

**DER CHRONISCHE LUNGENPATIENT IN DER STATIONÄREN REHABILITATION
UND DER AMBULANTEN NACHSORGE:
ERFOLG UND AKZEPTANZ EINES AUSDAUERTRAININGS MITTELS
NORDIC WALKING BEI COPD**

Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades
der philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von

Maike Marckwordt

Kiel

2006

Referent:	Prof. Dr. med. Hans Rieckert
Korreferent:	Prof. Dr. med. Burkhard Weisser
Tag der mündlichen Prüfung:	21.11.2006
Zum Druck genehmigt am:	06.12.2006
Durch den Prodekan:	Prof. Dr. Ludwig Steindorff

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
1 EINLEITUNG	1
1.1 COPD	2
1.2 Nordic Walking	8
1.3 Formulierung der Hypothesen	11
2 METHODE	13
2.1 Untersuchungspersonen	13
2.1.1 Einschlusskriterien	13
2.1.2 Ausschlusskriterien	13
2.1.3 Probandenaquise und Gruppeneinteilung	14
2.1.4 Gruppenprofile	15
2.2 Untersuchungsplan	15
2.3 Untersuchungsmaterial	17
2.3.1 Die Spiroergometrien	17
2.3.2 Die Fragebögen	17
2.4 Untersuchungsdurchführung	18
2.4.1 Durchführung der Spiroergometrien	19
2.4.2 Die Belastungsprofile	21
2.4.3 Durchführung der Befragungen mittels Fragebogen	21
2.5 Die Trainingsdurchführung	22
2.6 Statistische Auswertung	23
3 ERGEBNISSE	24
3.1 Die Gruppenprofile	25
3.1.1 Die FEV ₁ -Werte	25
3.1.2 Der Ruheblutdruck	26
3.1.3 Das Körpergewicht	28
3.1.4 Spaß an der Sportart	29
3.2 Die Entwicklung der Gruppen	30

3.2.1	Die Fahrradgruppe	30
3.2.2	Die Nordic-Walking-Gruppe	33
3.2.3	Die Fahrrad-Kontrollgruppe	35
3.2.4	Die Laufband-Kontrollgruppe	38
3.3	Gruppenvergleich der prozentualen Veränderung	40
3.3.1	Prozentuale Veränderung der maximalen Wattleistung	40
3.3.2	Prozentuale Veränderung der Wattleistung an der anaeroben Schwelle	41
3.3.3	Prozentuale Veränderung der Herzfrequenz	43
3.3.4	Prozentuale Veränderung der maximale Sauerstoffaufnahme	44
3.3.5	Prozentuale Veränderung der Laktatkonzentration	46
3.3.6	Das subjektive Belastungsempfinden	47
3.4	Die Fragebogenergebnisse	48
3.4.1	Katastrophisierende gesundheitsbezogenen Kognitionen	48
3.4.2	Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit	50
3.4.3	Depressivität	52
3.4.4	Die Lebensqualität	54
3.4.5	Sportaktivität	55
3.5	Zusammenhänge von Sportaktivität und Fragebogen-Ergebnissen und Lebensqualität	57
3.5.1	Zusammenhang von Sportaktivität und katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen	57
3.5.2	Zusammenhang von Sportaktivität und Leistungsfähigkeit	58
3.5.3	Zusammenhang Sportaktivität und Depressivität	58
3.5.4	Zusammenhang Sportaktivität und Lebensqualität	59
4	DISKUSSION	60
4.1	Kritik der Methode	60
4.1.1	Auswahl der Vergleichsparameter	60
4.1.2	Die Spiroergometrien	61
4.1.3	Die Messungen	64
4.1.4	Die Fragebogen-Erhebungen	65
4.1.5	Kritik der Probandenauswahl und Gruppenstruktur	66
4.1.6	Kritik des Trainingskonzeptes	68

III

4.2	Diskussion der Ergebnisse	69
4.2.1	Diskussion der Spiroergometrie-Ergebnisse	70
4.2.2	Diskussion der Sportaktivitäts-Ergebnisse	78
4.2.3	Diskussion der Fragebogenergebnisse	79
4.2.4	Diskussion der Lebensqualitäts-Ergebnisse	82
4.2.5	Diskussion der Zusammenhänge von Sportaktivität und Fragebogenergebnissen und Lebensqualität	82
4.3	Fazit	83
5	ZUSAMMENFASSUNG	86
6	LITERATURVERZEICHNIS	91
ANHANG A	– Fragebogen I und Fragebogen II	
ANHANG B	– Rohdatentabellen	
ANHANG C	– Einverständniserklärung und Informationsblatt	
DANKSAGUNG		
LEBENS LAUF		

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Schematische Darstellung des Untersuchungsplans	16
Abb. 2:	Durchführung des spiroergometrischen Belastungstests am Fahrradergometer	19
Abb. 3:	Durchführung des spiroergometrischen Belastungstests am Laufbandergometer	20
Abb. 4:	Grafische Darstellung der Entwicklung der FEV ₁ -Werte	25
Abb. 5:	Grafische Darstellung der Entwicklung des Körpergewichtes	28
Abb. 6:	Grafische Darstellung des Spaßes der Trainingsgruppen an der betriebenen Sportart	30
Abb. 7:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrradgruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle sowie der Herzfrequenz	31
Abb. 8:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrradgruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens	32
Abb. 9:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Nordic-Walking-Gruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz	33
Abb. 10:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Nordic-Walking-Gruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens	34
Abb. 11:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrrad-Kontrollgruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz	36
Abb. 12:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrrad-Kontrollgruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens	37
Abb. 13:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Laufband-Kontrollgruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz	38

Abb. 14:	Grafische Darstellung der Entwicklung der Laufband-Kontrollgruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens	39
Abb. 15:	Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der maximalen Wattleistung	40
Abb. 16:	Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der Wattleistung an der anaeroben Schwelle	42
Abb. 17:	Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der Herzfrequenz	44
Abb. 18:	Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme	45
Abb. 19:	Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der Laktatkonzentration	46
Abb. 20:	Grafische Darstellung der Veränderungen des subjektiven Belastungsempfindens	48
Abb. 21:	Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen	49
Abb. 22:	Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der subjektiven Leistungsfähigkeit	51
Abb. 23:	Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der Depressivität	53
Abb. 24:	Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der Beeinträchtigung der Lebensqualität	55
Abb. 25:	Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der Sportaktivität	56

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Mittelwerte und Standardabweichungen der FEV ₁ -Werte in Prozent des Solls und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	26
Tab. 2:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse der FEV ₁ -Werte In Prozent vom Soll	26
Tab. 3:	Mittelwerte und Standardabweichungen des systolischen Ruheblutdrucks und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	27
Tab. 4:	Mittelwerte und Standardabweichungen des diastolischen Ruheblutdrucks und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	27
Tab. 5:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse des Ruheblut-Druckes	28
Tab. 6:	Mittelwerte und Standardabweichungen des Körpergewich-tes und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	29
Tab. 7:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zum Körperge-Wicht	29
Tab. 8:	Spaß an der Sportart der beiden Trainingsgruppen	29
Tab. 9:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometrie-Werte der Fahrradgruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	31
Tab. 10:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometrie-werte der Nordic-Walking-Gruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	34
Tab. 11:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometrie-Werte der Fahrrad-Kontrollgruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	36
Tab. 12:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometrie-werte der Laufband-Kontrollgruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben	39
Tab. 13:	Mittlere prozentuale Veränderung der maximalen Wattleistung	40

Tab. 14:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur prozentualen Veränderung der maximalen Wattleistung	41
Tab. 15:	Mittlere prozentuale Veränderung der Wattleistung an der anaeroben Schwelle	42
Tab. 16:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur prozentualen Veränderung der Wattleistung an der anaeroben Schwelle	43
Tab. 17:	Mittlere prozentuale Veränderung der Herzfrequenz	43
Tab. 18:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur prozentualen Veränderung der Herzfrequenz	44
Tab. 19:	Mittlere prozentuale Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme	45
Tab. 20:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur prozentualen Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme	46
Tab. 21:	Mittlere prozentuale Veränderung der Laktatkonzentration	46
Tab. 22:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur prozentualen Veränderung der Laktatkonzentration	47
Tab. 23:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse des subjektiven Belastungsempfindens	47
Tab. 24:	Jahresverlauf der katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen (Punkteergebnisse des PRSS)	49
Tab. 25:	t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der Fragebogenwerte zu den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen	50
Tab. 26:	Jahresverlauf der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit	51
Tab. 27:	t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der Fragebogenwerte zur Leistungsfähigkeits-Selbsteinschätzung	52
Tab. 28:	Jahresverlauf der Depressivität	52
Tab. 29:	t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der Fragebogenwerte zur Depressivität	54
Tab. 30:	Jahresverlauf der Lebensqualität	54
Tab. 31:	Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur Sportaktivität	56
Tab. 32:	Jahresverlauf der Sportaktivität	56
Tab. 33:	t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der zur Veränderung der Sportaktivität	57

VIII

Tab. 34:	Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im PRSS-Fragebogen zu den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen	57
Tab. 35:	Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im Fragebogen zur Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit	58
Tab. 36:	Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im Fragebogen zur Depressivität	58
Tab. 37:	Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im SGRQ-Fragebogen zur krankheitsbezogenen Lebensqualität	59

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Effekten eines Ausdauertrainings in der stationären Rehabilitation mittels Nordic Walking auf Patienten mit COPD sowie der Entwicklung dieser Patienten während eines Jahres nach deren Entlassung.

Die allgemeinen positiven Auswirkungen eines Ausdauertrainings auf den menschlichen Organismus sind aus medizinischer Sicht unbestritten. Eine besondere Bedeutung kommt diesem auch für COPD-Patienten zu, die sich oft in einem Teufelskreis aus Atemnot, Schonung, Dekonditionierung und Verstärkung der Atemnot befinden, den es zu unterbrechen gilt. Deshalb ist ein Ausdauertraining fester Bestandteil der pneumologischen Rehabilitation. Etabliert ist das Fahrradergometertraining, das in vielen Studien untersucht und so in Bezug auf Trainingsdauer, -häufigkeit und -intensität optimiert wurde.

Nordic Walking ist die Trendsportart der letzten Jahre. Zahlreiche Kursanbieter, die überall wie Pilze aus dem Boden schießen, aber auch ehemalige Leistungssportler, Krankenkassen, Sportwissenschaftler und Mediziner preisen die vermeintlichen Vorteile des Gehens am Stock gegenüber anderen Ausdauersportarten. Nordic Walking scheint der perfekte Kompromiss aus Belastung und Schonung zu sein. Aufgrund seiner zahlreichen Vorteile wird es inzwischen auch in der Rehabilitation eingesetzt. Herzpatienten, Patienten mit Erkrankungen des Bewegungsapparates und immer öfter auch Atemwegspatienten gehen buchstäblich am Stock. Wissenschaftliche Untersuchungen in diesem Bereich sind aber immer noch rar gesät. Immerhin untersuchten Schöttler et al. (2005) Nordic Walking auf seine Präventiv-Sporttauglichkeit und erhielten mit Verbesserungen der körperlichen Ausdauer bei 93 % der Probanden ein hervorragendes Ergebnis. Außerdem gaben 63,1 % an, belastbarer für Stress und 58 % selbstbewusster zu sein.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist zu eruieren, ob ein Ausdauertraining mittels Nordic Walking bei COPD-Patienten messbare Vorteile gegenüber dem etablierten Fahrradtraining hat und so einen Beitrag zur Optimierung der pneumologischen Rehabilitation zu leisten.

Die vorliegende Studie unterteilt sich in vier Abschnitte:

- Im ersten Kapitel werden die für die Studie relevanten theoretischen Grundlagen ausgeführt, aus denen die Arbeitshypothesen resultieren
- Im zweiten Kapitel wird der Untersuchungsablauf dargestellt
- Im dritten Kapitel werden die Ergebnisse präsentiert
- Im vierten Kapitel werden die Ergebnisse mit einschlägiger Literatur verglichen und anhand der Arbeitshypothesen diskutiert.

Zum Verständnis der Untersuchung erfolgt zunächst ein kurzer Überblick über die für diese Studie relevanten Themenbereiche:

- Das Krankheitsbild COPD sowie die Bedeutung von Prävention, Rehabilitation und Lebensstiländerung für Patienten mit dieser Atemwegserkrankung
- Die Ausdauersportart Nordic Walking

1.1 COPD

COPD ist die englische Abkürzung für Chronic Obstructive Pulmonary Disease, was zu Deutsch soviel bedeutet wie chronisch obstruktive Lungenerkrankung. Die COPD ist die wichtigste Form der chronisch-obstruktiven Atemwegserkrankungen (Kroegel et al., 2005) und umfasst die chronische Bronchitis, das Lungenemphysem und deren Kombination, schließt aber das Asthma bronchiale aus (Worth et al., 2002). Zu den Symptomen gehören chronischer Husten, Auswurf und chronische Luftnotsymptomaten unterschiedlicher Ausprägung. „COPD ist eine chronische, progrediente Erkrankung mit lebenslangem Verlauf“ (Gillissen, 2003, Seite 257).

