkbox"/> nein, arbeitslos / erwerbslos</p> <p><input type="checkbox"/> nein, Erwerbs-,Berufsunfähigkeitsrente</p> <p><input type="checkbox"/> nein, Altersrente</p> <p><input type="checkbox"/> nein, anderes</p>	
<p>In welcher beruflichen Stellung sind Sie hauptsächlich derzeit beschäftigt bzw. (falls nicht mehr berufstätig) waren Sie zuletzt beschäftigt? *</p> <p><input type="checkbox"/> Arbeiter</p> <p><input type="checkbox"/> Angestellter</p> <p><input type="checkbox"/> Beamter</p> <p><input type="checkbox"/> Selbständiger</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges</p>	
<p>Wie hoch ist das monatliche Nettoeinkommen Ihres Haushaltes insgesamt? DIE SUMME AUS LOHN / GEHALT / EINKOMMEN USW., JEWEILS NACH ABZUG DER STEUERN UND SOZIALABGABEN</p> <p><input type="checkbox"/> bis unter 1.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 1.000 bis unter 2.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 2.000 bis unter 3.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 3.000 bis unter 4.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 4.000 bis unter 5.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 5.000 bis unter 6.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 6.000 bis unter 7.000 DM</p> <p><input type="checkbox"/> 7.000 DM und mehr</p>	

*Minimalabfrage zur Berufsklassifizierung, zusammen mit Schulbildung, Berufsbildung und Einkommen

Alternative, erweiterte Abfrage der Berufsklassifizierung

In welcher beruflichen Stellung sind Sie hauptsächlich derzeit beschäftigt bzw. (falls nicht mehr berufstätig) waren Sie zuletzt beschäftigt?

ARBEITER

- un- oder angelernter Arbeiter
- gelernter Arbeiter, Facharbeiter
- Vorarbeiter, Kolonnenführer, Meister, Polier, Brigadier

ANGESTELLTER

- Angestellter mit einfacher Tätigkeit (z.B. Verkäufer, Kontorist)
- Angestellter mit schwieriger Tätigkeit (z.B. Sachbearbeiter, Buchhalter)
- Angestellter mit leitender Tätigkeit (z.B. wiss. Angestellter, Abteilungsleiter)
- Angestellter mit umfassender Tätigkeit (z.B. Direktor, Geschäftsführer)

BEAMTER

- Beamter im einfachen Dienst
- Beamter im mittleren Dienst
- Beamter im gehobenen
- Beamter im höheren Dienst

SELBSTÄNDIGER

- Selbständiger Landwirt / Genossenschaftsbauer
- Akademiker in freiem Beruf (z.B. Arzt, Rechtsanwalt, Steuerberater)
- Selbständig im Handel, Gewerbe, Handwerk, Industrie, Dienstleistung
- mithelfender Familienangehöriger

SONSTIGES

- z.B. Auszubildender, Wehrpflichtiger, Praktikant

„Funktionsfragebogen Hannover – FFbH-R“ (Kohlmann & Raspe 1996)

Alltagstätigkeiten

In den folgenden Fragen geht es um Tätigkeiten aus dem täglichen Leben.

Bitte beantworten Sie jede Frage so, wie es für Sie **im Moment** (wir meinen in Bezug auf die letzten 7 Tage) zutrifft.

Sie haben **drei** Antwortmöglichkeiten:

- [1] Ja d.h. Sie können die Tätigkeit ohne Schwierigkeiten ausführen.
- [2] Ja, aber mit Mühe d.h. Sie haben dabei Schwierigkeiten, z.B. Schmerzen, es dauert länger als früher, oder Sie müssen sich dabei abstützen.
- [3] Nein oder nur mit fremder Hilfe d.h. Sie können es gar nicht oder nur, wenn eine andere Person Ihnen dabei hilft.

	Ja	Ja, aber mit Mühe	Nein oder nur mit fremder Hilfe
Können Sie sich strecken, um z.B. ein Buch von einem hohen Schrank oder Regal zu holen ?	[1]	[2]	[3]
Können Sie einen mindestens 10 kg schweren Gegenstand (z.B. vollen Wassereimer oder Koffer) hochheben und 10 Meter weit tragen ?	[1]	[2]	[3]
Können Sie sich von Kopf bis Fuß waschen und abtrocknen ?.....	[1]	[2]	[3]
Können Sie sich bücken und einen leichten Gegenstand (z.B. Geldstück oder zerknülltes Papier) vom Fußboden aufheben ?	[1]	[2]	[3]
Können Sie sich über einem Waschbecken die Haare waschen ? .	[1]	[2]	[3]
Können Sie 1 Stunde auf einem ungepolsterten Stuhl sitzen ?.....	[1]	[2]	[3]
Können Sie 30 Minuten ohne Unterbrechung stehen (z.B. in einer Warteschlange) ?	[1]	[2]	[3]
Können Sie sich im Bett aus der Rückenlage aufsetzen ?.....	[1]	[2]	[3]
Können Sie Strümpfe an- und ausziehen ?.....	[1]	[2]	[3]
Können Sie im Sitzen einen kleinen heruntergefallenen Gegenstand (z.B. eine Münze) neben Ihrem Stuhl aufheben ?.....	[1]	[2]	[3]
Können Sie einen schweren Gegenstand (z.B. einen gefüllten Kasten Mineralwasser) vom Boden auf den Tisch stellen ?.....	[1]	[2]	[3]
Können Sie 100 Meter schnell laufen (nicht gehen), etwa um einen Bus noch zu erreichen ?	[1]	[2]	[3]

„Rehabilitationsbezogene Erwartungen“ (Deck 1998)

Erwartungen

Im folgenden finden Sie eine Reihe von Aussagen, die Erwartungen und Wünsche von Patienten in einer Rehabilitationsklinik beschreiben. Sicherlich sind auch Sie mit bestimmten Erwartungen und Wünschen hierher gekommen. Und sicherlich haben Sie bestimmte Erwartungen an das, was die Rehabilitation längerfristig bewirken soll (z.B. im nächsten Jahr im Beruf und/oder Alltag).

Bitte lesen Sie die nachfolgenden Aussagen der Reihe nach durch und kreuzen Sie **bei jeder Aussage** an, in welchem Maße die genannten Erwartungen und Wünsche **auf Sie** zutreffen.

Wohlbefinden, Erholung

Ich erwarte/hoffe, dass...

1. ich Abstand vom Alltag gewinne
2. ich mich erhole
3. ich mich eine Zeitlang um nichts kümmern muß
4. der Kurort ansprechend ist
(z.B.: Lage, Umgebung, Ausflugsmöglichkeiten)
5. es möglich ist, auch außerhalb der Rehabilitation etwas zu unternehmen
(z.B. Cafes, Geschäfte, Musik)

stimmt genau	stimmt eher	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Diagnose, Therapie

Ich erwarte/hoffe, dass ...

6. man mir eine genaue Diagnose mitteilt
7. ich meine körperliche Leistungsfähigkeit erhöhen kann
8. ich bald wieder wie früher arbeiten kann
9. ich lerne, gesünder zu leben

stimmt genau	stimmt eher	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EMFBPAT, DECK, IfSM 1997

Krankheitsbewältigung

Ich erwarte/hoffe, dass

- 10. ich Kontakt zu Patienten mit gleichen oder ähnlichen Problemen bekomme
- 11. mein Selbstvertrauen gestärkt wird und dass man mir Mut macht
- 12. ich beruflichen Streß abbauen kann
- 13. ich lerne, mir mehr Freizeit zu nehmen und sie für mich zu nutzen

	stimmt genau	stimmt eher	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
10. ich Kontakt zu Patienten mit gleichen oder ähnlichen Problemen bekomme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. mein Selbstvertrauen gestärkt wird und dass man mir Mut macht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. ich beruflichen Streß abbauen kann	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. ich lerne, mir mehr Freizeit zu nehmen und sie für mich zu nutzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beruf, Rente

Ich erwarte/hoffe, dass

- 14. man mir bei arbeits- und sozialrechtlichen Fragen hilft
- 15. man mir bei einer Rentenantragsstellung hilft
- 16. ich meine verminderte Leistungsfähigkeit hier bestätigt bekomme
- 17. man mich über berufliche Umschulungsmöglichkeiten informiert und berät

	stimmt genau	stimmt eher	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
14. man mir bei arbeits- und sozialrechtlichen Fragen hilft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. man mir bei einer Rentenantragsstellung hilft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. ich meine verminderte Leistungsfähigkeit hier bestätigt bekomme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. man mich über berufliche Umschulungsmöglichkeiten informiert und berät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANHANG V

Sonstige Dokumente

Patientenanschreiben

Sehr geehrter Herr / Frau,

im heutigen Gesundheitswesen wird es immer wichtiger, die Ergebnisse durchgeführter Behandlungen ausreichend zu dokumentieren und in ihrem Verlauf zu untersuchen. Die Dokumentation dient unter anderem dazu, die tägliche Arbeit, die Behandlungskonzepte, bestimmte Behandlungsformen u.s.w. kritisch zu hinterfragen und ständig zu verbessern. Dies sehen wir als einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung.

Aus diesem Grund führen wir eine wissenschaftliche Untersuchung durch, bei der wir insbesondere Sie als Patienten zu mehreren Zeitpunkten befragen wollen. Wir möchten Sie bitten an dieser Studie teilzunehmen und uns in unserem Vorhaben zu unterstützen. Es handelt sich dabei um eine groß angelegte Studie, die vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung sowie von der Deutschen Rentenversicherung gefördert und unterstützt wird.

Im Rahmen dieser Studie steht die Frage nach der Wirksamkeit eines umfangreichen, intensiven Behandlungsprogramms im Vordergrund.