Allein in Deutschland sind mehr als 5 Millionen Menschen daran erkrankt (Wirtz, 2005), von denen jedes Jahr 20.000 bis 30.000 an COPD versterben (Kolenda, 2005). Weltweit nimmt diese Krankheit Rang vier der häufigsten Todesursachen ein. Damit ist die COPD als Volkskrankheit zu bezeichnen, die weiter um sich greift und nach Kroegel et al. (2005), Wirtz (2005) und Kardes (2004) vermutlich im Jahr 2020 bereits als dritthäufigste Todesursache zu nennen sein wird. Dabei hat die COPD

bereits jetzt eine enorme sozioökonomische Bedeutung und verursacht dem Gesundheitssystem und der Volkswirtschaft Kosten in Milliardenhöhe.

Bei COPD handelt es sich um einen chronisch-entzündlichen Prozess. Kolenda (2005) schreibt dazu: „90 % der Krankheitsfälle an COPD werden durch das Rauchen verursacht“ (S. 16). Aber auch Schadstoffe wie Asbest, Kohle sowie Staub von Getreide, Holz, Metallen, Baumwolle etc. spielen Untersuchungen zufolge eine Rolle.

Typischerweise setzt zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr als Zeichen einer beginnenden oder fortschreitenden COPD ein produktiver Husten ein. Gleichzeitig nimmt die Zahl der Zilien in den Hauptbronchien ab, während die Schleimdrüsen sich vermehren. Außerdem kommt es zu Entzündungen, Epithelveränderungen, Fibrose und Sekretstaus in den peripheren Atemwegen sowie einer Hypertrophie der Bronchialmuskulatur mit entsprechenden Gefäßveränderungen. Die peripheren Atemwege verlieren an Flexibilität, Elastizität und Gasaustauschoberfläche.

Die Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) teilt die Erkrankung in Stadien ein:

Schweregrad I (leicht):	$FEV_1 >$	80 % des Solls
Schweregrad II (mittel):	$FEV_1 =$	50 – 80 % des Solls
Schweregrad III (schwer):	$FEV_1 =$	30 – 50 % des Solls
Schweregrad IV (sehr schwer):	$FEV_1 <$	30 % des Solls

Der FEV_1 -Wert ist das forcierte Expirationsvolumen einer Sekunde, also die Luft, die der Patient in einer Sekunde maximal auszustoßen in der Lage ist. Da diese Menge auch abhängig ist von Einflussfaktoren wie Alter, Größe etc., erfolgt eine Angabe in % des individuellen Sollwertes. Die Symptom-Beeinträchtigung und die Therapie unterscheiden sich zwischen den Schweregraden beträchtlich.

Grundlage für die vorliegende Studie waren Patienten der Stadien I und II, also mit nur leicht bis mittelgradiger Obstruktion. „Bei Patienten mit mäßiggradiger chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung hängt die Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit nicht in erster Linie vom Schweregrad der obstruktiven

Ventilationsstörung ab. Es zeigt sich vielmehr, dass eine verminderte Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems und eine reduzierte metabolische Kraft der peripheren Skelettmuskulatur i.S. eines Trainingsmangels vorliegen“ (Müller, 2000, S. 92). Aufgrund dieser Erkenntnis stellt das körperliche Training neben der medikamentösen Therapie die wichtigste Waffe im Kampf gegen die COPD dar. Oft wird die bei Anstrengung auftretende Atemnot vom Patienten gar nicht der Atemwegserkrankung, sondern der Belastung zugeschrieben (Müller, 2000). Der Patient schont sich und der erwähnte Teufelskreis beginnt. Diesen zu unterbrechen, hat sich die Rehabilitation verschrieben.

Grundsätzlich ist „Rehabilitation eine Maßnahme, die das Ziel hat, Schädigungen, Beeinträchtigungen und Behinderungen entgegenzuwirken, zu bessern beziehungsweise zu beseitigen und eine soziale Integration zu erreichen“ (Kolenda 2005, S. 24). Die etablierte pneumologische Rehabilitation besteht aus Patientenschulung, Optimierung der medikamentösen Therapie, Atemgymnastik, physikalischer Therapie sowie gegebenenfalls Diätberatung und Nichtrauchererschulung und kann in diesem Sinne mit der Tertiärprävention gleichgesetzt werden.

Unter (Primär-) Prävention versteht man die Krankheitsverhütung beim Gesunden. Petro (2000) unterscheidet diese von der Sekundär- und Tertiärprävention. Während die Sekundärprävention der Verhinderung der Manifestation der Krankheit entspricht, handelt es sich bei der Tertiärprävention um den Gegenstand dieser Arbeit: Die (pneumologische) Rehabilitation. Diese „Wiederbefähigung“ des Kranken soll neben der akuten Besserung und optimalen medikamentösen Einstellung die Progredienz der Krankheit durch einen Abbau von Risikofaktoren und Änderungen des Lebensstils verhindern. Wichtige und die Gesundheit beeinträchtigende Lebensstilbereiche sind nach Ornish (1990) die Ernährung, das Rauchverhalten, das Stressmanagement und die körperliche Aktivität. Ezzati et al (2002) nennen Nikotinabusus, Bluthochdruck, Alkohol, Hypercholesterinämie, Übergewicht, obst- und gemüsearme Ernährung sowie körperliche Inaktivität als die wichtigsten generellen Risikofaktoren in den Industrieländern. Der Lebensstil spielt auch und gerade bei chronischen Erkrankungen eine wichtige Rolle. In Bezug auf den chronisch Kranken geht es nach Yris (2003) darum, einen Nikotinabusus

einzudämmen, die Motivation zu stärken, Stress abzubauen, das Verhaltensrepertoire zu erweitern und dem Patienten Wissen zu vermitteln.

Ornish et al. (1990) wiesen nach, dass eine Änderung im Lebensstil bei Patienten mit Koronarer Herzkrankheit binnen eines Jahres zu einer deutlichen Verbesserung der Krankheit sowie einem Rückgang von Folgeerkrankungen und Komplikationen führte. Bei Atemwegspatienten steht eindeutig die Raucherentwöhnung im Mittelpunkt. Gelingt es, mit dem Rauchen aufzuhören, führt dies – unabhängig vom Lebensalter – zu einer Verminderung des FEV₁-Abfalles, einer Besserung der Symptome sowie einer höheren Lebenserwartung im Vergleich zu Weiter-Rauchern (Wirtz, 2005).

Wie bereits erwähnt spielt aber auch die Rekonditionierung des durch Schonung dekonditionierten Patienten eine wichtige Rolle. Zahlreiche Studien haben erwiesen, dass ein Ausdauertraining bei COPD-Patienten hervorragende Effekte auf die Leistungsfähigkeit, die psychosozialen Begleiterscheinungen der Krankheit und damit auf die Lebensqualität des Kranken hat.

„Damit eine Bewegungsform die gewünschten Effekte auf die Atmung und den Kreislauf auslöst, müssen mehr als 1/6 der gesamten Muskelmasse mit geringem bis mäßigem Krafteinsatz gleichmäßig über längere Zeit bewegt werden können“ (Petro, 2000, Seite 569). Diese Anforderungen erfüllt das allgemeine aerobe Langzeitausdauertraining, das für die vorliegende Arbeit mit den Patienten durchgeführt wurde. „Unter Ausdauer wird die psycho-physische Ermüdungswiderstandsfähigkeit (...) verstanden“ (Weineck, 2004, S. 247). Allgemein definiert sich über den Anteil der beteiligten Muskulatur, der eben über 1/6 bis 1/7 der Gesamtmuskulatur liegt. Aerob bedeutet, dass der angebotene Sauerstoff ausreicht, um eine oxidative Energiegewinnung zu gewährleisten. Und Langzeit (auch Grundlagenausdauer) schließlich bezieht sich auf die Belastungsdauer, die über 30 Minuten liegen soll.

Als Maß für die allgemeine aerobe Langzeitausdauer gelten die maximale Sauerstoffaufnahme sowie die Wattzahl an der anaeroben Schwelle (Weineck, 2004). Unbestritten ist, dass ein solches Ausdauertraining durch zahlreiche physiologische Anpassungen zu einer Ökonomisierung aller Organfunktionen führt,

eine zu schnelle Erschöpfung verhindert und eine raschere Erholung nach Belastungen gewährleistet. Besonders geeignet sind zyklische Bewegungsformen wie Gehen, Laufen, Radfahren und Schwimmen.

Als Trainingsadaptation kommt es neben einer Erhöhung der maximalen Leistung und Sauerstoffaufnahme, zu einer Verminderung der Laktatkonzentration bei gleicher Belastung. Dies spielt für COPD-Patienten eine besondere Rolle. Hohe Laktatkonzentrationen im Blut werden über die Bikarbonat-Pufferung zu CO_2 umgewandelt und abgeatmet. Das bedeutet, je mehr Laktat, desto stärker das Signal an das Atemzentrum die Ventilation zu steigern. Dieser erhöhte Ventilationsbedarf aber sowie die für diesen erhöhten Ventilationsbedarf zusätzlich erhöhte Atemarbeit, begründen neben dem Trainingsmangel die verminderte Belastbarkeit von COPD-Patienten (vgl. Müller, 2000, Seite 93). Verschiedene Studien ergaben, dass die Leistungsfähigkeit bei COPD-Patienten nur durch eine Verminderung des Ventilationsbedarfes gesteigert werden kann. Patessio und Donner (1994): Die einzige Möglichkeit, den Ventilationsbedarf zu reduzieren, ist die CO_2 -Bildung zu vermindern (vgl. Seite 155). Und je trainierter ein Organismus ist, desto geringer die Laktatproduktion bei derselben Belastung und desto geringer auch der CO_2 -Anfall.

Eine weitere wichtige Reaktion auf ein Ausdauertraining sind Anpassungen des Herz-Kreislaufsystems. Die Herzfrequenz sinkt bei gleicher Belastung durch eine vegetative Umstellung mit Reduzierung des Sympatiko-Tonus. „Dadurch wird der systolische Blutdruck vermindert“ (Rieckert, 2004). Nach Löllgen (2000) sinkt auch der Belastungsblutdruck durch ein Ausdauertraining ab, während er und die Amplitude mit zunehmendem Alter ansteigen. Der Normal-Ruhewert eines jungen Menschen entspricht 120/80. Bei Ausdauertrainierten ist sowohl der systolische als auch der diastolische Blutdruck gegenüber Normalpersonen erniedrigt. Dies liegt in erster Linie an der durch Ausdauertraining bewirkten vegetativen Verschiebung vom Sympathikus in Richtung des Parasympathikus, der für die Weitstellung der Gefäße zuständig ist. Außerdem tragen „Veränderungen im Bereich des Herzminutenvolumens (...) und der elastische Widerstand der Gefäße“ (Weineck, 2004, S. 155) ihren Teil dazu bei. Ist der Blutdruck krankhaft erhöht, liegt also eine Hypertonie (Systolischer Druck >150, Diastolischer >95) vor, treten erheblich höhere Belastungsdrücke auf als beim Gesunden, die sich auch langsamer wieder erholen.

Durch ein gezieltes Ausdauertraining wird nun aber der Sympathico-Tonus herabgesetzt, der für eine Engstellung der Gefäße verantwortlich ist. Dadurch ist es möglich „...bei mäßiger Hypertonie, den Blutdruck durch ein Ausdauertraining zu senken“ (Rieckert, 1991). Dieser Umstand ist von besonderer Wichtigkeit, wenn man bedenkt, dass ein großer Teil der COPD-Patienten nicht an ihrer Atemwegserkrankung sondern an einer Koronaren Herzerkrankung verstirbt (Kolenda, 2005).

Doch auch auf die Psyche hat ein Ausdauertraining positive Auswirkungen. Für COPD-Patienten spielen vor allem Depressivität, Hoffnungslosigkeit und Pessimismus (Donner et al., 1997) sowie die Angst vor Luftnot und mangelndes Selbstvertrauen (Patessio und Donner, 1994) eine Rolle. Möller (1999) und Lehr (2000) fanden, dass regelmäßige körperliche Aktivität zu einer Verbesserung emotionaler Zustände führt. So sanken Depressivität und Ängstlichkeit der Testpersonen deutlich ab und lagen schließlich nicht mehr über dem Bevölkerungsmittel.

Da ein Ausdauertraining seine positiven Effekte nur entfalten kann, wenn es langfristig betrieben wird, spielt die Nachbetreuung von Patienten nach der stationären Rehabilitation eine immer größere Rolle. Lungensportgruppen sollen Menschen mit Atemwegserkrankungen an ihrem Wohnort Unterstützung und auf sie zugeschnittene Trainingskonzepte bieten (Kolenda, 2002). Leider ist es – im Gegensatz zu dem inzwischen breiten Angebot an Herzsportgruppen – für Lungenpatienten vielerorts noch immer schwierig, eine entsprechende Versorgung an ihrem Heimatort zu erhalten. Dabei belegen diverse Studien die enorme Bedeutung einer Nachbetreuung um die Reha-Effekte möglichst lange zu erhalten. Dabei steht ein Ausdauertraining deutlich mehr im Zentrum als die ärztliche und medikamentöse Versorgung. So attestiert Meyer (2003) für die ambulante Betreuung: „Die Verbesserung der Dyspnoe, einem wesentlichen Merkmal dieser Erkrankung, durch körperliches Training übersteigt die Effekte von Medikamenten bei weitem“ (Seite 60).

1.2 Nordic Walking

Eine neue und immer populärer werdende Möglichkeit des Ausdauertrainings ist das Nordic Walking. Als „Erfinder“ des Walkens mit zwei Stöcken gelten finnische Spitzenathleten des Skilanglaufes. Hartnäckig hält sich die Theorie, dass diese, um möglichst sportartspezifisch und ohne Technikverschlechterung über die schneelosen Monate zu kommen, diese Form des Sommertrainings betrieben. Ob Legende oder nicht, die Technik des Nordic Walkens ist der des Langlaufes sehr ähnlich. Der Nordic-Walking-Boom hat sich in den letzten Jahren von Skandinavien aus bis in die USA und Japan ausgebreitet.

Nordic Walking – die korrekte Technik vorausgesetzt – trainiert in hohem Maße auch die Muskulatur des Oberkörpers, die bei den sonst oft betriebenen Ausdauersportarten Radfahren und Walken oder Joggen zu kurz kommt. Während beim Radfahren 50 % und beim Walken und Joggen 60 bis 70 % der Muskulatur involviert sind, aktiviert der Nordic Walker über 90 % (Stengel und Bartosch, 2004). Inwieweit die Trainingsbeteiligung des Oberkörpers besondere Bedeutung für Atemwegspatienten hat – in dem Sinne, dass die Atemhilfsmuskulatur mitgekräftigt wird – ist in der Literatur umstritten. Zwar fanden Ramirez-Samiento et al. (2002) und Beckermann et al. (2005) positive Effekte durch ein Training der Inspirationsmuskulatur, für die Atemhilfsmuskulatur sind solche Erfolge jedoch nicht bestätigt. Unbestritten ist jedoch, dass die Kraft und Ausdauer der peripheren Muskulatur für die Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten eine entscheidende Rolle spielen (Clark et al., 1996) und Donner et al. (1997) fanden, dass ein Training, das die Muskeln der Arme und des Schultergürtels einschließt, erfolgreicher ist als ein reines Unterkörpertraining. Nach Gosselink (1997) erhöht sich dadurch die Dyspnoe-Toleranz und den Patienten fallen Überkopf-Alltagstätigkeiten wie rasieren, kämmen etc., bei denen sich Atemnot und verminderte Leistungsfähigkeit besonders bemerkbar machen, wesentlich leichter.

Unbestritten ist auch, dass je mehr Muskulatur beteiligt ist, desto mehr Laktat produziert wird. Und ein Training mit höheren Laktatkonzentrationen führt nach Donner et al. (1997) zu besseren physiologischen Anpassungen im Sinne einer dauerhaften Verminderung der Laktatkonzentrationen bei gleicher Belastung. An

dieser Stelle sei auch noch einmal an das vorangegangene Kapitel und die Bedeutung des Ventilationsbedarfes bei COPD-Patienten erinnert.

Nach Duncan et al. (1991) und Lee & Pfaffenberger (1998) korreliert der generelle gesundheitliche Nutzen eines Trainings stark mit der Menge der pro Woche durch Sport verbrauchten Kalorien. Untersuchungen belegen, dass Nordic Walking im Vergleich zum Walking einen deutlich höheren Kalorienverbrauch hat (Porcari et al., 1997) – und das bei gleicher Gehgeschwindigkeit. Auch Schiebel et al. (2003) bestätigen, dass Nordic Walking aufgrund seines höheren Energieumsatzes und Trainingseffektes bei gleichem Anstrengungsgrad präventivmedizinisch dem Walken vorzuziehen ist. Zusätzlich stellten Porcari et al. fest, dass die Probanden die empfohlene Trainingsherzfrequenz mit den Stöcken leicht erreichten, während sie beim Walken ohne Stöcke so schnell gehen mussten, dass sie das Tempo als unangenehm empfanden. Mit entsprechendem Stockeinsatz erreicht der Nordic Walker nahezu Frequenzen wie beim (langsamen) Joggen, jedoch bei deutlich geringerem Belastungsempfinden (Stengel und Bartosch, 2004).

Lange Zeit wurde ein weiterer vermeintlicher Vorteil des Nordic Walking angepriesen: Durch den Stockeinsatz sollte die Belastung der Gelenke der unteren Extremitäten sowie der Hüfte um bis zu 26 % vermindert und auch die Wirbelsäule entlastet werden soll (Maurer, 2004). Deswegen wurde es besonders übergewichtigen Patienten und solchen mit Gelenkbeschwerden empfohlen. Neuere Studien ergaben jedoch, dass dieser Effekt mit maximal 4-10 % nahezu zu vernachlässigen ist. Betrachtet man die steigende Zahl der Osteoporosefälle (diese spielt auch bei COPD-Patienten nicht selten eine Rolle), so ist eine Belastung der Gelenke aber auch durchaus gewünscht. Entscheidend ist aber, dass – auch wenn die Herzfrequenz identisch sein mag – das Körpergewicht nur einfach auf den Gelenken lastet, während beim Joggen durch den Aufprall nach der Flugphase ein Vielfaches des Gewichtes auf Fuß, Knie, Hüfte und Bandscheiben einwirkt.

Ein weiterer Faktor, der das Nordic Walken – auch ohne die vermeintliche Gelenkentlastung – besonders für ältere, unsichere und mit Gleichgewichtsproblemen belastete Patienten geeignet macht, ist die erhöhte

Stabilität und empfundene größere Gangsicherheit sowie das tatsächlich geringere Sturzrisiko im Vergleich zum Gehen ohne Stöcke (Maurer, 2004).

Petro (2000) wehrt sich dagegen, dass medizinisches Training Lungenpatienten Spaß machen muss. Andererseits wird nur ein mit Spaß betriebenes Ausdauertraining langfristig von den Patienten betrieben werden. Und Nordic Walking scheint genau da – im Gegensatz zu vielen anderen Ausdauersportarten – entscheidende Vorteile zu haben. Bös (2000) verglich die Akzeptanz eines Walkingtrainings mit dem am Fahrradergometer und kommt zu dem Schluss, dass „Walking eine optimale Chance für den Einstieg in einen aktiveren Lebensstil“ (Seite 139) darstellt. Gründe hierfür sind unter anderem, dass sich Walken gut in den Alltag integrieren lässt, ein geselliger Sport ist, bei dem man sich mit anderen treffen und unterhalten kann. Schlechtes Wetter lässt sich durch entsprechende Kleidung bezwingen und die Kosten sind gering. All diese Vorteile hat auch das Nordic Walken. Andere klassische Ausdauersportarten bereiten da deutlich mehr Probleme: Schwimmen ist eigentlich der optimale Gesundheitssport, jedoch empfinden viele den Aufwand als zu groß. Nicht jeder hat ein Schwimmbad in der Nähe zudem ist man zeitlich an die Öffnungszeiten gebunden. Hinzu kommt bei vielen COPD-Patienten die Angst vor Erkältungen und Atemwegsinfekten. Das Fahrradtraining am Ergometer wird oft als langweilig empfunden, während die Belastung auf dem Fahrrad auf der Straße oft nur schwer steuerbar ist. Hinzukommen schlechtes Wetter und ebensolche Verkehrsbedingungen. Nach Worth et al. (2002) aber ist die Voraussetzung für einen Erhalt der Rehabilitations-Gewinne die regelmäßige und dauerhafte Weiterführung des körperlichen Trainings am Wohnort. Diesbezüglich wies – wie oben bereits erwähnt – Bös (2000) nach, dass Walken dem Radfahren diesbezüglich überlegen ist und auch in Bezug auf die Trainingseffekte hatten die Walker Vorteile gegenüber den Radfahrern. Vergleichende Untersuchungen von Walking und Nordic Walking zeigten, dass das Nordic Walken wiederum noch einmal weitreichendere Trainingseffekte (Karawan et al., 2001) hat als das Walken ohne Stöcke. Zudem bietet Nordic Walking ein Ganzkörpermuskeltraining mit teils ungeahnten positiven Nebenwirkungen. So zeigte sich in einer finnische Studie, dass Nordic Walking Schmerzen durch Verspannungen im Schulter-Nackebereich wirksamer beseitigte als Medikamente.

Schiebel et al (2003) resümieren, dass Nordic Walking aufgrund seines höheren Energieumsatzes und Trainingseffektes bei gleichem Anstrengungsgrad präventivmedizinisch dem Walken vorzuziehen ist.

Ein intensives Ausdauertraining führt zu Verbesserungen der körperlichen Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten. Für ein Fahrradergometertraining ist dieser Effekt in zahlreichen Studien bereits nachgewiesen worden. Nordic Walking scheint dem Radtraining sowohl in Bezug auf die Effektivität als auch auf die Chancen, nach der Reha fester Bestandteil des Patientenlebens zu werden, überlegen zu sein. Das sollte dazu führen, dass die Rehabilitationserfolge der Nordic Walker deutlicher ausfallen und sich länger bewahren lassen. Dadurch sind auch positive Effekte auf die Lebensqualität und die psychosozialen Beeinträchtigungen zu erwarten. Im Einzelnen lassen sich daraus folgende Hypothesen formulieren:

1.3 Formulierung der Hypothesen

H1: Der Rehabilitations-Effekt auf die spiroergometrisch ermittelten Parameter wird bei den Trainingsgruppen größer sein, als bei den Kontrollgruppen, wobei der Effekt bei den Nordic Walkern größer ist, als bei den Radfahrern. Nach einem Jahr werden sich die Werte wieder dem Ausgangswert annähern, wobei es den Nordic Walkern besser gelingt, das Post-Reha-Niveau zu bewahren, als den Radfahrern.

H2: Die beiden Trainingsgruppen werden nach ihrer Entlassung sportlich aktiver sein als zuvor, wobei die Nordic Walker pro Woche länger aktiv sind als die Radfahrer und ihr Training über einen längeren Zeitraum beibehalten.

H3: Der Reha-Effekt auf die

- a) katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen
- b) die Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit und
- c) die Depressivität

ist bei den Trainingsgruppen größer, als bei der Kontrollgruppe, wobei die Nordic Walker sich deutlicher verbessern, als die Radfahrer. Nach einem Jahr werden sich die Werte dem Ausgangsniveau wieder annähern, wobei die

Nordic Walker eine bessere Entwicklung nehmen als die Radfahrer und die Kontrollgruppe.

H4: Die Lebensqualität, gemessen durch den St. George Respiratory Questionnaire wird bei den beiden Trainingsgruppen deutlicher ausfallen, als bei der Kontrollgruppe, wobei sich die Nordic Walker stärker verbessern als die Radfahrer.

H5: Es bestehen Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und

- a) den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen
- b) der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit
- c) der Depressivität sowie
- d) der krankheitsspezifischen Lebensqualität gemessen durch den St. George Respiratory Questionnaire.

2 Methode

Die Daten für diese Arbeit wurden experimentell und mittels Fragebogenerhebung gewonnen. Der experimentelle Teil dieser Arbeit, die spiroergometrischen Belastungstests, wurde im Zeitraum zwischen Februar 2004 und Januar 2006 in der Lungenfunktion der Fachklinik Aukrug unter Mithilfe der medizinisch-technischen Assistentinnen Rita Kröger und Andrea Bünz-Ohrth durchgeführt. Die Erhebung der Fragebögen erfolgte zum einen während der stationären Rehabilitation der Probanden in der Fachklinik Aukrug, zum anderen – nach deren Entlassung – telefonisch. Das Ausdauertraining der Experimentalgruppen erfolgte täglich von Montag bis Freitag mit einer Netto-Trainingsdauer von 45 Minuten. Die Fahrradgruppe trainierte drinnen am Fahrradergometer, während die Nordic Walker durch den Wald des Klinikgeländes liefen. Die Methodik im Einzelnen:

2.1 Untersuchungspersonen

2.1.1 Einschlusskriterien

Aufnahme in die Studie fanden Patienten, die in der Fachklinik Aukrug ihre stationäre Rehabilitation erhielten und bei denen eine COPD im GOLD-Stadium I oder II als Haupt- oder Nebendiagnose vorlag. Eine Altersbegrenzung stellten die Geburtsjahrgänge 1940 bis 1970 dar. Da eine Nachuntersuchung nach einem Jahr erfolgen sollte, wurden aus Kostengründen für die Trainingsgruppen und die Fahrrad-Kontrollgruppe verstärkt Patienten aus Schleswig-Holstein und Hamburg rekrutiert.

2.1.2 Ausschlusskriterien

Patienten mit einer laufenden oder geplanten Rentenbewerberschaft wurden nicht aufgenommen, da hier motivationale Probleme zu befürchten waren. Außerdem stellten Krankheiten, die das Gehen und die korrekte Bedienung der Stöcke einschränkte oder unmöglich machten ein Ausschlusskriterium dar. Dazu gehörten Arm- und Schultersteifen, schwere Formen von Arthrose der unteren Extremitäten, schwere Wirbelsäulenschäden mit ausgeprägter radikulärer Symptomatik und

motorischen Paresen. Das gleiche galt für Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, da hier eine Ausbelastung am Ergometer kontraindiziert gewesen wäre.