Im Verlauf dieser Studie müßten Sie und auch Ihre Behandler eine Reihe von Fragebögen ausfüllen die sich z.B. auf Ihren Gesundheitszustand, Ihre Erkrankung, Beschwerden, Erwartungen, Einstellungen, Zufriedenheit mit der Behandlungsmaßnahme und auch auf Ihre soziale und berufliche Situation beziehen.

Zum anderen werden bei dieser Studie auch Messungen und Testungen zur Erfassung Ihrer körperlichen Kapazität durchgeführt, das bedeutet konkret: Kraftmessungen an verschiedenen Geräten, Messungen der Beweglichkeit der Wirbelsäule sowie auch ein Ausdauer- und Hebetest. Diese Tests zur Erfassung der körperlichen Kapazität werden jeweils zu Beginn und am Ende Ihres Reha-Aufenthalts durchgeführt.

Die verschiedenen Fragebögen zum Ausfüllen erhalten sie kurz nach Aufnahme in unserer Klinik, bzw. 3 Monate und 12 Monate nach Entlassung aus unserer Klinik (Fragebögen werden dann zu geschickt).

Im übrigen können Sie sich ohne Einschränkung darauf verlassen, daß alle Ihre Angaben absolut vertraulich behandelt werden, d.h. es werden im Zusammenhang mit der Studie keine personenbezogenen Daten (Name, Geburtsdatum, Adresse oder sonstige Angaben, die Rückschlüsse auf Ihre Person zulassen) an Dritte – auch nicht an Rentenversicherungsträger, Krankenkassen oder andere Institutionen – weitergegeben. Die in dieser Studie erhobenen Daten werden gelöscht, sobald sie für die weitere wissenschaftliche Auswertung nicht mehr erforderlich sind.

Wir möchten Sie deshalb bitten, sich jetzt schon zu überlegen, ob Sie an unserer Studie teilnehmen würden, vorausgesetzt unser Klinikarzt hält Sie aus medizinischer Sicht für geeignet. Eine Teilnahme an der Studie bedingt immer einen 4-wöchigen Reha-Aufenthalt.

Weitere Informationen erhalten Sie gerne am Tag Ihrer Anreise in unserer Klinik. Außerdem möchten wir Sie bitten das beigelegt Blatt auszufüllen und am Tage Ihrer Anreise mitzubringen.

Ihre Rheumaklinik Bad Füssing

Prof. Dr. med. W. Beyer
Chefarzt

Borg Skala

IHR PERSÖNLICHES ANSTRENGUNGSEMPFINDEN

6

7 **Sehr, sehr leicht**

8

9 **Sehr leicht**

10

11 Recht leicht

12

13 **Etwas anstrengend**

14

15 **Anstrengend**

16

17 **Sehr anstrengend**

18

19 **Sehr, sehr
anstrengend**

20

Numerische Rating Skala

Frage nach der Schmerzintensität

Wie stark empfinden Sie Ihre jetzigen Schmerzen (jetzt im Moment)?

Bitte kreuzen Sie auf der Schmerzskala von 0 – 10 entsprechende Stärke an.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 = kein Schmerz

10 = stärkster Schmerz

ANHANG V

Statistische Datenauswertungen – SPSS Auszüge

AD 2.3.2.1 DESKRIPTION DER AUSGEFALLENEN PATIENTEN

T-Test für unabh. Stichproben Studienpatienten vs. Studienabbrecher (Lebensalter)

interventionsform = work hardening

Gruppenstatistiker^a

Studienabbruch ja?, nein?	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter Studienabbrecher	17	46.88	7.23	1.75
Studie beendet	48	44.21	7.87	1.14

a. interventionsform = work hardening

Test bei unabhängigen Stichproben^a

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Alter Varianzen sind gleich	.031	.861	1.228	63	.224	2.67	2.18	-1.68	7.03
Alter Varianzen sind nicht gleich			1.280	30.447	.210	2.67	2.09	-1.59	6.94

a. interventionsform = work hardening

interventionsform = kontrollgruppe

Gruppenstatistiker^a

Studienabbruch ja?, nein?	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter Studienabbrecher	7	46.71	6.13	2.32
Studie beendet	54	45.07	6.04	.82

a. interventionsform = kontrollgruppe

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Alter	Varianzen sind gleich	.240	.626	.675	59	.503	1.64	2.43	-3.22	6.51
	Varianzen sind nicht gleich			.667	7.594	.524	1.64	2.46	-4.08	7.36

a. interventionsform = kontrollgruppe

AD 2.3.2.3 UNTERSCHIEDE ZWISCHEN STUDIENPATIENTEN UND ABBRECHER („SOZIODEMOGRAPHISCHE MERKMALE“ UND „REHABILITATIONS-BEZOGENE ERWARTUNGEN“) ZUM ZEITPUNKT T0.

Mann-Whitney-Test Studienpatienten vs. Studienabbrecher ("Soziodemographische Merkmale")

Statistik für Test^a

	Geschlecht	Alter	Schulabschluss	Berufsausbildung	zur Zeit erwerbstätig	berufl. Stellung	Nettoeinkommen
Mann-Whitney-U	1083.000	1014.000	968.000	1070.500	1047.500	911.000	1039.500
Wilcoxon-W	6336.000	6267.000	1221.000	1323.500	6300.500	6164.000	1270.500
Z	-1.268	-1.307	-1.834	-.455	-.676	-2.512	-.218
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.205	.191	.067	.649	.499	.012	.828

a. Gruppenvariable: Studienabbruch ja?, nein?

Ränge

	Studienabbruch	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Geschlecht	Studienabbrecher	24	69.38	1665.00
	Studie beendet	102	62.12	6336.00
	Gesamt	126		
Alter	Studienabbrecher	24	72.25	1734.00
	Studie beendet	102	61.44	6267.00
	Gesamt	126		
Schulabschluss	Studienabbrecher	22	55.50	1221.00
	Studie beendet	102	64.01	6529.00
	Gesamt	124		
Berufsausbildung	Studienabbrecher	22	60.16	1323.50
	Studie beendet	102	63.00	6426.50
	Gesamt	124		
zur Zeit erwerbstätig	Studienabbrecher	22	65.89	1449.50
	Studie beendet	102	61.77	6300.50
	Gesamt	124		
berufl. Stellung	Studienabbrecher	22	72.09	1586.00
	Studie beendet	102	60.43	6164.00
	Gesamt	124		
Nettoeinkommen	Studienabbrecher	21	60.50	1270.50
	Studie beendet	102	62.31	6355.50
	Gesamt	123		

Mann-Whitney-Test Studienpatienten vs. Studienabbrecher ("Rehaerwartungen")

Statistik für Test^a

	frem: Wohlbefinde n/Erholung	frem: Diagnose /Therapie	frem: Krankheitsb ewaeltigung	frem: Rente/Beruf
Mann-Whitney-U	1104.500	967.500	1031.000	1032.500
Wilcoxon-W	1357.500	1220.500	1284.000	6285.500
Z	-.043	-1.077	-.602	-.588
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.966	.282	.547	.557

a. Gruppenvariable: Studienabbruch ja?, nein?

Ränge

	Studienabbruch	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
frem: Wohlbefinden/Erholung	Studienabbrecher	22	61.70	1357.50
	Studie beendet	101	62.06	6268.50
	Gesamt	123		
frem: Diagnose/Therapie	Studienabbrecher	22	55.48	1220.50
	Studie beendet	102	64.01	6529.50
	Gesamt	124		
frem: Krankheitsbewaeltigung	Studienabbrecher	22	58.36	1284.00
	Studie beendet	102	63.39	6466.00
	Gesamt	124		
frem: Rente/Beruf	Studienabbrecher	22	66.57	1464.50
	Studie beendet	102	61.62	6285.50
	Gesamt	124		

AD 3.1. KRAFTAUSDAUERTESTS DER RUMPFMUSKULATUR

T-Test für unabhängige Stichproben (Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe)

Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiker^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	work hardening	39	97.38	36.79	5.89
	kontrollgruppe	42	85.79	27.38	4.23
Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	work hardening	40	46.65	43.47	6.87
	kontrollgruppe	42	44.57	28.28	4.36
Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	work hardening	40	35.30	10.45	1.65
	kontrollgruppe	42	33.10	12.68	1.96

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	Varianzen sind gleich	1.883	.174	1.617	79	.110	11.60	7.17	-2.68	25.88
	Varianzen sind nicht gleich			1.600	69.983				.114	11.60
Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	Varianzen sind gleich	.275	.601	.258	80	.797	2.08	8.06	-13.96	18.12
	Varianzen sind nicht gleich			.255	66.499				.799	2.08
Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	Varianzen sind gleich	.212	.646	.857	80	.394	2.20	2.57	-2.92	7.32
	Varianzen sind nicht gleich			.861	78.408				.392	2.20

a. Geschlecht = männlich

Geschlecht = weiblich

Gruppenstatistiken

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	work hardening	6	58.17	28.69	11.71
	kontrollgruppe	12	45.33	35.30	10.19
Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	work hardening	6	20.83	19.82	8.09
	kontrollgruppe	12	29.83	14.81	4.27
Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	work hardening	6	36.67	10.25	4.18
	kontrollgruppe	12	29.92	13.79	3.98

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	Varianzen sind gleich	.270	.610	.769	16	.453	12.83	16.69	-22.54	48.21
	Varianzen sind nicht gleich			.827	12.245	.424	12.83	15.52	-20.91	46.58
Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	Varianzen sind gleich	2.041	.172	-1.088	16	.293	-9.00	8.27	-26.53	8.53
	Varianzen sind nicht gleich			-.983	7.899	.355	-9.00	9.15	-30.15	12.15
Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	Varianzen sind gleich	.467	.504	1.056	16	.307	6.75	6.39	-6.80	20.30
	Varianzen sind nicht gleich			1.169	13.220	.263	6.75	5.78	-5.71	19.21

a. Geschlecht = weiblich

Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1 (Global-, Bauchmuskel- und Rückenstreckertest / Gruppenvariable Geschlecht)

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0	59.38	81	25.82	2.87
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	91.37	81	32.58	3.62
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0	27.44	82	15.14	1.67
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	45.59	82	36.28	4.01
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0	25.93	82	8.76	.97
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	34.17	82	11.63	1.28

a. Geschlecht = männlich

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	81	.662	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	82	.621	.000
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	82	.668	.000

a. Geschlecht = männlich

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	-31.99	24.78	2.75	-37.47	-26.51	-11.619	80	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	-18.15	29.38	3.24	-24.60	-11.69	-5.593	81	.000
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	-8.24	8.71	.96	-10.16	-6.33	-8.572	81	.000

a. Geschlecht = männlich

Geschlecht = weiblich

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0	29.17	18	22.47	5.30
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	49.61	18	32.97	7.77
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0	19.17	18	12.92	3.05
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	26.83	18	16.63	3.92
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0	22.06	18	8.31	1.96
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	32.17	18	12.83	3.02

a. Geschlecht = weiblich

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	18	.829	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	18	.812	.000
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	18	.651	.003

a. Geschlecht = weiblich

Test bei gepaarten Stichproben^a

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	-20.44	19.09	4.50	-29.94	-10.95	-4.545	17	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	-7.67	9.73	2.29	-12.50	-2.83	-3.344	17	.004
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	-10.11	9.74	2.30	-14.95	-5.27	-4.406	17	.000

a. Geschlecht = weiblich

**T-Test für abhängige Stichproben (Global-Bauchmuskel- und Rückenstreckertest) (Männer)
interventionsform = work hardening**

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0	57.95	39	23.35	3.74
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	97.38	39	36.79	5.89
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0	28.35	40	16.98	2.69
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	46.65	40	43.47	6.87
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0	26.48	40	8.14	1.29
	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	35.30	40	10.45	1.65

a. interventionsform = work hardening

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	39	.691	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	40	.662	.000
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	40	.744	.000

a. interventionsform = work hardening

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	-39.44	26.67	4.27	-48.08	-30.79	-9.234	38	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	-18.30	34.66	5.48	-29.39	-7.21	-3.339	39	.002
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	-8.82	6.99	1.11	-11.06	-6.59	-7.984	39	.000

a. interventionsform = work hardening

interventionsform = kontrollgruppe

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0	60.71	42	28.13	4.34
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	85.79	42	27.38	4.23
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0	26.57	42	13.30	2.05
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	44.57	42	28.28	4.36
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0	25.40	42	9.37	1.45
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	33.10	42	12.68	1.96

a. interventionsform = kontrollgruppe

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	42	.717	.000
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	42	.550	.000
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	42	.614	.000

a. interventionsform = kontrollgruppe

Test bei gepaarten Stichproben^a

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	-25.07	20.90	3.22	-31.58	-18.56	-7.774	41	.000
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	-18.00	23.72	3.66	-25.39	-10.61	-4.918	41	.000
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	-7.69	10.13	1.56	-10.85	-4.53	-4.918	41	.000

a. interventionsform = kontrollgruppe

T-Test für abhängige Stichproben (Global-Bauchmuskel- und Rückenstrecker-test) (Frauen)

interventionsform = work hardening

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0	26.33	6	18.68	7.63
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	58.17	6	28.69	11.71
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0	11.17	6	14.30	5.84
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	20.83	6	19.82	8.09
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0	25.67	6	6.92	2.82
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	36.67	6	10.25	4.18

a. interventionsform = work hardening

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	6	.822	.045
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	6	.931	.007
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	6	.170	.747

a. interventionsform = work hardening

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	-31.83	17.06	6.96	-49.73	-13.93	-4.571	5	.006
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	-9.67	8.36	3.41	-18.44	-.89	-2.833	5	.037
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Rücken,t1	-11.00	11.35	4.63	-22.91	.91	-2.374	5	.064

a. interventionsform = work hardening

interventionsform = kontrollgruppe

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0	30.58	12	24.81	7.16
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	45.33	12	35.30	10.19
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0	23.17	12	10.62	3.06
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	29.83	12	14.81	4.27
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0	20.25	12	8.61	2.49
	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	29.92	12	13.79	3.98

a. interventionsform = kontrollgruppe

Korrelationen bei gepaarten Stichproben^a

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	12	.878	.000
	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	12	.702	.011
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0 & Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	12	.745	.005

a. interventionsform = kontrollgruppe

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Globaltest,t1	-14.75	18.02	5.20	-26.20	-3.30	-2.836	11	.016
Paaren 2	Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., Bauch,t1	-6.67	10.54	3.04	-13.37	3.19E-02	-2.190	11	.051
Paaren 3	Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t0 - Rumpfmuskelkraft-dyn., RYcken,t1	-9.67	9.35	2.70	-15.60	-3.73	-3.583	11	.004

a. interventionsform = kontrollgruppe

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen Work Hardening vs. Kontrollgruppe mit T-Test für unabhängige Stichproben

Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiken^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Differenz Globaltest t1 minus t0	work hardening	39	39.4359	26.6713	4.2708
	kontrollgruppe	42	25.0714	20.8998	3.2249
Differenz Bauchmuskelttest t1-t0	work hardening	40	18.3000	34.6626	5.4806
	kontrollgruppe	42	18.0000	23.7209	3.6602
Differenz Rückenstreckertest	work hardening	40	8.8250	6.9904	1.1053
	kontrollgruppe	42	7.6905	10.1344	1.5638

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Differenz Globaltest t1 minus t0	Varianzen sind gleich	3.140	.080	2.708	79	.008	14.3645	5.3038	3.8074	24.9215
	Varianzen sind nicht gleich			2.684	71.994				.009	14.3645
Differenz Bauchmuskelttest t1-t0	Varianzen sind gleich	.000	.998	.046	80	.963	.3000	6.5318	-12.6987	13.2987
	Varianzen sind nicht gleich			.046	68.572				.964	.3000
Differenz Rückenstreckertest	Varianzen sind gleich	2.017	.159	.587	80	.559	1.1345	1.9318	-2.7099	4.9790
	Varianzen sind nicht gleich			.592	73.035				.555	1.1345

a. Geschlecht = männlich

Geschlecht = weiblich

Gruppenstatistiken^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Differenz Globaltest t1 minus t0	work hardening	6	31.8333	17.0577	6.9638
	kontrollgruppe	12	14.7500	18.0158	5.2007
Differenz Bauchmuskelttest t1-t0	work hardening	6	9.6667	8.3586	3.4124
	kontrollgruppe	12	6.6667	10.5428	3.0435
Differenz Rückenstreckertest	work hardening	6	11.0000	11.3490	4.6332
	kontrollgruppe	12	9.6667	9.3452	2.6977

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Differenz Globaltest t1 minus t0	Varianzen sind gleich	.010	.923	1.928	16	.072	17.0833	8.8610	-1.7011	35.8678
	Varianzen sind nicht gleich			1.966	10.630	.076	17.0833	8.6915	-2.1281	36.2948
Differenz Bauchmuskelttest t1-t0	Varianzen sind gleich	.000	.987	.605	16	.553	3.0000	4.9561	-7.5064	13.5064
	Varianzen sind nicht gleich			.656	12.518	.524	3.0000	4.5724	-6.9169	12.9169
Differenz Rückenstreckertest	Varianzen sind gleich	.548	.470	.266	16	.793	1.3333	5.0073	-9.2816	11.9483
	Varianzen sind nicht gleich			.249	8.520	.809	1.3333	5.3614	-10.9000	13.5666

a. Geschlecht = weiblich

AD 3.2 KRAFTAUSDAUERTESTS DER EXTREMITÄTEN

T-Test für unabhängige Stichproben Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zu t1

Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
auxoton., leg-press, t1	Varianzen sind gleich	4.263	.042	-1.135	80	.260	-19.73	17.37	-54.31	14.85
	Varianzen sind nicht gleich			-1.154	57.318	.253	-19.73	17.09	-53.95	14.49
auxoton., pull-down, t1	Varianzen sind gleich	.941	.335	-1.164	80	.248	-7.97	6.85	-21.61	5.66
	Varianzen sind nicht gleich			-1.167	79.870	.247	-7.97	6.84	-21.58	5.63
auxoton., Hüftstrecker,li, t1	Varianzen sind gleich	10.325	.002	.084	80	.933	.45	5.35	-10.20	11.10
	Varianzen sind nicht gleich			.085	67.442	.932	.45	5.29	-10.10	11.00
auxoton., Hüftstrecker,re, t1	Varianzen sind gleich	.315	.576	.671	79	.504	4.55	6.79	-8.96	18.07
	Varianzen sind nicht gleich			.670	78.582	.505	4.55	6.79	-8.97	18.08
auxoton., Butterfly rev, t1	Varianzen sind gleich	1.712	.195	-.424	80	.673	-1.85	4.36	-10.53	6.83
	Varianzen sind nicht gleich			-.427	76.780	.671	-1.85	4.33	-10.48	6.78
auxoton., Dips, t1	Varianzen sind gleich	5.454	.022	-.464	80	.644	-2.14	4.60	-11.29	7.01
	Varianzen sind nicht gleich			-.468	74.875	.641	-2.14	4.56	-11.23	6.95

a. Geschlecht = männlich

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen Work Hardening vs. Kontrollgruppe

Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiken ^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Differenz Legpress t1-t0	work hardening	40	11.7500	33.9334	5.3653
	kontrollgruppe	42	25.1190	71.0353	10.9610
Differenz Pull down	work hardening	40	14.5750	18.0695	2.8570
	kontrollgruppe	42	20.1190	20.9007	3.2250
Differenz Hüftstrecker links	work hardening	40	19.2750	18.0028	2.8465
	kontrollgruppe	42	20.4286	22.8955	3.5328
Differenz Hüftstrecker rechts	work hardening	40	25.8000	29.9968	4.7429
	kontrollgruppe	41	18.5122	19.4912	3.0440
Differenz Butterfly reverse	work hardening	40	9.2750	9.2209	1.4580
	kontrollgruppe	42	12.2857	13.8005	2.1295
Differenz Dips	work hardening	40	12.8500	11.3737	1.7983
	kontrollgruppe	42	10.9048	11.4313	1.7639

a. Geschlecht = männlich

Geschlecht = weiblich

Gruppenstatistiken ^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Differenz Legpress t1-t0	work hardening	6	-.5000	11.2561	4.5953
	kontrollgruppe	11	4.3636	28.3876	8.5592
Differenz Pull down	work hardening	6	19.1667	16.0800	6.5646
	kontrollgruppe	11	11.6364	14.4241	4.3490
Differenz Hüftstrecker links	work hardening	6	30.0000	11.8659	4.8442
	kontrollgruppe	11	21.1818	29.8892	9.0119
Differenz Hüftstrecker rechts	work hardening	6	35.0000	12.7750	5.2154
	kontrollgruppe	11	23.9091	33.7682	10.1815
Differenz Butterfly reverse	work hardening	6	14.6667	13.4561	5.4934
	kontrollgruppe	11	13.0909	7.3547	2.2175
Differenz Dips	work hardening	6	48.3333	28.7796	11.7492
	kontrollgruppe	11	41.5455	42.2501	12.7389

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben ^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Differenz Legpress t1-t0	Varianzen sind gleich	6.911	.019	-.398	15	.696	-4.8636	12.2171	-30.9038	21.1765
	Varianzen sind nicht gleich			-.501	14.231	.624	-4.8636	9.7147	-25.6680	15.9407
Differenz Pull down	Varianzen sind gleich	.000	.993	.989	15	.338	7.5303	7.6110	-8.6921	23.7527
	Varianzen sind nicht gleich			.956	9.443	.363	7.5303	7.8745	-10.1567	25.2173
Differenz Hüftstrecker links	Varianzen sind gleich	2.803	.115	.685	15	.504	8.8182	12.8645	-18.6018	36.2382
	Varianzen sind nicht gleich			.862	14.237	.403	8.8182	10.2314	-13.0918	30.7282
Differenz Hüftstrecker rechts	Varianzen sind gleich	2.286	.151	.766	15	.456	11.0909	14.4852	-19.7835	41.9653
	Varianzen sind nicht gleich			.970	14.007	.349	11.0909	11.4395	-13.4432	35.6250
Differenz Butterfly reverse	Varianzen sind gleich	2.573	.130	.316	15	.756	1.5758	4.9834	-9.0461	12.1977
	Varianzen sind nicht gleich			.266	6.674	.798	1.5758	5.9241	-12.5726	15.7241
Differenz Dips	Varianzen sind gleich	.485	.497	.349	15	.732	6.7879	19.4330	-34.6326	48.2083
	Varianzen sind nicht gleich			.392	13.995	.701	6.7879	17.3299	-30.3822	43.9579

a. Geschlecht = weiblich

AD 3.3. IPN - BACK CHECK - TEST

T – Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung des Geschlechtsunterschieds

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Back Ceck Flexion to	männlich	101	37,3257	14,4095	1,4338
	weiblich	25	16,3800	7,7288	1,5458
Back Ceck Extension t0	männlich	101	52,3366	16,8009	1,6718
	weiblich	25	26,3200	9,7124	1,9425
Verh t0 Extension-Flexion	männlich	101	149,69	43,12	4,29
	weiblich	25	172,33	60,23	12,05
Back Ceck Lateralflexionli	männlich	101	32,7554	12,4785	1,2417
	weiblich	25	18,8400	5,4634	1,0927
Back Ceck Lateralflex re	männlich	101	35,9950	13,1243	1,3059
	weiblich	25	19,3000	5,5547	1,1109

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Back Ceck Flexion to	Varianzen sind gleich	9,054	,003	7,008	124	,000	20,9457	2,9888	15,0301	26,8614
	Varianzen sind nicht gleich			9,935	70,533				20,9457	2,1084
Back Ceck Extension t0	Varianzen sind gleich	9,954	,002	7,427	124	,000	26,0166	3,5029	19,0834	32,9499
	Varianzen sind nicht gleich			10,152	64,259				26,0166	2,5628
Verh t0 Extension-Flexion	Varianzen sind gleich	3,580	,061	-2,160	124	,033	-22,64	10,48	-43,38	-1,89
	Varianzen sind nicht gleich			-1,770	30,359				12,79	-48,74
Back Ceck Lateralflexionli	Varianzen sind gleich	8,510	,004	5,435	124	,000	13,9154	2,5602	8,8481	18,9828
	Varianzen sind nicht gleich			8,413	89,989				13,9154	1,6540
Back Ceck Lateralflex re	Varianzen sind gleich	14,149	,000	6,209	124	,000	16,6950	2,6888	11,3731	22,0170
	Varianzen sind nicht gleich			9,737	93,368				16,6950	1,7145

T- Test für unabhängige Stichproben. Unterschied Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zu t1

Gruppenstatistiken^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Back Ceck Flexion t1	work hardening	41	47,7439	17,1898	2,6846
	kontrollgruppe	42	47,3214	14,8545	2,2921
Back Ceck Extension t1	work hardening	41	62,7439	17,3231	2,7054
	kontrollgruppe	42	64,0119	17,4141	2,6870
Verh t1 Extension-Flexion	work hardening	41	137,78	34,06	5,32
	kontrollgruppe	42	143,59	51,56	7,96
Back Ceck Lateralflexion li	work hardening	41	44,3415	15,5384	2,4267
	kontrollgruppe	42	44,9167	16,5713	2,5570
Back Ceck Lateralflex re	work hardening	41	48,6220	17,0982	2,6703
	kontrollgruppe	42	47,6310	15,6221	2,4105

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere	
Back Ceck Flexion t1	Varianzen sind gleich	,016	,901	,120	81	,905	,4225	3,5237	-6,5887	7,4336
	Varianzen sind nicht gleich			,120	78,748	,905	,4225	3,5300	-6,6041	7,4491
Back Ceck Extension t1	Varianzen sind gleich	,019	,891	-,333	81	,740	-1,2680	3,8133	-8,8553	6,3193
	Varianzen sind nicht gleich			-,333	80,970	,740	-1,2680	3,8131	-8,8549	6,3188
Verh t1 Extension-Flexion	Varianzen sind gleich	3,308	,073	-,604	81	,547	-5,81	9,62	-24,94	13,33
	Varianzen sind nicht gleich			-,607	71,252	,546	-5,81	9,57	-24,89	13,27
Back Ceck Lateralflexion li	Varianzen sind gleich	1,333	,252	-,163	81	,871	-,5752	3,5280	-7,5948	6,4444
	Varianzen sind nicht gleich			-,163	80,871	,871	-,5752	3,5252	-7,5894	6,4390
Back Ceck Lateralflex re	Varianzen sind gleich	,250	,618	,276	81	,783	,9910	3,5934	-6,1588	8,1408
	Varianzen sind nicht gleich			,275	79,955	,784	,9910	3,5974	-6,1681	8,1501

a. Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiken^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Back Ceck Flexion t1	work hardening	6	20,5000	2,0494	,8367
	kontrollgruppe	12	22,1667	9,3404	2,6963
Back Ceck Extension t1	work hardening	6	41,4167	10,1755	4,1541
	kontrollgruppe	12	33,2500	10,8429	3,1301
Verh t1 Extension-Flexion	work hardening	6	203,58	54,01	22,05
	kontrollgruppe	12	157,15	36,83	10,63
Back Ceck Lateralflexion li	work hardening	6	24,9167	7,6316	3,1156
	kontrollgruppe	12	24,9167	7,2827	2,1023
Back Ceck Lateralflexion re	work hardening	6	27,4167	2,2675	,9257
	kontrollgruppe	12	25,9167	7,4858	2,1610

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere	
Back Ceck Flexion t1	Varianzen sind gleich	3,010	,102	-4,26	16	,676	-1,6667	3,9144	-9,9649	6,6316
	Varianzen sind nicht gleich			-5,90	12,956	,565	-1,6667	2,8232	-7,7678	4,4345
Back Ceck Extension t1	Varianzen sind gleich	,103	,752	1,535	16	,144	8,1667	5,3194	-3,1100	19,4433
	Varianzen sind nicht gleich			1,570	10,719	,145	8,1667	5,2014	-3,3183	19,6516
Verh t1 Extension-Flexion	Varianzen sind gleich	,177	,680	2,163	16	,046	46,44	21,47	,92	91,96
	Varianzen sind nicht gleich			1,897	7,413	,097	46,44	24,48	-10,80	103,68
Back Ceck Lateralflexion li	Varianzen sind gleich	,431	,521	,000	16	1,000	,0000	3,6968	-7,8368	7,8368
	Varianzen sind nicht gleich			,000	9,678	1,000	,0000	3,7586	-8,4125	8,4125
Back Ceck Lateralflexion re	Varianzen sind gleich	10,286	,005	,474	16	,642	1,5000	3,1675	-5,2148	8,2148
	Varianzen sind nicht gleich			,638	14,345	,533	1,5000	2,3509	-3,5308	6,5308

a. Geschlecht = weiblich

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen t1 – t0 Männer / Frauen (t –Test für unabhängige Stichproben).