2.1.3 Probandenaquise und Gruppeneinteilung

Die Zuteilung der Probanden erfolgte ohne Einflussmöglichkeit der Studienleitung über einen Randomplan. Dennoch soll im Folgenden die Vergleichbarkeit der Gruppen dargestellt werden. Zum Vergleich wurden die Daten zum Zeitpunkt der ersten Spiroergometrie gewählt.

Um herauszufinden, ob es in Bezug auf die untersuchten Parameter kurz- und oder langfristige Auswirkungen aufgrund der unterschiedlichen Ausdauertrainingsformen gab, waren zunächst zwei Gruppen nötig, die jeweils die zu untersuchenden Sportarten Nordic Walking beziehungsweise Fahrradfahren betrieben. Um zu eruieren, ob ein zusätzliches intensives Ausdauertraining während der stationären Rehabilitation tatsächlich Auswirkungen hat, wurde eine Kontrollgruppe eingeführt, die lediglich die etablierte stationäre Rehabilitation durchlief. Deren Spiroergometrien wurden am Fahrradergometer durchgeführt. Um auszuschließen, dass bereits die Wahl der Ergometerart (für die Radler das Fahrrad-, für die Nordic Walker der Laufbandergometer) die Ergebnisse beeinflusst, wurde während der laufenden Untersuchung eine zweite Kontrollgruppe eingeführt. Diese erhielt wie die erste Kontrollgruppe kein zusätzliches Ausdauertraining, wurde aber wie die Gruppe der Nordic Walker am Laufband spirometriert. Diese Gruppe wurde jedoch nicht nachuntersucht und auch nicht mittels Fragebogen befragt. Es ergaben sich also folgende Gruppen:

1. Trainingsgruppe Fahrrad(ergometer)
2. Trainingsgruppe Nordic Walking
3. Fahrrad(ergometer)-Kontrollgruppe
4. Laufband(ergometer)-Kontrollgruppe

Mittels Computer erstellte der Diplom-Psychologe Dr. Theissing (Fachklinik Aukrug) einen Randomplan, auf den die Studienleitung keinen Einfluss nehmen konnte. Nach diesem Plan wurde das den Ein- und Ausschlusskriterien entsprechende,

Patientenklientel – nach deren Einverständnis zur Teilnahme an der Studie – den einzelnen Gruppen zugeteilt.

2.1.4 Die Gruppenprofile

Die Fahrradgruppe umfasste 24 Personen im Alter zwischen 43 und 63 Jahren mit einem Altersmittel von 54,71. Der Größendurchschnitt lag bei 171,81 cm bei einem mittleren Gewicht von 81,75 Kg. Der zu Beginn des stationären Reha-Aufenthaltes ermittelte FEV₁-Wert lag bei 70,24 % des Sollwertes. Mit fünf Frauen und 19 Männern betrug der Frauenanteil 20,83 %.

Die 22 Teilnehmer der Nordic Walkinggruppe waren zwischen 37 und 60 Jahren alt, wobei der Durchschnitt bei 49,23 Jahren lag. Die Durchschnittsgröße betrug 171,59 cm, das Gewicht 82,83 Kg. Der FEV₁-Wert betrug 76,8 % des Solls. Der Frauenanteil betrug mit acht Frauen und 14 Männern 36,36 %.

Die Fahrrad-Kontrollgruppe bestand aus 14 Personen zwischen 43 und 61 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 52,71. Das Größenmittel lag bei 169,14 cm, das Gewicht bei 90,78 Kg. Der mittlere FEV₁-Wert wurde mit 72,59 % des Solls bestimmt. Mit 8 Frauen und 6 Männern waren 57,14 % der Probanden dieser Gruppe weiblichen Geschlechtes.

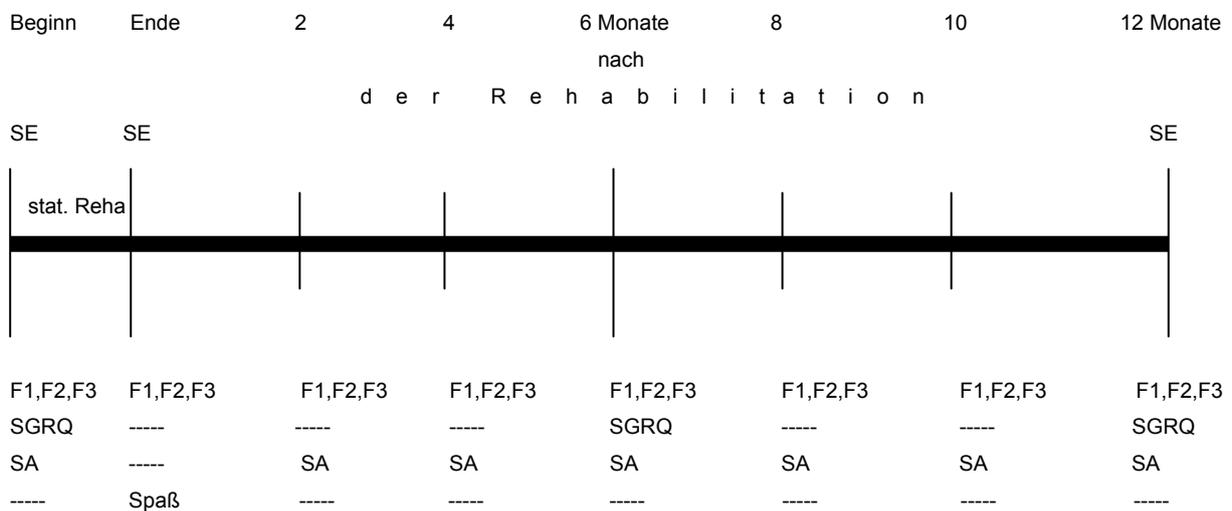
Die Laufband-Kontrollgruppe setzte sich aus 16 Personen zusammen. Die Jüngste war 39, die Älteste 59 Jahre alt, der Durchschnitt lag bei 49,81 Jahren. Die Größe betrug im Mittel 173,97 cm, das Gewicht 92,46 Kg. Der FEV₁-Wert lag bei 69,26 % des Solls, der Frauenanteil mit drei Frauen und 13 Männern bei 18,75 %.

2.2 Untersuchungsplan

Untersucht wurden physische Parameter mittels spiroergometrischen Belastungstests und psychische Parameter und Lebensgewohnheiten mittels Fragebogen. Es fanden drei Belastungstests statt. Der Erste zu Beginn der stationären Rehabilitation, der Zweite am Tag vor der Abreise und ein Dritter ein Jahr nach der Entlassung. Die Fragebögen wurden zu insgesamt acht Zeitpunkten

erhoben. Am Tag der Anreise wurden mittels standardisierter Fragebögen Angaben zur Beeinträchtigungen der Lebensqualität, zu den um die COPD kreisenden Gedanken, der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit sowie der Depressivität erhoben. Außerdem wurde nach der bisherigen wöchentlichen Sportaktivität gefragt. Der zweite Befragungszeitpunkt lag am Tag vor der Abreise und erfasste noch einmal die katatrophisierenden Kognitionen, die Leistungsfähigkeit sowie die Depressivität. Außerdem wurden jetzt die Probanden der Ergometer- und Nordic Walkinggruppe gebeten, den Spaß an der von ihnen während der drei Wochen betriebenen Sportart zu benoten.

Weitere Befragungen erfolgten telefonisch zwei, vier, acht und zehn Monate nach der Entlassung. Bei diesen Telefonaten hatten die Probanden einen unausgefüllten Fragebogen vorliegen und wurden gebeten, auch jetzt nichts in dem Fragebogen anzukreuzen, sondern lediglich die Zahl zu nennen, die sie markieren würden. Ich, der ebenfalls ein leerer Fragebogen vorlag, notierte diese. Auf diese Weise wurden die Fragen zu den gesundheitsbezogenen Kognitionen, der Leistungsfähigkeit und der Depressivität sowie Angaben zur Sportaktivität erhoben.



- SE: Spiroergometrische Untersuchung
- F1: PRSS (Fragebogen zu katatrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen)
- F2: Fragebogen zur Leistungsfähigkeit
- F3: CES-D (Fragebogen zur Depressivität)
- SGRQ: SGRQ (St. George Respiratory Questionnaire zur Lebensqualität)
- SA: Sportaktivität
- Spaß: Spaß an der Sportart

Abb. 1: Schematische Darstellung des Untersuchungsplans

Nach sechs Monaten wurden die Probanden telefonisch aufgefordert, einen ihnen zu diesem Zwecke mitgegebenen Fragebogen auszufüllen. Dieser erhob neben den bereits gewohnten telefonisch erhobenen Fragen auch die krankheitsspezifische Lebensqualität, die zu Beginn der Reha schon einmal erfasst worden war. Die Bögen erhielt ich per Post in vorfrankierten und –adressierten Umschlägen.

Die letzte Erhebung erfolgte am Tag der Abschlussuntersuchung im Anschluss an die Spiroergometrie.

2.3 Untersuchungsmaterial

2.3.1 Die Spiroergometrien

Die Spiroergometrien wurden an Geräten der Firma VIASYS Healthcare aus Höchberg durchgeführt. Auf dem Laufband mit dem Modell Jäger h/p/cosmos mercury 4,0 LE 200 CE, auf dem Fahrrad mit dem Modell Ergometris 900. Die Atemgase wurden vom Oxycon Pro registriert, das EKG zeichnete das Jäger JECG 12 Ch auf. Die Blutgasanalyse sowie die Laktatmessung erfolgten über das Modell AVL Omni 9 der Firma Roche.

2.3.2 Die Fragebögen

Es wurden zur Befragung ausschließlich standardisierte Fragebögen verwendet. Die im Folgenden aufgeführten Instrumente wurden den Patienten als Fragebogen I (inklusive des SGRQ) oder Fragebogen II (exklusive SGRQ) vorgelegt und finden sich auch als solche gekennzeichnet im Anhang.

Der PRSS (Pain-Related Self Statment Scale) ist ein aus neun Items bestehender Fragebogen zur Erfassung der katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen. Die erreichbare Punktzahl liegt zwischen 10 und 60. Je niedriger der Wert, desto weniger belastet sich der Patient mit negativen Gedanken um seine Erkrankung (Flor et al., 1993).

Für die subjektive Einschätzung der Leistungsfähigkeit gaben die Probanden sich Noten zwischen 0 (sehr schlecht) und 10 (sehr gut) für die drei Teilbereiche

Alltägliches, Berufstätigkeit und Hobby. Werte zwischen 0 und 100 waren möglich. Je höher der Wert, desto leistungsfähiger schätzte sich der Patient ein.

Der CES–D (Center for Epidemiological Studies – Depression Scale) erfasst anhand von 20 Items depressive Merkmale wie Verunsicherung, Erschöpfung, Hoffnungslosigkeit, Selbstabwertung, Niedergeschlagenheit, Einsamkeit, Traurigkeit, Pessimismus, Schlafstörungen etc. Je höher das Ergebnis ausfällt, desto depressiver ist der Patient. Werte von über 23 gelten als auffällig.

Der St. George Respiratory Questionnaire (SGRQ) ist ein speziell entwickeltes mehrdimensionales, standardisiertes Erhebungsinstrument, das die krankheitsbezogene Lebensqualität von Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen wie COPD und Asthma erfasst (Karpinski et al., 2005). Der Fragebogen erhebt die Bereiche Krankheitssymptome, Aktivitätsbeeinträchtigung und Belastung durch die Erkrankung. Möglich sind Ergebnisse von 0 bis 100. Dabei entspricht ein hoher Wert einer starken negativen Beeinträchtigung.

Die Sportaktivität sollten die Probanden in Stunden pro Woche in einer durchschnittlichen Woche und den Spaß an der Sportart mit Noten zwischen 1 (sehr gut) und 6 (überhaupt nicht) angeben. Dabei entsprach eine „1“ sechs Punkten, eine „6“ einem Punkt.

2.4 Untersuchungsdurchführung

Nachdem durch eine Lungenfunktionsuntersuchung der FEV₁ ermittelt worden war und Rücksprache mit dem behandelnden Arzt erfolgt war, wurden die Probanden über die Studie aufgeklärt. Das heißt, die Studienleitung erläuterte, worum es dabei ging und erklärte, was auf den teilnehmenden Patienten zukommen würde. Dazu wurden diesen das Informationsblatt zur Studie, das Formular zur Einverständniserklärung sowie der entsprechende Fragebogen I ausgehändigt (alle drei befinden sich im Anhang).