Gruppenstatistiken^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Differenz Back Check Flexion	work hardening kontrollgruppe	41 42	9,6610 10,7143	10,6172 10,8516	1,6581 1,6744
Differenz Back Check Extension	work hardening kontrollgruppe	41 42	8,0732 13,1190	11,4179 15,6103	1,7832 2,4087
Differenz Bach Ceck Verhältnis Flex:Ex	work hardening kontrollgruppe	41 42	-14,8917 -6,5718	39,7616 48,6536	6,2097 7,5074
Differenz Lateralflexion nach li	work hardening kontrollgruppe	41 42	13,0732 10,2786	13,3457 12,4527	2,0842 1,9215
Differenz Back Check Lateralflexion re	work hardening kontrollgruppe	41 42	13,3415 10,4167	13,6535 9,7348	2,1323 1,5021

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Differenz Back Check Flexion	Varianzen sind gleich	,166	,685	-,447	81	,656	-1,0533	2,3571	-5,7433	3,6367
	Varianzen sind nicht gleich			-,447	80,999					
Differenz Back Check Extension	Varianzen sind gleich	5,989	,017	-1,677	81	,097	-5,0459	3,0080	-11,0309	,9392
	Varianzen sind nicht gleich			-1,684	75,126					
Differenz Bach Ceck Verhältnis Flex:Ex	Varianzen sind gleich	,003	,957	-,852	81	,397	-8,3199	9,7665	-27,7521	11,1124
	Varianzen sind nicht gleich			-,854	78,588					
Differenz Lateralflexion nach li	Varianzen sind gleich	,006	,937	,987	81	,327	2,7946	2,8324	-2,8410	8,4302
	Varianzen sind nicht gleich			,986	80,298					
Differenz Back Check Lateralflexion re	Varianzen sind gleich	3,592	,062	1,126	81	,264	2,9248	2,5979	-2,2443	8,0939
	Varianzen sind nicht gleich			1,121	72,203					

a. Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiken^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Differenz Back Check Flexion	6	5,5000	3,1937	1,3038
	12	2,1667	4,0132	1,1585
Differenz Back Check Extension	6	11,3333	10,0233	4,0920
	12	6,6667	9,2818	2,6794
Differenz Bach Ceck Verhältnis Flex:Ex	6	1,9907	64,2715	26,2387
	12	16,9936	35,8642	10,3531
Differenz Lateralflexion nach li	6	5,5000	6,3561	2,5949
	12	5,2917	6,0244	1,7391
Differenz Back Check Lateralflexion re	6	9,8333	3,8297	1,5635
	12	4,8333	6,3222	1,8251

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere	
Differenz Back Check Flexion	Varianzen sind gleich	,156	,698	1,765	16	,097	3,3333	1,8881	-,6694	7,3360
	Varianzen sind nicht gleich			1,911	12,477	,079	3,3333	1,7442	-,4509	7,1175
Differenz Back Check Extension	Varianzen sind gleich	,094	,764	,980	16	,341	4,6667	4,7599	-5,4238	14,7571
	Varianzen sind nicht gleich			,954	9,420	,364	4,6667	4,8912	-6,3233	15,6566
Differenz Bach Ceck Verhältnis Flex:Ex	Varianzen sind gleich	5,109	,038	-,643	16	,529	-15,0030	23,3194	-64,4378	34,4319
	Varianzen sind nicht gleich			-,532	6,605	,612	-15,0030	28,2074	-82,5194	52,5135
Differenz Lateralflexion nach li	Varianzen sind gleich	,219	,646	,068	16	,947	,2083	3,0650	-6,2892	6,7058
	Varianzen sind nicht gleich			,067	9,618	,948	,2083	3,1237	-6,7894	7,2061
Differenz Back Check Lateralflexion re	Varianzen sind gleich	,402	,535	1,766	16	,096	5,0000	2,8312	-1,0019	11,0019
	Varianzen sind nicht gleich			2,081	15,136	,055	5,0000	2,4032	-,1183	10,1183

a. Geschlecht = weiblich

AD 3.4. DER IPN - AUSDAUERTEST

T – Test für abhängige Stichproben zur Überprüfung des Verlaufs von t0 auf t1

interventionsform = work hardening

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Sys.RR auf zuletzt erreichte Stufe t0	181,49	47	22,41	3,27
	Sys.RR Vergleichsstufe bei t1	170,74	47	22,21	3,24
Paaren 2	Diast. RR auf zuletzt erreichte Stufe t0	81,06	47	11,37	1,66
	Diast.RR Vergleichsstufe bei t1	78,51	47	8,53	1,24
Paaren 3	Laktat auf zuletzt erreichte Stufe t0	3,972	47	1,082	,160
	Laktat Vergleichsstufe bei t1	3,224	47	,802	,118
Paaren 4	HF auf zuletzt erreichte Stufe t0	140,46	47	10,89	1,61
	HF Vergleichsstufe bei t1	131,72	47	10,74	1,58
Paaren 5	Borg auf zuletzt erreichte Stufe t0	16,07	47	2,03	,30
	Borgskala Vergleichsstufe bei t1	14,98	47	2,10	,31

a. interventionsform = work hardening

Test bei gepaarten Stichproben ^a

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Sys.RR auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Sys.RR Vergleichsstufe bei t1	10,74	16,35	2,39	5,94	15,55	4,505	46	,000
Paaren 2	Diast. RR auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Diast.RR Vergleichsstufe bei t1	2,55	10,47	1,53	-,52	5,63	1,672	46	,101
Paaren 3	Laktat auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Laktat Vergleichsstufe bei t1	,748	,855	,126	,494	1,002	6.124	46	,000
Paaren 4	HF auf zuletzt erreichte Stufe t0 - HF Vergleichsstufe bei t1	8,74	10,41	1,53	5,65	11,83	5.898	46	,000
Paaren 5	Borg auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Borgskala Vergleichsstufe bei t1	1,09	1,91	,28	,52	1,65	4.055	46	,000

a. interventionsform = work hardening

interventionsform = kontrollgruppe

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Sys.RR auf zuletzt erreichte Stufe t0	186,20	54	24,40	3,32
	Sys.RR Vergleichsstufe bei t1	170,09	54	24,00	3,27
Paaren 2	Diast. RR auf zuletzt erreichte Stufe t0	81,94	54	10,21	1,39
	Diast.RR Vergleichsstufe bei t1	81,39	54	10,57	1,44
Paaren 3	Laktat auf zuletzt erreichte Stufe t0	4,067	54	1,330	,181
	Laktat Vergleichsstufe bei t1	3,494	54	1,036	,141
Paaren 4	HF auf zuletzt erreichte Stufe t0	141,54	54	9,18	1,25
	HF Vergleichsstufe bei t1	133,41	54	11,51	1,57
Paaren 5	Borg auf zuletzt erreichte Stufe t0	16,13	54	2,29	,31
	Borgskala Vergleichsstufe bei t1	15,09	54	1,97	,27

a. interventionsform = kontrollgruppe

Test bei gepaarten Stichproben ^a

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Sys.RR auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Sys.RR Vergleichsstufe bei t1	16,11	16,87	2,30	11,51	20,72	7,018	53	,000
Paaren 2	Diast. RR auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Diast.RR Vergleichsstufe bei t1	,56	11,10	1,51	-2,47	3,59	,368	53	,715
Paaren 3	Laktat auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Laktat Vergleichsstufe bei t1	,572	1,048	,143	,286	,858	4,012	53	,000
Paaren 4	HF auf zuletzt erreichte Stufe t0 - HF Vergleichsstufe bei t1	8,13	9,74	1,32	5,47	10,79	6,136	53	,000
Paaren 5	Borg auf zuletzt erreichte Stufe t0 - Borgskala Vergleichsstufe bei t1	1,04	1,73	,23	,57	1,51	4,415	53	,000

a. interventionsform = kontrollgruppe

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen t1 – t0, Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe (t –Test für unabhängige Stichproben).

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Systolewert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der Vergleichsstufe bei t1	work hardening	47	10,7447	16,3514	2,3851
	kontrollgruppe	54	16,1111	16,8698	2,2957
Diastolewert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der Vergleichsstufe bei t1	work hardening	47	2,5532	10,4711	1,5274
	kontrollgruppe	54	,5556	11,1027	1,5109
Laktatwert auf der letzt. Stufe bei t0	work hardening	46	,7478	,8552	,1261
	kontrollgruppe	54	,5722	1,0480	,1426
Pulswert auf der letzt. Stufe bei t0 minus	work hardening	46	8,7391	10,4061	1,5343
	kontrollgruppe	54	8,1296	9,7362	1,3249
Borgwert auf der letzt. Stufe bei t0 minus	work hardening	46	1,0870	1,9070	,2812
	kontrollgruppe	54	1,0370	1,7262	,2349

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Systolewert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der Vergleichsstufe bei t1	Varianzen sind gleich	,368	,546	-1,618	99	,109	-5,3664	3,3177	-11,9494	1,2165
	Varianzen sind nicht gleich			-1,621	97,834	,108	-5,3664	3,3104	-11,9360	1,2031
Diastolewert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der Vergleichsstufe bei t1	Varianzen sind gleich	,151	,699	,926	99	,357	1,9976	2,1572	-2,2828	6,2780
	Varianzen sind nicht gleich			,930	98,343	,355	1,9976	2,1484	-2,2656	6,2609
Laktatwert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der	Varianzen sind gleich	,798	,374	,908	98	,366	,1756	,1935	-,2083	,5595
	Varianzen sind nicht gleich			,922	97,836	,359	,1756	,1904	-,2022	,5534
Pulswert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der	Varianzen sind gleich	,010	,920	,302	98	,763	,6095	2,0163	-3,3918	4,6108
	Varianzen sind nicht gleich			,301	93,155	,764	,6095	2,0272	-3,4160	4,6350
Borgwert auf der letzt. Stufe bei t0 minus Wert auf der	Varianzen sind gleich	,359	,550	,137	98	,891	4,992E-02	,3635	-,6714	,7712
	Varianzen sind nicht gleich			,136	91,778	,892	4,992E-02	,3664	-,6778	,7776

AD 3.5. HEBETEST (PILE)

Unterschied Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1 (Lumbaltest / Cervikaltest)

Gruppenstatistiker^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
lumbal ges. gehobenes Gewicht t1	work hardening	40	891.825	429.836	67.963
	kontrollgruppe	42	741.690	392.285	60.531
lumbal-NewtonMeter,t1	work hardening	40	6706.846	3225.004	509.918
	kontrollgruppe	42	5572.957	2953.419	455.723
t1: Leistung = Arbeit / Zeit	work hardening	40	52.608	11.862	1.876
	kontrollgruppe	42	49.372	12.368	1.908
cervikal ges. gehobenes Gewicht t1	work hardening	40	588.8500	198.0897	31.3207
	kontrollgruppe	42	531.3214	174.3535	26.9033
Cervikal-NewtonMeter,t1	work hardening	40	3564.196	1205.477	190.603
	kontrollgruppe	42	3212.036	1068.554	164.881
t1:Leistung = Arbeit / Zeit	work hardening	40	34.824	6.612	1.045
	kontrollgruppe	42	33.395	4.653	.718

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben ^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
lumbal ges. gehobenes Gewicht t1	Varianzen sind gleich	,152	,698	1,653	80	,102	150,135	90,806	-30,575	330,844
	Varianzen sind nicht gleich			1,650	78,455	,103	150,135	91,011	-31,037	331,306
lumbal-NewtonMeter,t1	Varianzen sind gleich	,124	,726	1,662	80	,101	1133,889	682,405	-224,141	2491,918
	Varianzen sind nicht gleich			1,658	78,527	,101	1133,889	683,885	-227,479	2495,256
t1: Leistung = Arbeit / Zeit	Varianzen sind gleich	,326	,570	1,208	80	,231	3,236	2,679	-2,095	8,566
	Varianzen sind nicht gleich			1,209	79,995	,230	3,236	2,676	-2,089	8,561
cervikal ges. gehobenes Gewicht t1	Varianzen sind gleich	,488	,487	1,398	80	,166	57,5286	41,1597	-24,3819	139,4390
	Varianzen sind nicht gleich			1,393	77,598	,168	57,5286	41,2890	-24,6781	139,7353
Cervikal-NewtonMeter,t1	Varianzen sind gleich	,432	,513	1,401	80	,165	352,160	251,277	-147,896	852,217
	Varianzen sind nicht gleich			1,397	77,778	,166	352,160	252,022	-149,600	853,921
t1:Leistung = Arbeit / Zeit	Varianzen sind gleich	2,748	,101	1,136	80	,259	1,429	1,258	-1,074	3,932
	Varianzen sind nicht gleich			1,127	69,709	,264	1,429	1,268	-1,100	3,959

a. Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiker^a

interventionsform		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
lumbal ges. gehobenes Gewicht t1	work hardening	6	372.083	168.724	68.881
	kontrollgruppe	12	457.917	217.767	62.864
lumbal-NewtonMeter,t1	work hardening	6	2776.600	1261.379	514.956
	kontrollgruppe	12	3417.167	1627.212	469.736
t1: Leistung = Arbeit / Zeit	work hardening	6	26.651	4.589	1.873
	kontrollgruppe	12	29.660	9.069	2.618
cervikal ges. gehobenes Gewicht t1	work hardening	6	279.9167	95.2494	38.8854
	kontrollgruppe	12	262.2917	59.4694	17.1673
Cervikal-NewtonMeter,t1	work hardening	6	1675.067	569.990	232.697
	kontrollgruppe	12	1677.292	411.266	118.722
t1:Leistung = Arbeit / Zeit	work hardening	6	17.747	3.738	1.526
	kontrollgruppe	12	18.454	2.801	.809

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben ^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
lumbal ges. gehobenes Gewicht t1	Varianzen sind gleich	2,317	,147	-,843	16	,412	-85,833	101,857	-301,760	130,093
	Varianzen sind nicht gleich			-,920	12,771	,374	-85,833	93,255	-287,667	116,000
lumbal-NewtonMeter,t1	Varianzen sind gleich	2,322	,147	-,842	16	,412	-640,567	761,181	-2254,199	973,066
	Varianzen sind nicht gleich			-,919	12,765	,375	-640,567	697,016	-2149,197	868,064
t1: Leistung = Arbeit / Zeit	Varianzen sind gleich	1,469	,243	-,757	16	,460	-3,009	3,973	-11,430	5,413
	Varianzen sind nicht gleich			-,935	15,949	,364	-3,009	3,219	-9,835	3,817
cervikal ges. gehobenes Gewicht t1	Varianzen sind gleich	4,356	,053	,486	16	,634	17,6250	36,2855	-59,2969	94,5469
	Varianzen sind nicht gleich			,415	7,018	,691	17,6250	42,5064	-82,8348	118,0848
Cervikal-NewtonMeter,t1	Varianzen sind gleich	2,284	,150	-,010	16	,993	-2,225	233,351	-496,908	492,458
	Varianzen sind nicht gleich			-,009	7,705	,993	-2,225	261,234	-608,676	604,226
t1:Leistung = Arbeit / Zeit	Varianzen sind gleich	2,202	,157	-,453	16	,657	-,707	1,562	-4,018	2,605
	Varianzen sind nicht gleich			-,409	7,919	,693	-,707	1,727	-4,696	3,282

a. Geschlecht = weiblich

Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1. Unterscheiden sich die Mittelwertsdifferenzen (t1 – t0).T-Test für unabhängige Stichproben. Lumbal- und Cervikaltest.

Gruppenstatistiken^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Diff. Lumbaltest	work hardening	40	136,7875	306,1806	48,4114
Gesamtgewicht in kg	kontrollgruppe	42	66,6429	302,4892	46,6751
Diff Lumbaltest Arbeit (nm)	work hardening	40	1059,116	2264,3324	358,0224
	kontrollgruppe	42	460,4119	2299,4863	354,8184
Diff. Lumbaltest Leistung (Watt)	work hardening	40	1,6409	13,4021	2,1191
	kontrollgruppe	42	2,4426	9,8404	1,5184
Diff. Cervikaltest	work hardening	40	137,6000	137,9141	21,8061
Gesamtgewicht in kg	kontrollgruppe	42	80,2857	118,9468	18,3539
Differenz Cervikaltest Arbeit (nm)	work hardening	40	842,8046	840,5970	132,9101
	kontrollgruppe	42	514,0643	756,6350	116,7513
Differenz Cervikaltest Leistung (watt)	work hardening	40	3,1210	5,8845	,9304
	kontrollgruppe	42	3,0078	3,9321	,6067

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben ^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Diff. Lumbaltest Gesamtgewicht in kg	Varianzen sind gleich	,176	,676	1,043	80	,300	70,1446	67,2274	-63,6421	203,9314
	Varianzen sind nicht gleich			1,043	79,698					
Diff Lumbaltest Arbeit (nm)	Varianzen sind gleich	,061	,806	1,187	80	,239	598,7043	504,2515	-404,7881	1602,197
	Varianzen sind nicht gleich			1,188	79,908					
Diff. Lumbaltest Leistung (Watt)	Varianzen sind gleich	3,313	,072	-,310	80	,758	-,8017	2,5877	-5,9514	4,3480
	Varianzen sind nicht gleich			-,308	71,420					
Diff. Cervikaltest Gesamtgewicht in kg	Varianzen sind gleich	1,828	,180	2,018	80	,047	57,3143	28,3990	,7986	113,8300
	Varianzen sind nicht gleich			2,011	77,048					
Differenz Cervikaltest Arbeit (nm)	Varianzen sind gleich	1,262	,265	1,863	80	,066	328,7403	176,4492	-22,4047	679,8853
	Varianzen sind nicht gleich			1,858	78,148					
Differenz Cervikaltest Leistung (watt)	Varianzen sind gleich	1,257	,266	,103	80	,918	,1132	1,1003	-2,0765	2,3030
	Varianzen sind nicht gleich			,102	67,595					

a. Geschlecht = männlich

Gruppenstatistiken^a

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Diff. Lumbaltest Gesamtgewicht in kg	work hardening	6	66,0000	126,1630	51,5058
	kontrollgruppe	12	105,7083	204,0081	58,8921
Diff Lumbaltest Arbeit (nm)	work hardening	6	478,3167	957,2635	390,8012
	kontrollgruppe	12	611,0583	1457,1057	420,6302
Diff. Lumbaltest Leistung (Watt)	work hardening	6	2,0003	6,3910	2,6091
	kontrollgruppe	12	4,0170	9,9790	2,8807
Diff. Cervikaltest Gesamtgewicht in kg	work hardening	6	60,4167	31,0361	12,6704
	kontrollgruppe	12	,9167	89,2825	25,7736
Differenz Cervikaletest Arbeit (nm)	work hardening	6	361,5500	185,7140	75,8174
	kontrollgruppe	12	5,4750	524,3162	151,3570
Differenz Cervikaltest Leistung (watt)	work hardening	6	1,6527	3,4245	1,3981
	kontrollgruppe	12	,1600	3,0704	,8863