2.4.1 Die Durchführung der Spiroergometrien

Vor der Untersuchung wurde das rechte Ohrläppchen des Patienten mit Finalgon Gel hyperämisiert. Dann erfolgte die Einweisung des Probanden in das Testvorhaben. Es wurde erörtert, dass es sich um einen Test der maximalen Belastbarkeit handelt und versucht, dem Probanden vorhandene Ängste zu nehmen, indem man erklärte, dass ein Belastungs-EKG aufgezeichnet, in regelmäßigen Abständen der Blutdruck überwacht, die Atmung über den Bildschirm sowie die Sauerstoffversorgung über eine Blutentnahme auch während der Belastung kontrolliert werde. Dann wurde die Atemmaske angelegt und deren Sitz getestet. Beim Test auf dem Fahrradergometer (siehe Abb. 2) erfolgte die Einstellung der korrekten Sattelhöhe, auf dem Laufband (siehe Abb. 3) wurde ein Sicherheitsgurt angelegt, der den Patienten vor Stürzen und daraus möglicherweise resultierenden Verletzungen schützt. Dann wurde den Patienten der Ablauf der Untersuchung erklärt. Für jede Untersuchung wurden Messfühler und Maske ausgetauscht, der Computer und die Geräteeinstellungen geeicht. Bei erfolgter Einstellung aller Größen erfolgte zunächst eine Lungenfunktion, um dem Computer eine Berechnungsbasis für die folgende Untersuchung zu liefern.

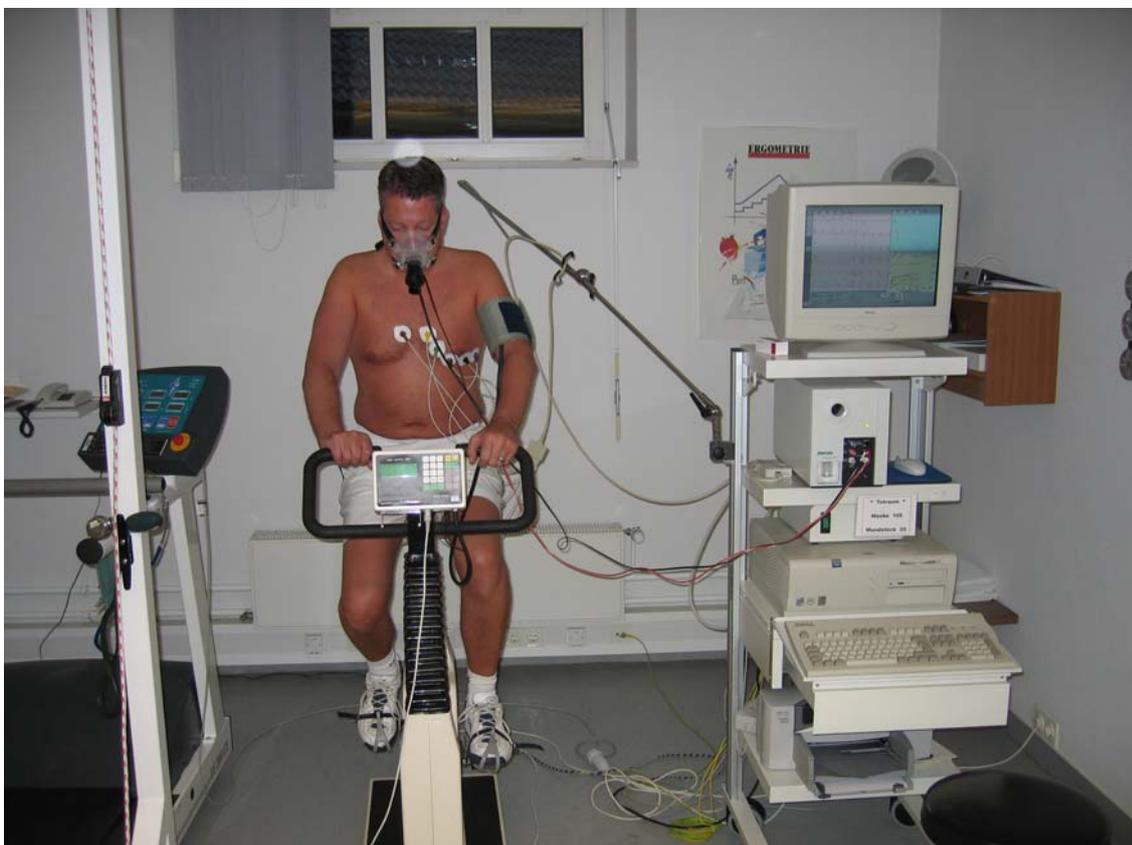


Abb. 2: Durchführung des spiroergometrischen Belastungstests am Fahrradergometer

Nach Anlegen der EKG-Elektroden und der Blutdruckmanschette erfolgte die erste Blutentnahme aus dem Ohrläppchen mit der Analyse der Blutgase und der Laktatkonzentration. In der dann beginnenden Referenzphase konnten sich die Probanden auf dem Fahrradergometer an die Trittfrequenz von 55-65 Umdrehungen pro Minute und die auf dem Laufband an die Vorwärtsbewegung des Bandes gewöhnen. Daraufhin erfolgte der eigentliche Test. Die Blutdruckmessung auf dem Fahrrad erfolgte automatisch jede halbe Minute, während auf dem Laufband manuell gemessen werden musste. Abbruchkriterien waren das Erreichen des Maximalpulses (220 minus Lebensalter), Blutdruckwerte von systolisch über 240 mmHg, diastolisch über 120 mmHg, Atemnot oder Erschöpfung des Probanden. Blutentnahmen erfolgten im Bereich des Respiratorischen Quotienten von 0,9 und 1,0 und schließlich eine Minute nach Belastungsende.



Abb. 3: Durchführung des spiroergometrischen Belastungstests am Laufbandergometer

Nach Abschluss der Untersuchung wurden die Patienten gebeten, ihr subjektives Belastungsempfinden im Moment des Abbruches (also maximal) mit Zahlen zwischen 0 und 10 auf der modifizierten Atemnotskala nach Borg einzuordnen.

2.4.2 Die Belastungsprofile

Beim Test am Fahrradergometer wurde je nach Belastbarkeit des Patienten ein Rampen-Protokoll mit einer Steigerung von 10 oder 20 Watt pro Minute gewählt. Die Wattbelastung wurde durch den Pedalwiderstand vom Computer automatisch und exakt gesteuert. Für die Laufbandergometrie standen Rampenprotokolle mit einer Laufbandgeschwindigkeit von 4 km/h und 6 km/h sowie einer Erhöhung der Laufbandsteigung um 1 oder 2 % pro Minute zur Verfügung. Der maximale Steigungswinkel betrug 24 %.

2.4.3 Die Durchführung der Befragung mittels Fragebogen

Der Fragenkomplex aus SGRQ, PRSS, Leistungsfähigkeit und CES-D wurde den Probanden als „Fragebogen I“ ausgehändigt mit der Bitte, diesen zusammen mit der Einverständniserklärung zu der wenig später erfolgenden Spiroergometrie ausgefüllt mitzubringen. Das Informationsblatt verblieb beim Patienten.

Am Tag vor der Abreise wurde den Patienten der „Fragebogen II“ ausgehändigt. Dieser erhob PRSS, Leistungsfähigkeit und Depressivität. Den Spaß an der Sportart der beiden Trainingsgruppen erfragte ich mündlich unmittelbar nach Beendigung der letzten Trainingseinheit.

Nach Abschluss der zweiten Spiroergometrie wurde den Probanden ein bereits frankierter und an mich adressierter Umschlag übergeben. Dieser enthielt einen „Fragebogen II“ mit der Aufschrift „bitte nicht ausfüllen, nur als Vorlage für die telefonische Befragung“ sowie einen „Fragebogen I“ und meine Kontaktdaten und Telefonnummer für eventuelle Fragen. Außerdem waren auf den Fragebögen die Monate vermerkt, in denen die telefonischen Befragungen erfolgen würden. Im Abstand von zwei Monaten wurden dann die Probanden telefonisch kontaktiert. Dabei bat ich den Probanden, sich die jeweilige Seite in Ruhe durchzulesen. Dann

wurde jede Frage vorgelesen und die Antwort des Patienten notiert. Außerdem wurde die Sportaktivität der vergangenen Woche erfasst. Sechs Monate nach der Entlassung erfolgte nur die Erhebung der Sportaktivität auf diese Weise, während der Patient aufgefordert wurde, den im Umschlag befindlichen „Fragebogen I“ alleine auszufüllen und zuzuschicken. Dies geschah deshalb, weil der im „Fragebogen I“ enthaltene SGRQ für eine telefonische Befragung zu umfangreich ist. Den letzten „Fragebogen I“ füllten die Probanden unmittelbar im Anschluss an die Abschluss-Spiroergometrie ein Jahr nach Entlassung aus der stationären Rehabilitation aus. Die Sportaktivität wurde bei dieser Gelegenheit mündlich erfragt.

2.5 Die Trainingsdurchführung

Die Termine für das zusätzliche, tägliche Ausdauertraining wurden so gewählt, dass sie mit keiner Anwendung, die dieses Patientenkollektiv ohne Studienteilnahme erhalten hätte, kollidierten. Trainiert wurde von Montag bis Freitag, also fünfmal pro Woche.

In der ersten Spiroergometrie wurde für jeden Probanden seine individuelle respiratorische anaerobe Schwelle bestimmt. Die so ermittelte Herzfrequenz wurde dem Probanden als optimaler Trainingspuls genannt.

Zu Trainingsbeginn erhielt die Fahrradgruppe nach der optimalen Einstellung der Sattelhöhe und Lenkerposition einen Puls-Ohrclick. Es wurde ein Programm gewählt, das die Wattbelastung so anpasste, dass der Proband automatisch mit seiner optimalen Pulsfrequenz trainierte. Zusätzlich erstellte das Programm alle 30 Sekunden ein Trainingsprotokoll, auf dem unter anderem die genaue Herzfrequenz, die Wattleistung und die Trainingsdauer aufgezeichnet wurden. Nach exakt 45 Minuten schaltete sich das Programm ab.

Die Nordic Walker erhielten vor ihrem ersten Training zur Kontrolle ihrer Herzfrequenz Brustgurte und Armbanduhr-Empfänger. In diesem Trainingscomputer wurde der optimale Trainingsbereich eingestellt: Die ermittelte Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle plus/minus fünf Schläge. Einerseits konnten die Probanden ihren Puls auf dem Uhren-Display ablesen, andererseits gab das Gerät Alarm, wenn

der Optimalbereich über- oder unterschritten wurde. Nach der intensiven Einweisung in die korrekte Technik walkte jeder Teilnehmer in seinem individuellen Tempo, angeleitet von seiner Pulsuhr und kehrte selbständig nach 45 Minuten zum Treffpunkt vor der Klinik zurück.

2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Computerprogramms SPSS, die graphische Darstellung der Ergebnisse mit Microsoft Excel. Um Unterschiede zwischen den Gruppen zu eruieren, wurden t-Tests für ungepaarte Stichproben verwandt. Um nachzuweisen, ob es Veränderungen innerhalb der Gruppen zwischen den unterschiedlichen Untersuchungs- und Erhebungszeitpunkten gab, dienten t-Tests für gepaarte Stichproben.

Unter Berücksichtigung der Irrtumswahrscheinlichkeit wurden die Ergebnisse wie folgt eingestuft (vgl. Bortz 1999):

α	\leq	0,05	:	signifikant
α	\leq	0,01	:	sehr signifikant

Diese Signifikanzgrenzen galten auch für die Überprüfung statistisch relevanter Zusammenhänge.

In Bezug auf den Korrelationskoeffizienten (r) gilt:

r	=	- 1:	vollständige negative Korrelation
r	=	0:	keine Korrelation
r	=	+ 1:	vollständige positive Korrelation

3 Ergebnisse

Im Folgenden wird zunächst die Entwicklung der Gruppen in Bezug auf ihre FEV₁-Werte, den Ruheblutdruck sowie das Körpergewicht aufgezeigt, auf Signifikanz untersucht und ebenso wie der Spaß an der während der Reha betriebenen Sportart der Trainingsgruppen mittels Säulendiagrammen dargestellt. Diese Parameter sind für den eigentlichen Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit eigentlich nicht relevant, geben jedoch einen Hinweis auf den Allgemeinzustand der Probanden.

Danach werden die Ergebnisse der spiroergometrischen Belastungstests vor und nach sowie 12 Monate nach der Rehabilitation innerhalb der Gruppen mittels Säulendiagramm dargestellt und die Veränderungen mittels t-Tests für gepaarte Stichproben auf Signifikanz untersucht. Danach werden die Gruppen miteinander verglichen. Nach Petro (2000) sind Fahrrad- und Laufbandspiroergometrien nicht direkt miteinander zu vergleichen. Deswegen erfolgt dieser Vergleich über die prozentualen Veränderungen. Auch diese Prozentwerte werden – mittels t-Test für ungepaarte Stichproben – daraufhin getestet, ob sie sich zwischen den Gruppen signifikant unterscheiden.

Zur Veranschaulichung der Fragebogenergebnisse werden Kurvendiagramme verwandt. Ein Signifikanztest erfolgt anhand der Werte vor und nach sowie zwölf Monate nach der Reha. Eine Ausnahme macht hier der speziell für Lungenpatienten entwickelte St. George Respiratory Questionnaire (SGRQ): Da dieser Fragebogen jeweils die Beeinträchtigung der Lebensqualität der vergangenen sechs Monate erfasst, werden hier die Werte vor der Reha, nach sechs und nach 12 Monaten auf Signifikanz untersucht. Als letztes werden die statistischen Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und den Fragebogenergebnissen dargestellt und ebenfalls auf Signifikanz getestet.