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben ^a

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Diff. Lumbaltest Gesamtgewicht in kg	Varianzen sind gleich	3,415	,083	-,433	16	,671	-39,7083	91,6343	-233,9643	154,5476
	Varianzen sind nicht gleich			-,508	14,981					
Diff Lumbaltest Arbeit (nm)	Varianzen sind gleich	1,296	,272	-,201	16	,843	-132,7417	660,6873	-1533,34	1267,853
	Varianzen sind nicht gleich			-,231	14,469					
Diff. Lumbaltest Leistung (Watt)	Varianzen sind gleich	,528	,478	-,448	16	,660	-2,0166	4,5063	-11,5695	7,5362
	Varianzen sind nicht gleich			-,519	14,695					
Diff. Cervikaltest Gesamtgewicht in kg	Varianzen sind gleich	4,695	,046	1,565	16	,137	59,5000	38,0175	-21,0935	140,0935
	Varianzen sind nicht gleich			2,072	15,028					
Differenz Cervikaltest Arbeit (nm)	Varianzen sind gleich	4,625	,047	1,593	16	,131	356,0750	223,4820	-117,6858	829,8358
	Varianzen sind nicht gleich			2,103	15,119					
Differenz Cervikaltest Leistung (watt)	Varianzen sind gleich	,000	,999	,937	16	,363	1,4926	1,5926	-1,8836	4,8689
	Varianzen sind nicht gleich			,902	9,155					

a. Geschlecht = weiblich

AD 3.6 ULTRASCHALLTOPOMETRIE MIT COORDINATE MEASURING SYSTEM (CMS)

Mann Whitney Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung des Geschlechtsunterschieds zu t0

Statistik für Test^a

	zebris Flexion pelvic t0	zebris Flexion lumbal t0	Zebris Flexion thorakal t0	zebris Extension pelvic t0	zebris Extension lumbal t0	zebris Extension thorakal t0	zebris Lateralflexion li Gesamt t0	zebris Lateralflexion re Gesamt t0
Mann-Whitney-U	832,000	757,500	1047,500	768,000	1143,500	1046,000	882,000	969,500
Wilcoxon-W	1132,000	5707,500	5703,500	1068,000	1443,500	1322,000	1182,000	1269,500
Z	-2,273	-2,751	-,381	-2,684	-,284	-,316	-1,956	-1,396
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,023	,006	,704	,007	,776	,752	,050	,163

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Mann Whitney Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung des Geschlechtsunterschieds zu t1

Statistik für Test^a

	zebris Flexion pelvic t1	zebris Flexion lumbal t1	Zebris Flexion thorakal t1	zebris Extension pelvic t1	zebris Extension lumbal t1	zebris Extension thorakal t1	zebris Lateralflexion li Gesamt t1	zebris Lateralflexion re Gesamt t1
Mann-Whitney-U	490,500	645,500	657,500	566,500	628,000	596,000	518,500	457,500
Wilcoxon-W	643,500	4048,500	3738,500	719,500	799,000	3677,000	689,500	628,500
Z	-1,917	-,831	-,418	-1,212	-,988	-,995	-1,972	-2,520
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,055	,406	,676	,225	,323	,320	,049	,012

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Mann Whitney Test - Unterschied Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zu t1 (Männer und Frauen gemeinsam).

Ränge

	interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Zebris Flexion thorakal t1	work hardening	44	43,65	1920,50
	kontrollgruppe	52	52,61	2735,50
	Gesamt	96		
zebris Flexion lumbal t1	work hardening	46	47,80	2199,00
	kontrollgruppe	54	52,80	2851,00
	Gesamt	100		
zebris Flexion pelvic t1	work hardening	46	55,54	2555,00
	kontrollgruppe	53	45,19	2395,00
	Gesamt	99		
zebris Extension thorakal t1	work hardening	44	45,91	2020,00
	kontrollgruppe	52	50,69	2636,00
	Gesamt	96		
zebris Extension lumbal t1	work hardening	46	54,64	2513,50
	kontrollgruppe	54	46,97	2536,50
	Gesamt	100		
zebris Extension pelvic t1	work hardening	46	51,98	2391,00
	kontrollgruppe	53	48,28	2559,00
	Gesamt	99		
zebris Lateralflexion li Gesamt t1	work hardening	46	55,83	2568,00
	kontrollgruppe	54	45,96	2482,00
	Gesamt	100		
zebris Lateralflexion re Gesamt t1	work hardening	46	49,92	2296,50
	kontrollgruppe	54	50,99	2753,50
	Gesamt	100		

Statistik für Test^a

	Zebris Flexion thorakal t1	zebris Flexion lumbal t1	zebris Flexion pelvic t1	zebris Extension thorakal t1	zebris Extension lumbal t1	zebris Extension pelvic t1	zebris Lateralflexion li Gesamt t1	zebris Lateralflexion re Gesamt t1
Mann-Whitney-U	930,500	1118,000	964,000	1030,000	1051,500	1128,000	997,000	1215,500
Wilcoxon-W	1920,500	2199,000	2395,000	2020,000	2536,500	2559,000	2482,000	2296,500
Z	-1,571	-,858	-1,790	-,839	-1,319	-,639	-1,697	-,184
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,116	,391	,074	,402	,187	,523	,090	,854

a. Gruppenvariable: interventionsform

Entwicklung der Wirbelsäulenbeweglichkeit - Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1 mit Wilcoxon Test. (Männer).

Statistik für Test^{c,d}

	zebris Flexion pelvic t1 - zebris Flexion pelvic t0	zebris Flexion lumbal t1 - zebris Flexion lumbal t0	Zebris Flexion thorakal t1 - Zebris Flexion thorakal t0	zebris Lateralflexion li Gesamt t1 - zebris Lateralflexion li Gesamt t0	zebris Lateralflexion re Gesamt t1 - zebris Lateralflexion re Gesamt t0
Z	-2.898 ^a	-2.479 ^a	-1.164 ^b	-1.859 ^a	-.335 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.004	.013	.244	.063	.738

- a. Basiert auf negativen Rängen.
- b. Basiert auf positiven Rängen.
- c. Wilcoxon-Test
- d. interventionsform = work hardening

Statistik für Test^{c,d}

	zebris Flexion pelvic t1 - zebris Flexion pelvic t0	zebris Flexion lumbal t1 - zebris Flexion lumbal t0	Zebris Flexion thorakal t1 - Zebris Flexion thorakal t0	zebris Lateralflexion li Gesamt t1 - zebris Lateralflexion li Gesamt t0	zebris Lateralflexion re Gesamt t1 - zebris Lateralflexion re Gesamt t0
Z	-2.005 ^a	-.164 ^a	-1.612 ^b	-1.642 ^b	-1.486 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.045	.870	.107	.100	.137

- a. Basiert auf negativen Rängen.
- b. Basiert auf positiven Rängen.
- c. Wilcoxon-Test
- d. interventionsform = kontrollgruppe

Entwicklung der Wirbelsäulenbeweglichkeit - Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1 mit Wilcoxon Test. (Frauen).

Statistik für Test^{c,d}

	zebris Flexion pelvic t1 - zebris Flexion pelvic t0	zebris Flexion lumbal t1 - zebris Flexion lumbal t0	Zebris Flexion thorakal t1 - Zebris Flexion thorakal t0	zebris Lateralflexion li Gesamt t1 - zebris Lateralflexion li Gesamt t0	zebris Lateralflexion re Gesamt t1 - zebris Lateralflexion re Gesamt t0
Z	-2.207 ^a	-.210 ^a	-1.472 ^a	-.412 ^a	-1.992 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.027	.833	.141	.680	.046

- a. Basiert auf negativen Rängen.
- b. Basiert auf positiven Rängen.
- c. Wilcoxon-Test
- d. interventionsform = work hardening

Statistik für Test^{d,e}

	zebris Flexion pelvic t1 - zebris Flexion pelvic t0	zebris Flexion lumbal t1 - zebris Flexion lumbal t0	Zebris Flexion thorakal t1 - Zebris Flexion thorakal t0	zebris Lateralflexion li Gesamt t1 - zebris Lateralflexion li Gesamt t0	zebris Lateralflexion re Gesamt t1 - zebris Lateralflexion re Gesamt t0
Z	.000 ^a	-.432 ^b	-.824 ^c	-.051 ^c	-1.116 ^c
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	1.000	.665	.410	.959	.264

- a. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.
- b. Basiert auf negativen Rängen.
- c. Basiert auf positiven Rängen.
- d. Wilcoxon-Test
- e. interventionsform = kontrollgruppe

AD 3.7.1. SCHOBER – TEST

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen beim Schober mit Mann-Whitney-Test; Intervention vs. Kontrolle

Ränge

	interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Differenz	work hardening	48	49.31	2367.00
Schobermaß t1 - t0	kontrollgruppe	53	52.53	2784.00
	Gesamt	101		

Statistik für Test^a

	Differenz Schobermaß t1 - t0
Mann-Whitney-U	1191.000
Wilcoxon-W	2367.000
Z	-.577
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.564

a. Gruppenvariable: interventionsform

AD 3.7.2. FINGER-BODEN-ABSTAND

Ränge

	Geschlecht	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Finger-Boden- Abstand,cm.t0	männlich	99	62.22	6160.00
	weiblich	25	63.60	1590.00
	Gesamt	124		
Finger-Boden- Abstand,cm.t1	männlich	86	51.82	4456.50
	weiblich	18	55.75	1003.50
	Gesamt	104		