Mit den im Text und in den Grafiken genannten Werten ist immer das arithmetische Gruppenmittel gemeint. Die Herzfrequenz und die Laktatwerte beziehen sich auf eine Vergleichsbasis. Diese entspricht der Wattleistung, die in der ersten Spiroergometrie als anaerobe Schwelle bestimmt wurde.

3.1 Die Gruppenprofile

Die Trainingsgruppen bestanden aus 24 (Fahrrad) und 22 (Nordic Walking), die Kontrollgruppen aus 14 (Fahrrad-Kontrollgruppe) und 16 (Laufband-Kontrollgruppe) Probanden. Zur Nachuntersuchung nach einem Jahr erschienen 18 Radfahrer, 16 Nordic Walker und 10 Personen aus der Fahrrad-Kontrollgruppe. Die Laufband-Kontrollgruppe wurde nicht nachuntersucht.

3.1.1 Die FEV₁-Werte

Im Folgenden handelt es sich jeweils um die FEV₁-Werte in Prozent des Sollwertes. Die grafische Darstellung der Entwicklung findet sich in Abb. 4, die Werte und Standardabweichungen sowie die t-Test-Ergebnisse für die Untersuchung auf signifikante Veränderungen innerhalb der Gruppen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Vor der Reha lag der durchschnittliche FEV₁-Wert der Ergometergruppe bei 70,24 %. Die Nordic Walker erreichten 76,8 % und die Fahrrad-Kontrollgruppe 72,59 %. Die niedrigsten Werte hatte die Laufband-Kontrollgruppe mit 69,26 %. Zwischen den Gruppen war diesbezüglich jedoch kein signifikanter Unterschied auszumachen (siehe Tabelle 2). Ausnahme: Die Fahrradgruppe hatte einen signifikant höheren FEV₁-Wert als die Laufband-Kontrollgruppe.

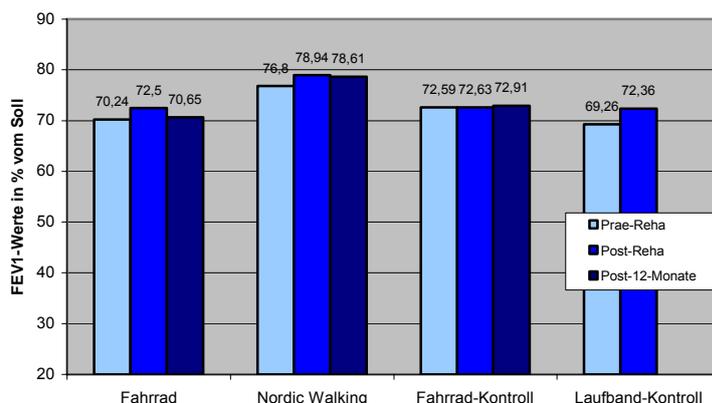


Abb. 4: Grafische Darstellung der Entwicklung der FEV₁-Werte

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der FEV₁-Werte in Prozent des Solls und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz	
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae- zu Post-Reha	Post- zu Post-12-Monate
Fahrrad	70,24	72,50	70,65	12,85	13,77	15,33	0,301	0,689
Nordic Walking	76,80	78,94	78,61	13,72	15,31	17,67	0,247	0,698
Fahrrad-Kontroll	72,59	72,63	72,91	13,04	13,23	13,31	0,993	0,601
Laufband-Kontroll	69,26	72,36	-----	17,78	16,59	-----	0,094	-----

Im Verlauf der Reha konnten sich alle vier Gruppen verbessern. Den größten Schritt machte hierbei die Laufband-Kontrollgruppe mit plus 3,1 % auf jetzt 72,36 %. Dann folgten die Radler mit 2,26 % mehr als zuvor (jetzt 72,5 %) und den Nordic Walkern mit 78,94 % und damit 2,14 % mehr. Die Fahrrad-Kontrollgruppe stieg mit 0,04 % auf 72,63 nur leicht.

Nach einem Jahr konnte sich nur die Fahrrad-Kontrollgruppe weiter steigern (auf 72,91 %) während die beiden Trainingsgruppen in ihren Werten absanken. Dabei war der Verlust der Nordic Walker jedoch nur gering (auf 78,61 %). Die Ergometergruppe lag mit 70,65 % nur noch knapp über dem Ausgangswert von vor der Reha.

Untersucht man die Veränderungen auf Signifikanz, so ergeben sich bei keiner Gruppe statistisch gesicherte Veränderungen.

Tab. 2: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse der FEV₁-Werte in Prozent vom Soll

	Prae-Reha	Post-12-Monate
Fahrrad – Nordic Walking	0,484	0,503
Fahrrad – Kontroll-Ergometer	0,879	0,430
Fahrrad – Kontroll-Laufband	0,033*	-----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,640	0,202
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,104	-----

* signifikant

3.1.2 Der Ruheblutdruck

Die systolischen Druckwerte finden sich in Tabelle 3, die diastolischen in Tabelle 4. Der durchschnittliche Blutdruck der Fahrradgruppe lag vor der Reha bei 119,772/83,91. Der der Nordic Walker bei 137/87,53, der der Fahrrad-Kontrollgruppe bei 122,571/82,21 und der der Laufband-Kontrollgruppe bei 135,31/85,94. Signifikante Gruppen-Unterschiede (siehe Tabelle 5) waren nur bezüglich des

systolischen Blutdruckes der Laufband-Kontrollgruppe im Vergleich mit den Radfahrern auszumachen, deren systolische Werte signifikant niedriger waren.

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen des Systolischen Ruheblutdrucks und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz	
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae- zu Post-Reha	Post- zu Post-12-Monate
Fahrrad	119,77	114,27	123,444	12,01	13,21	14,07	0,115	0,098
Nordic Walking	137,00	134,75	137,75	17,02	14,33	11,27	0,321	0,510
Fahrrad-Kontroll	122,57	118,21	121,455	22,85	20,99	19,89	0,238	0,900
Laufband-Kontroll	135,31	133,43	-----	20,61	20,43	-----	0,666	-----

Nach der Reha fanden sich bei allen Gruppen niedrigere systolische Blutdruckwerte als zuvor. Am größten fiel dieser Rückgang mit 5,499 (jetzt 114,273) bei den Radfahrern aus. Gefolgt von der Fahrrad-Kontrollgruppe mit einer Verringerung um 4,357 auf 118,214. Am geringsten waren die Veränderungen der Laufband-Kontrollgruppe, die sich um 1,872 auf 133,438 dezimierten. Die Nordic Walker zeigten einen Rückgang um 2,25 auf 137,75.

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichungen des diastolischen Ruheblutdrucks und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz	
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae- zu Post-Reha	Post- zu Post-12-Monate
Fahrrad	83,91	79,32	84,50	9,58	7,33	6,03	0,081	0,057
Nordic Walking	87,53	86,95	88,75	7,85	7,39	8,47	0,048*	0,488
Fahrrad-Kontroll	82,21	81,57	83,82	10,95	7,88	7,57	0,780	0,822
Laufband-Kontroll	85,94	82,19	-----	9,35	8,77	-----	0,054	-----

* signifikant

Nach einem Jahr stieg der systolische Druck aller drei nachuntersuchten Gruppen wieder an. Am stärksten war dieser Anstieg bei den Radfahrern, deren systolischer Wert jetzt mit 123,44 höher lag als vor der Reha. Auch die Nordic Walker zeigten höhere Werte als vor der Reha, obgleich ihr Anstieg auf 137,75 moderat ausfiel. Der Wert der Fahrrad-Kontrollgruppe stieg auf 121,455 mmHg, was immer noch um 1,116 niedriger liegt als vor der Reha. Statistisch lassen sich jedoch keine gesicherten Veränderungen nachweisen (vgl. Tab. 3).

Auch der diastolische Blutdruck erfuhr bei allen Gruppen während der Reha eine Reduktion. Am größten war die Differenz bei den Radfahrern, die sich um 4,59 auf

79,32 mmHg verringerten. Gefolgt von der Laufband-Kontrollgruppe mit jetzt 82,19 mmHg (minus 3,75). Der Wert der Ergometer-Kontrollgruppe sank um 0,64 auf 81,57 mmHg, der der Walker um 0,58 auf 88,75.

Tab. 5: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse des Ruheblutdruckes

	Systolischer Ruheblutdruck		diastolischer Ruheblutdruck	
	Prae-Reha	Post-12-Monate	Prae-Reha	Post-12-Monate
Fahrrad – Nordic Walking	0,149	0,485	0,790	0,337
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,324	0,453	0,535	0,832
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,050*	-----	0,811	-----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,948	0,211	0,337	0,427
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,510	-----	0,569	-----

* signifikant

Nach einem Jahr zeigten alle drei nachuntersuchten Gruppen höhere diastolische Druckwerte als vor der Reha. Die Radfahrer lagen bei durchschnittlich 84,5, die Walker bei 88,75 und die Ergometer-Kontrollgruppe bei 83,82.

Statistisch erwies sich lediglich die Senkung des diastolischen Blutdruckes der Walker innerhalb der Reha als signifikant ($p = 0,048$).

3.1.3 Das Körpergewicht

Zu Beginn der Reha brachte die Fahrradgruppe im Mittel 81,76 kg und die Nordic Walker 82,83 kg auf die Waage (vergleiche dazu Tab. 6). Die Kontrollgruppen wogen durchschnittlich 90,78 kg (Fahrrad) und 92,46 kg (Laufband).

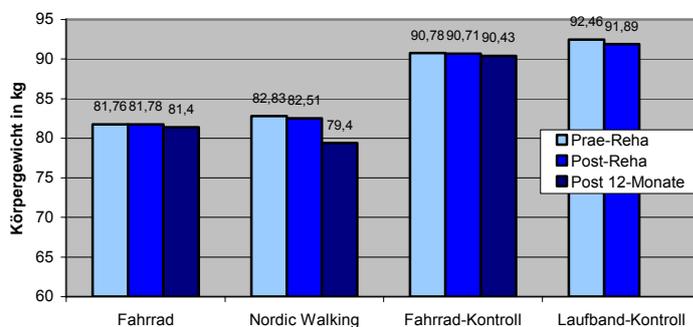


Abb. 5: Grafische Darstellung der Entwicklung des Körpergewichtes

Signifikante Unterschiede ($p = 0,009$) waren lediglich zwischen den Nordic Walkern und der Laufband-Kontrollgruppe nachzuweisen (siehe Tabelle 7).

Tab. 6: Mittelwerte und Standardabweichungen des Körpergewichtes und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz	
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae- zu Post-Reha	Post- zu Post-12-Monate
Fahrrad	81,76	81,78	81,40	20,60	20,30	16,47	0,382	0,526
Nordic Walking	82,83	82,51	79,40	13,28	13,91	12,95	0,329	0,063
Fahrrad-Kontroll	90,78	90,71	90,43	19,93	19,91	17,79	0,336	0,447
Laufband-Kontroll	92,46	91,89	-----	28,47		-----	0,531	-----

Innerhalb der Reha verloren bis auf die Radfahrer alle Gruppen leicht an Gewicht. Am größten war der Gewichtsverlust in der Laufband-Kontrollgruppe mit 0,57 kg auf 91,89. Die Nordic Walker verloren im Mittel 0,32 (82,51 kg), die Fahrrad-Kontrollgruppe 0,07 (90,71 kg) und die Radfahrer legten 0,02 kg (81,78 kg). Statistische signifikante war keine dieser Veränderungen.

Nach einem Jahr fiel der Gewichtsverlust der Walker mit 3,43 kg auf 79,4 kg am größten aus. Die Veränderungen der Radfahrer waren mit 0,36 kg (auf 81,4 kg) ebenso wie die der Kontrollgruppe mit 0,35 kg zu vernachlässigen.

Statistisch signifikant war die Veränderung in keiner der Gruppen (vgl. Tab. 7).

Tab. 7: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zum Körpergewicht

	Prae-Reha	Post-12-Monate
Fahrrad – Nordic Walking	0,099	0,742
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,962	0,532
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,202	-----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,116	0,239
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,009**	-----

** sehr signifikant

3.1.4 Spaß an der Sportart

Nach der letzten Trainingseinheit wurden die Probanden der beiden Trainingsgruppen gebeten, den Spaß, den sie an der Sportart hatten, zu bewerten. Während die Radfahrer ihrer Sportart im Mittel 3,5 Punkte gaben, erhielt das Nordic Walking mit 4,68 Punkten deutlich bessere Werte (vgl. Tabelle 8). Die graphische Darstellung findet sich in Abbildung 6.

Tabelle 8: Spaß an der Sportart der beiden Trainingsgruppen

	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrrad	3,50	0,846
Nordic Walking	4,68	1,044



Abb. 6: Grafische Darstellung des Spaßes der Trainingsgruppen an der betriebenen Sportart

3.2 Die Entwicklung der Gruppen

3.2.1 Die Fahrradgruppe

Alle Spiroergometriewerte der Fahrradgruppe befinden sich in Tabelle 9. Eine grafische Veranschaulichung der maximalen Wattleistung, der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz findet sich in Abbildung 7.