Statistik für Test^a

	Finger-Bo den-Abst and,cm.t0	Finger-Bo den-Abst and,cm.t1
Mann-Whitney-U	1210.000	715.500
Wilcoxon-W	6160.000	4456.500
Z	-.172	-.509
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.863	.611

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen beim FBA mit Mann-Whitney-Test; Intervention vs. Kontrolle

Ränge

	interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Fba differenz t0 minus t1	work hardening	48	51.17	2456.00
	kontrollgruppe	53	50.85	2695.00
	Gesamt	101		

Statistik für Test^a

	Fba differenz t0 minus t1
Mann-Whitney-U	1264.000
Wilcoxon-W	2695.000
Z	-.055
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.956

a. Gruppenvariable: interventionsform

AD 3.7.3 STRAIGHT LEG RAISING- TEST

Geschlechtsspezifischer Unterschied zu den Messzeitpunkten t0 und t1, überprüft mit Mann Whitney Test

Ränge

interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme	
Straight-leg-raising, li, Gradj.t0	work hardening	48	53.04	2546.00
	kontrollgruppe	53	49.15	2605.00
	Gesamt	101		
Straight-leg-raising, re, Gradj.t0	work hardening	48	52.65	2527.00
	kontrollgruppe	53	49.51	2624.00
	Gesamt	101		
Straight-leg-raising, li, Gradj.t1	work hardening	48	46.07	2211.50
	kontrollgruppe	51	53.70	2738.50
	Gesamt	99		
Straight-leg-raising, re, Gradj.t1	work hardening	48	48.56	2331.00
	kontrollgruppe	52	52.29	2719.00
	Gesamt	100		

Statistik für Test^a

	Straight-leg-raising, li, Gradj.t0	Straight-leg-raising, re, Gradj.t0	Straight-leg-raising, li, Gradj.t1	Straight-leg-raising, re, Gradj.t1
Mann-Whitney-U	1174.000	1193.000	1035.500	1155.000
Wilcoxon-W	2605.000	2624.000	2211.500	2331.000
Z	-.690	-.556	-1.411	-.686
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.490	.578	.158	.492

a. Gruppenvariable: interventionsform

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen SLR mit Mann-Whitney-Test; Intervention vs. Kontrolle

Ränge

	interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
SLR links Differenz t1 - t0	work hardening	48	44.66	2143.50
	kontrollgruppe	51	55.03	2806.50
	Gesamt	99		
SLR rechts Differenz t1 - t0	work hardening	48	48.49	2327.50
	kontrollgruppe	51	51.42	2622.50
	Gesamt	99		

Statistik für Test^a

	SLR links Differenz t1 - t0	SLR rechts Differenz t1 - t0
Mann-Whitney-U	967.500	1151.500
Wilcoxon-W	2143.500	2327.500
Z	-2.042	-.553
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.041	.580

a. Gruppenvariable: interventionsform

AD 3.7.4 BODY MASS INDEX

Geschlechtsspezifischer Unterschied zu den Messzeitpunkten t0 und t1, überprüft mit Mann Whitney Test

Ränge

	interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Body Mass Index.t0	work hardening	48	55.63	2670.00
	kontrollgruppe	54	47.83	2583.00
	Gesamt	102		
Body Mass Index.t1	work hardening	48	54.90	2635.00
	kontrollgruppe	54	48.48	2618.00
	Gesamt	102		

Statistik für Test^a

	Body Mass Index.t0	Body Mass Index.t1
Mann-Whitney-U	1098.000	1133.000
Wilcoxon-W	2583.000	2618.000
Z	-1.329	-1.094
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.184	.274

a. Gruppenvariable: interventionsform

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen BMI mit Mann-Whitney-Test; Intervention vs. Kontrolle

Ränge

interventionsform	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
BMI Differenz t0 - t1 work hardening	48	57.00	2736.00
kontrollgruppe	54	46.61	2517.00
Gesamt	102		

Statistik für Test^a

	BMI Differenz t0 - t1
Mann-Whitney-U	1032.000
Wilcoxon-W	2517.000
Z	-1.791
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.073

a. Gruppenvariable: interventionsform

AD 3.8 DER FUNKTIONSFORAGEBOGEN HANNOVER FFbH

Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1. T-Test für unabhängige Stichproben

Gruppenstatistiken

	interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	work hardening	48	83.8542	13.9556	2.0143
	kontrollgruppe	54	80.0926	17.8559	2.4299

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	Varianzen sind gleich	3.565	.062	1.175	100	.243	3.7616	3.2019	-2.5908	10.1140
	Varianzen sind nicht gleich			1.192	98.446	.236	3.7616	3.1562	-2.5015	10.0247

Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1. T-Test für abhängige Stichproben. (Männer und Frauen)

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Funktionskapazität (FFbH-R)	78.6356	102	15.8056	1.5650
	Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	81.8627	102	16.1709	1.6012

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Funktionskapazität (FFbH-R) - Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	-3.2271	12.9645	1.2837	-5.7736	-.6807	-2.514	101	.014

Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1. T-Test für abhängige Stichproben. (Männer)

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Funktionskapazität (FFbH-R)	80.3571	84	15.0658	1.6438
	Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	83.2837	84	14.7561	1.6100

a. Geschlecht = männlich

Test bei gepaarten Stichproben^a

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Funktionskapazität (FFbH-R) - Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	-2.9266	12.1483	1.3255	-5.5629	-.2902	-2.208	83	.030

a. Geschlecht = männlich

Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1. T-Test für abhängige Stichproben. (Frauen)

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Funktionskapazität (FFbH-R)	70.6019	18	17.1184	4.0348
	Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	75.2315	18	20.8320	4.9101

a. Geschlecht = weiblich

Test bei gepaarten Stichproben^a

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren 1	Funktionskapazität (FFbH-R) - Funktionskapazität-t1 (FFbH-R)	-4.6296	16.5984	3.9123	-12.8838	3.6246	-1.183	17	.253

a. Geschlecht = weiblich

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen (t1 – t0) mit T-Test für unabhängige Stichproben.

Gruppenstatistiken

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
FFBHDIF work hardening	48	3.2986	11.5623	1.6689
kontrollgruppe	54	3.1636	14.2035	1.9329

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
FFBHDIF	Varianzen sind gleich	.996	.321	.052	100	.958	.1350	2.5846	-4.9927	5.2628
	Varianzen sind nicht gleich			.053	99.267	.958	.1350	2.5536	-4.9318	5.2018

AD 3.9 DIE NUMERISCHE RATING SKALA FÜR SCHMERZEN (NRS).

Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1. T-Test für unabhängige Stichproben. (Männer und Frauen)

Gruppenstatistiken

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
SI.T1 work hardening	48	2.96	2.00	.29
kontrollgruppe	54	3.30	1.84	.25

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
SI.T1	Varianzen sind gleich	.001	.971	-.889	100	.376	-.34	.38	-1.09	.42
	Varianzen sind nicht gleich			-.885	96.081	.379	-.34	.38	-1.10	.42

Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1. T-Test für unabhängige Stichproben. (Männer)

Gruppenstatistiker^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
SI.T1 work hardening	42	2.98	2.09	.32
kontrollgruppe	42	3.00	1.78	.27

a. Geschlecht = männlich

Test bei unabhängigen Stichproben^a

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
SI.T1 Varianzen sind gleich	.199	.657	-.056	82	.955	-2.38E-02	.42	-.87	.82
SI.T1 Varianzen sind nicht gleich			-.056	79.990	.955	-2.38E-02	.42	-.87	.82

a. Geschlecht = männlich

Interventionsgruppe vs. Kontrollgruppe zum Messzeitpunkt t1. T-Test für unabhängige Stichproben. (Frauen)

Gruppenstatistiker^a

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
SI.T1 work hardening	6	2.83	1.33	.54
kontrollgruppe	12	4.33	1.72	.50

a. Geschlecht = weiblich

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
SI.T1	Varianzen sind gleich	.378	.548	-1.863	16	.081	-1.50	.81	-3.21	.21
	Varianzen sind nicht gleich			-2.038	12.820	.063	-1.50	.74	-3.09	9.26E-02

a. Geschlecht = weiblich

Verlauf über die Messzeitpunkte t0 und t1. Intervention vs. Kontrolle. Mit T-Test für abhängige Stichproben.

interventionsform = work hardening

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren	SI.T0	4.00	48	2.10	.30
1	SI.T1	2.96	48	2.00	.29

a. interventionsform = work hardening

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren	SI.T0 - SI.T1	1.04	2.17	.31	.41	1.67	3.321	47	.002

a. interventionsform = work hardening

interventionsform = kontrollgruppe

Statistik bei gepaarten Stichproben^a

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren	SI.T0	4.69	54	2.02	.27
1	SI.T1	3.30	54	1.84	.25

a. interventionsform = kontrollgruppe

Test bei gepaarten Stichproben^a

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren 1	SI.T0 - SI.T1	1.39	1.95	.26	.86	1.92	5.243	53	.000

a. interventionsform = kontrollgruppe

Vergleich der Mittelwertsdifferenzen (t0 minus t1) mit t-Test für unabhängige Stichproben.

Gruppenstatistiken

interventionsform	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
SIDIFF work hardening	48	1.0417	2.1729	.3136
kontrollgruppe	54	1.3889	1.9466	.2649

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
SIDIFF	Varianzen sind gleich	.714	.400	-.851	100	.397	-.3472	.4079	-1.1564	.4620
	Varianzen sind nicht gleich			-.846	95.071	.400	-.3472	.4105	-1.1622	.4678

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit alleine und ohne unerlaubter Hilfe angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde bzw. Fakultät vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

München,

(Prüfungsort, Abgabedatum)

.....

(Unterschrift)