Die maximale Wattleistung der Probanden der Fahrradgruppe lag zu Beginn der stationären Rehabilitation im Mittel bei 122,5 Watt. Zum Ende der drei Wochen konnten sie sich um 7,1 auf 129,6 W steigern. Diese Veränderung ist signifikant ($p = 0,048$). Ein Jahr nach der Entlassung sank die Leistung um 1,6 Watt auf 128 W ab. Obwohl die Wattleistung immer noch um 5,5 W höher lag als der Ausgangswert vor der Reha waren keine signifikanten Unterschiede zum Prae-Reha-Wert mehr auszumachen.

Die anaerobe Schwelle der Ergometergruppe lag zu Beginn der Reha bei 76 Watt. Dieser Wert zeigt eine signifikante ($p = 0,019$) Steigerung nach drei Wochen um 10 auf 86 W. Nach zwölf Monaten waren 3,4 W des Rehabilitationsgewinnes eingebüßt worden. Die Leistung lag jetzt bei 82,6 W, so dass keine signifikanten Unterschiede mehr zu vor der Reha festzustellen sind, obwohl dieser Wert noch immer 6,6 W über dem Ausgangswert lag.

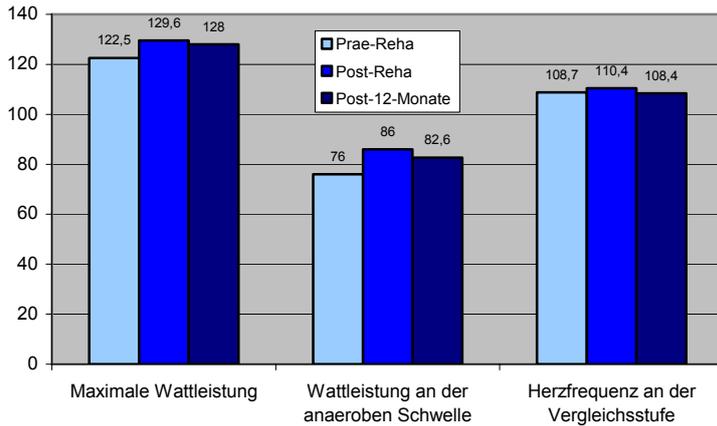


Abb. 7: Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrradgruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle sowie der Herzfrequenz

Die Herzfrequenz lag zu Beginn der Reha bei 108,7 Schlägen pro Minute. Sowohl nach drei Wochen als auch nach dem einen Jahr zeigten sich keine signifikanten, sondern nur minimale Veränderungen. Die Frequenz nach der Reha lag mit 110,4 Watt um 1,7 Schläge höher als zuvor und nach zwölf Monaten mit 108,4 um 0,3 Schläge niedriger als der Prae-Reha-Wert.

Tab. 9: Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometriewerte der Fahrradgruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz (p-Wert)		
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Post-Reha
Maximale Wattleistung	122,50	129,60	128,00	32,85	38,57	27,90	0,048*	0,758	0,523
Wattleistung an der anaeroben Schwelle	76,00	86,00	82,60	24,81	27,419	24,60	0,019*	0,432	0,507
Herzfrequenz an der Vergleichsstufe	108,70	110,40	108,40	10,02	9,18	13,40	0,564	0,581	0,678
Laktatkonzentration an der Vergleichsstufe	2,74	2,59	3,18	0,70	0,94	1,24	0,141	0,104	0,240
Maximale Sauerstoffaufnahme	20,70	21,80	21,20	3,90	5,10	4,10	0,093	0,282	0,550
Belastungsempfinden nach Borg	6,90	6,80	6,70	1,40	1,70	1,60	0,763	0,570	1,000

* signifikant

Die Laktatkonzentration lag bei der ersten Untersuchung bei 2,74 mmol/l Blut. An derselben Wattstufe sank der Wert nach drei Wochen auf 2,59 mmol/l. Diese Verringerung um 0,15 ist jedoch statistisch nicht signifikant. Gleiches gilt für den

Laktatanstieg nach zwölf Monaten um 0,59 im Vergleich zu nach der Reha und um 0,44 auf 3,18mmol/l verglichen mit dem Prae-Reha-Wert.

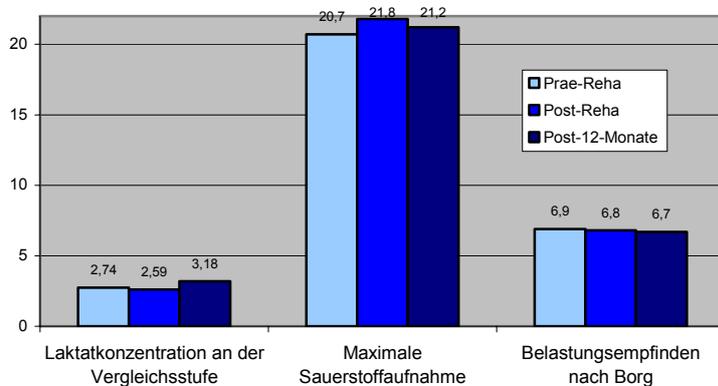


Abb. 8: Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrradgruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens

Die maximale Sauerstoffaufnahme der Fahrradfahrer wurde zu Beginn der Reha mit 20,7 Liter pro Minute pro Kilogramm Körpergewicht bestimmt. Die Steigerung nach drei Wochen betrug 1,1 l/min auf 21,8 l/min , nach 12 Monaten sank der Wert um 0,6 auf 21,2 ml/min, lag damit aber immer noch um 0,5 höher als der Ausgangswert. Signifikant höher waren aber weder die Veränderung während der Reha noch nach einem Jahr.

Das subjektive maximale Belastungsempfinden wurde nach der ersten Spiroergometrie mit durchschnittlich 6,9 Punkten angegeben und sank nach der Reha minimal um 0,1 auf 6,8 ab. Ein Jahr nach der Entlassung lag der Wert mit 6,7 noch einmal um 0,1 Punkt niedriger. Signifikant waren diese Veränderungen nicht.

Eine grafische Veranschaulichung der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme und des maximalen subjektiven Belastungsempfindens findet sich in Abbildung 8.

3.2.2 Die Nordic-Walking-Gruppe

Alle Spiroergometriewerte befinden sich in Tabelle 10. Eine grafische Veranschaulichung der maximalen Wattleistung, der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz findet sich in Abbildung 9.

Die maximale Wattleistung der Probanden der Nordic Walking-Gruppe zu Beginn der stationären Rehabilitation wurde mit 176,31 Watt errechnet. Zum Ende der drei Wochen konnten sie sich auf 199,02 W steigern. Diese Veränderung von 22,71 W ist sehr signifikant ($p = 0,002$). Ein Jahr nach der Entlassung zeigte sich eine weitere Verbesserung um 14,88 auf jetzt 213,9 W. Allerdings war diese Steigerung in Bezug auf das Prae-Reha-Ergebnis nicht signifikant. Auch der Post-Reha-Wert und der Wert nach 12 Monaten unterschieden sich nicht signifikant.

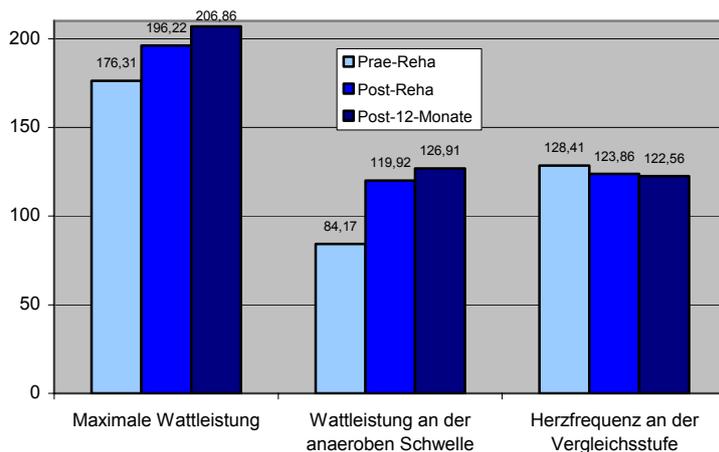


Abb. 9: Grafische Darstellung der Entwicklung der Nordic-Walking-Gruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz

Die anaerobe Schwelle der Nordic Walker lag zu Beginn der Reha bei durchschnittlich 84,17 Watt. Dieser Wert zeigt eine sehr signifikante Steigerung ($p = 0,000$) nach drei Wochen um 35,75 auf 119,92 W. Nach zwölf Monaten hat sich die Leistung erneut um 6,99 W verbessert und lag jetzt bei 126,91. Damit liegt die anaerobe Schwelle um 42,74 W sehr signifikant ($p = 0,000$) über dem Ausgangswert vor der Reha. Der Post-Reha-Wert und der Wert nach 12 Monaten unterschieden sich nicht signifikant.

Tab. 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometriewerte der Nordic-Walking-Gruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz (p-Wert)		
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Post-zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Post-Reha
Maximale Wattleistung	176,31	199,02	213,19	73,73	73,50	81,07	0,002**	0,162	0,861
Wattleistung an der anaeroben Schwelle	84,17	119,92	126,91	43,44	44,83	51,73	0,000**	0,000**	0,825
Herzfrequenz an der Vergleichsstufe	128,41	123,86	122,56	15,98	12,71	14,25	0,264	0,094	1,000
Laktatkonzentration an der Vergleichsstufe	3,54	2,78	2,83	0,83	0,94	0,97	0,015*	0,011*	0,163
Maximale Sauerstoffaufnahme	26,65	27,37	28,57	5,98	6,65	5,48	0,286	0,515	0,881
Belastungsempfinden nach Borg	7,00	6,00	5,44	1,45	1,88	1,31	0,004**	0,000**	0,083

* signifikant
** sehr signifikant

Die Herzfrequenz lag zu Beginn bei 128,41 Schlägen pro Minute. Sowohl nach drei Wochen als auch nach einem Jahr zeigten sich keine signifikanten, sondern nur minimale Veränderungen. Die Frequenz lag nach der Reha um 4,55 Schläge unter dem Ausgangswert bei 123,86 und nach einem Jahr bei 122,56. Das entspricht einer Senkung im Vergleich zum Post-Reha-Wert um 1,3 und im Vergleich zu vor der Reha um 5,85 Schläge.

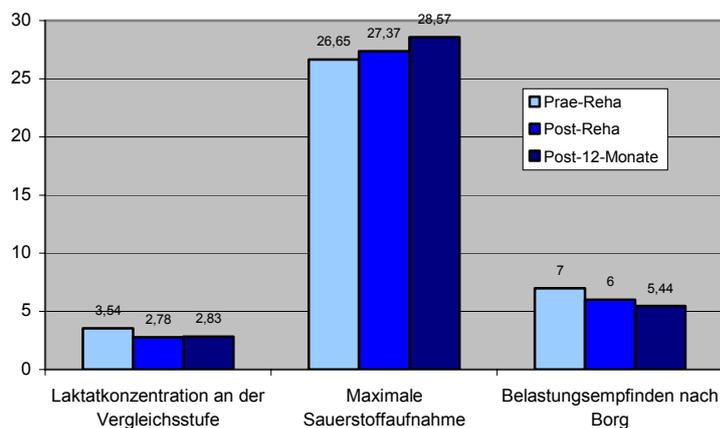


Abb. 10: Grafische Darstellung der Entwicklung der Nordic-Walking-Gruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens

Die Laktatkonzentration lag bei der ersten Untersuchung bei 3,54 mmol/l Blut. Nach drei Wochen sank dieser Wert um 0,76 signifikant ($p = 0,015$) auf 2,78 mmol/l ab. Nach zwölf Monaten stieg die Laktatkonzentration wieder minimal um 0,05 auf 2,83 mmol/l an. Dennoch ist diese immer noch um 0,71 signifikant ($p = 0,011$)

geringer als der Ausgangswert. Zwischen Post-Reha und Post-12-Monate waren keine statistischen Unterschiede nachweisbar.

Die maximale Sauerstoffaufnahme der Nordic Walker wurde zu Beginn der Reha mit 26,65 Liter pro Minute pro Kilogramm Körpergewicht bestimmt. Die Steigerung nach drei Wochen auf 27,37 l/min war mit 0,72 l/min jedoch ebenso wenig signifikant wie die nach 12 Monaten um 1,92 im Vergleich zum Ausgangswert auf 28,57 l/min. Auch die 1,2 l/min, um die sich die Nordic Walker zwischen dem Post- und dem Post-12-Monats-Wert verbesserten waren nicht signifikant.

Das subjektive maximale Belastungsempfinden wurde nach der ersten Spiroergometrie mit durchschnittlich 7 Punkten auf der Borgskala angegeben. Nach drei Wochen sank es um einen Punkt auf 6 und bei der Spiroergometrie ein Jahr nach der Entlassung um weitere 0,56 Punkte auf 5,44. Damit lag der Post-Reha-Wert ebenso sehr signifikant ($p = 0,004$) unter dem Ausgangswert wie der Wert nach 12 Monaten ($p = 0,000$). Die Werte Post-Reha und Post-12-Monate unterschieden sich nicht signifikant.

Eine grafische Veranschaulichung der Entwicklung der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme und des maximalen subjektiven Belastungsempfindens findet sich in Abbildung 10.

3.2.3 Die Fahrrad-Kontrollgruppe

Alle Spiroergometriewerte befinden sich in Tabelle 11. Eine grafische Veranschaulichung der maximalen Wattleistung, der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz findet sich in Abbildung 11.

Die maximale Wattleistung der Fahrrad-Kontrollgruppe erreichte zu Beginn der stationären Rehabilitation 107,29 Watt. Zum Ende der drei Wochen konnten sie sich um 1 auf 108,29 W steigern. Ein Jahr nach der Entlassung stieg die Leistung um weitere 3,98 auf 112,27 W an und lag damit um 4,98 W über dem Ausgangswert. Statistisch waren aber keinerlei signifikante Unterschiede dieser maximalen Wattleistungen auszumachen.

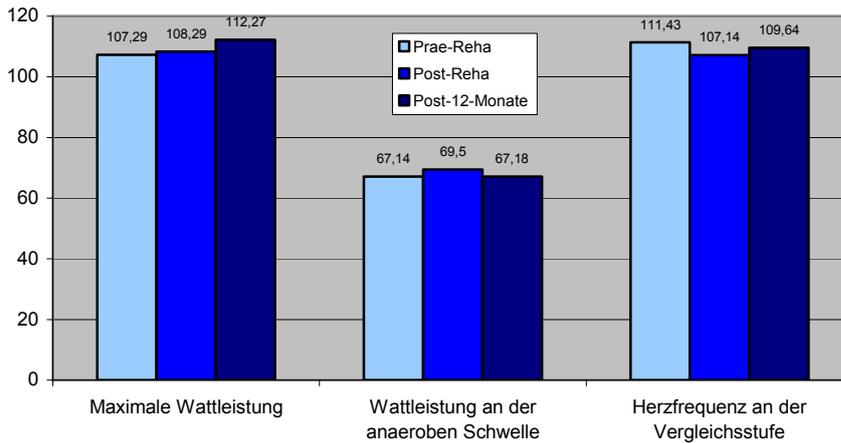


Abb. 11: Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrrad-Kontrollgruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz

Die anaerobe Schwelle der Fahrrad-Kontrollgruppe lag zu Beginn der Reha bei 67,14 Watt. Dieser Wert zeigte eine Steigerung nach drei Wochen um 2,36 auf 69,5 W. Nach zwölf Monaten hat sich die Leistung wieder um 2,32 W verschlechtert und liegt jetzt mit 67,18 W um nur noch 0,04 W über dem Ausgangsniveau. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Werten waren nicht auszumachen.

Tab. 11: Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometriewerte der Fahrrad-Kontrollgruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz (p-Wert)		
	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post 12-Monate	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Moante zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Post-Reha
Maximale Wattleistung	107,29	108,29	112,27	29,00	32,58	34,17	0,784	0,805	0,790
Wattleistung an der anaeroben Schwelle	67,14	69,50	67,18	18,28	19,65	22,22	0,376	0,540	0,200
Herzfrequenz an der Vergleichsstufe	111,43	107,14	109,64	10,24	16,08	16,41	0,154	0,253	0,797
Laktatkonzentration an der Vergleichsstufe	3,08	3,11	3,46	0,61	0,76	0,79	0,968	0,011*	0,193
Maximale Sauerstoffaufnahme	18,25	18,44	18,01	4,08	4,42	6,20	0,561	0,918	0,708
Belastungsempfinden nach Borg	6,86	6,64	7,64	1,61	1,55	1,12	0,684	0,064	0,054

* signifikant

Die Herzfrequenz lag zu Beginn der Reha bei 111,43 Schlägen pro Minute. Nach drei Wochen sank der Wert um 4,29 auf 107,14 Schläge, stieg aber während des Jahres wieder um 2,5 Schläge auf 109,64 an, so dass der Post-12-Monatswert nur

noch um 1,79 Schläge unter dem Ausgangswert lag. Signifikante Unterschiede waren zwischen keinem der Werte auszumachen.

Die Laktatkonzentration lag bei der ersten Untersuchung bei 3,08 mmol/l Blut. Nach drei Wochen stieg dieser Wert um 0,03 auf 3,11 mmol/l. Statistisch signifikant war diese Veränderung nicht. Nach zwölf Monaten war ein weiterer Anstieg um 0,35 auf 3,46 mmol/l zu beobachten. Im Vergleich zu vor der Reha lag dieser Wert damit um 0,38 mmol/l signifikant ($p = 0,034$) höher. Im Vergleich zum Post-Reha-Wert war die Veränderung jedoch nicht signifikant.

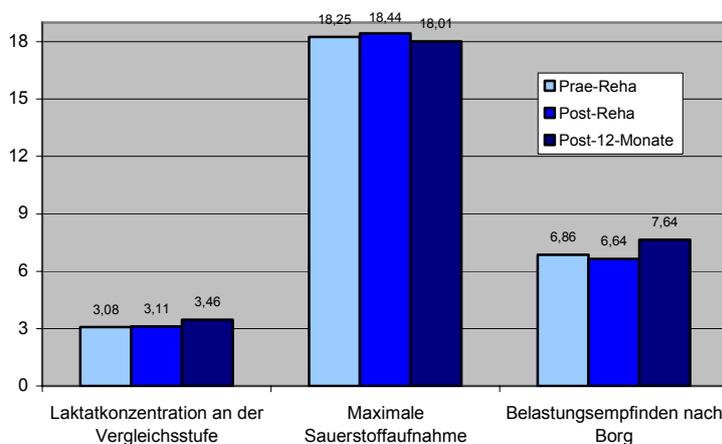


Abb. 12: Grafische Darstellung der Entwicklung der Fahrrad-Kontrollgruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens

Die maximale Sauerstoffaufnahme wurde zu Beginn der Reha mit 18,25 Liter pro Minute pro Kilogramm Körpergewicht bestimmt. Die Steigerung nach drei Wochen um 0,19 auf 18,44 l/min war jedoch ebenso wenig signifikant wie die Senkung während der 12 Monaten um 0,43 auf 18,01 l/min. Auch wenn der Post-12-Monatswert um 0,24 unter dem Ausgangswert lag, waren auch hier keine statistisch signifikanten Unterschiede zu finden.

Das subjektive Belastungsempfinden wurde nach der ersten Spiroergometrie mit durchschnittlich 6,86 Punkten um 0,22 höher angegeben als drei Wochen später mit 6,64. Ein Jahr nach der Entlassung wurde die Belastung mit 7,64 um 0,78 Punkte stärker empfunden als zu Beginn. Das bedeutet, dass sich das Belastungsempfinden

innerhalb der 12 Monate seit der Entlassung um 1 Punkt erhöht hatte. Statistische unterscheiden sich die Werte nicht voneinander.

Eine grafische Veranschaulichung der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme und des maximalen subjektiven Belastungsempfindens findet sich in Abbildung 12.

3.2.4 Die Laufband-Kontrollgruppe

Alle Spiroergometriewerte befinden sich in Tabelle 12. Eine grafische Veranschaulichung der maximalen Wattleistung, der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz findet sich in Abbildung 13.

Die maximale Wattleistung der Laufband-Kontrollgruppe lag zu Beginn der stationären Rehabilitation bei 185 Watt. Nach drei Wochen hatte sich die Leistung um 13,78 auf 198,78 W erhöht. Statistisch unterschieden sich diese Werte nicht voneinander.

Die anaerobe Schwelle der Laufband-Kontrollgruppe lag zu Beginn der Reha bei 102,06 Watt. Dieser Wert zeigte eine Steigerung nach drei Wochen um 15,45 auf 117,51 W. Die Veränderung ist jedoch nicht signifikant.

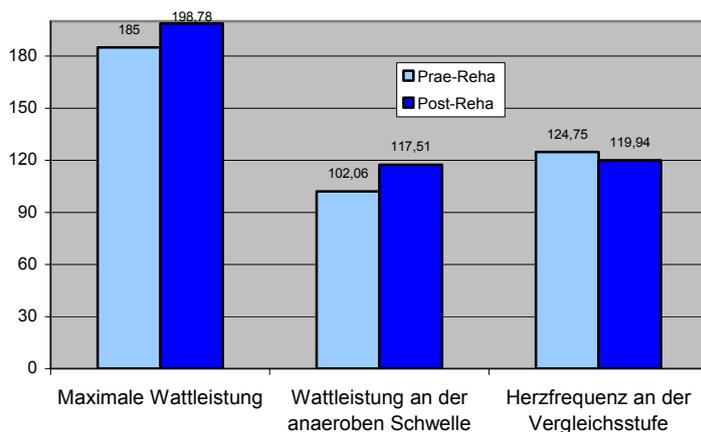


Abb. 13: Grafische Darstellung der Entwicklung der Laufband-Kontrollgruppe bezüglich der maximalen Wattleistung, der Leistung an der anaeroben Schwelle und der Herzfrequenz

Die Herzfrequenz lag zu Beginn bei 124,75 Schlägen pro Minute. Nach drei Wochen zeigte sich eine Senkung um 4,81 auf 119,94, die jedoch nicht signifikant ist.

Die Laktatkonzentration lag vor der Reha bei 3,55 mmol/l Blut. Nach drei Wochen sank dieser Wert um 0,52 mmol/l, jedoch nicht signifikant auf 3,03 mmol/l ab.

Die maximale Sauerstoffaufnahme der Laufband-Kontrollgruppe wurde zu Beginn der Reha mit 25,24 Liter pro Minute pro Kilogramm Körpergewicht bestimmt. Nach drei Wochen lag sie mit einem Minus vom 0,08 minimal niedriger. Die 25,16 l/min unterschieden sich statistisch nicht signifikant vom Ausgangswert.

Tab. 12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Spiroergometriewerte der Laufband-Kontrollgruppe und Ergebnisse der t-Tests für gepaarte Stichproben

	Mittelwert		Standardabweichung		Signifikanz
	Prae-Reha	Post-Reha	Prae-Reha	Post-Reha	Post-Reha zu Prae-Reha
Maximale Wattleistung	185,00	198,78	70,66	68,83	0,175
Wattleistung an der anaeroben Schwelle	102,06	117,51	39,96	45,75	0,093
Herzfrequenz an der Vergleichsstufe	124,75	119,94	15,82	16,11	0,109
Laktatkonzentration an der Vergleichsstufe	3,55	3,03	0,81	1,10	0,119
Maximale Sauerstoffaufnahme	25,24	25,16	4,7	4,01	0,880
Belastungsempfinden nach Borg	7,31	5,93	1,49	1,79	0,000 **

** sehr signifikant

Das subjektive maximale Belastungsempfinden wurde nach der ersten Spiroergometrie mit durchschnittlich 7,31 Punkten angegeben und sank nach drei Wochen um 1,38 auf 5,93. Dies ist eine sehr signifikante ($p = 0,000$) Senkung.

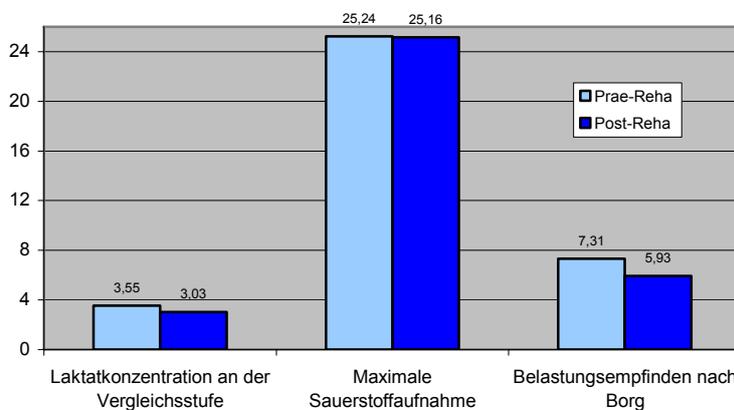


Abb. 14: Grafische Darstellung der Entwicklung der Laufband-Kontrollgruppe bezüglich der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie des subjektiven maximalen Belastungsempfindens

Eine grafische Veranschaulichung der Laktatkonzentration, der maximalen Sauerstoffaufnahme und des maximalen subjektiven Belastungsempfindens findet sich in Abbildung 14.

3.3 Gruppenvergleich der prozentualen Veränderungen

3.3.1 Prozentuale Veränderung der maximalen Wattleistung

Die grafische Veranschaulichung der prozentualen Veränderungen der maximalen Wattleistung der Gruppen befindet sich in Abbildung 15, die zugehörigen Werte in Tabelle 13.

Tab. 13: Mittlere prozentuale Veränderung der maximalen Wattleistung

	Post-Reha zu Prae-Reha		Post 12-Monate zu Prae-Reha	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrrad	5,50	17,55	4,18	23,41
Nordic Walking	17,12	25,61	13,54	24,71
Fahrrad-Kontrolle	0,68	12,96	0,11	12,46
Laufband-Kontrolle	10,73	25,08		

Alle vier Gruppen konnten ihre maximale Wattleistung während der Reha steigern. Am größten war diese Verbesserung in der Nordic-Walking-Gruppe mit 17,12 %. Es folgte die Laufband-Kontrollgruppe 10,73 % vor der Fahrradgruppe mit 5,5 %. Die Fahrrad-Kontrollgruppe zeigte mit 0,68 % die geringste Veränderung.

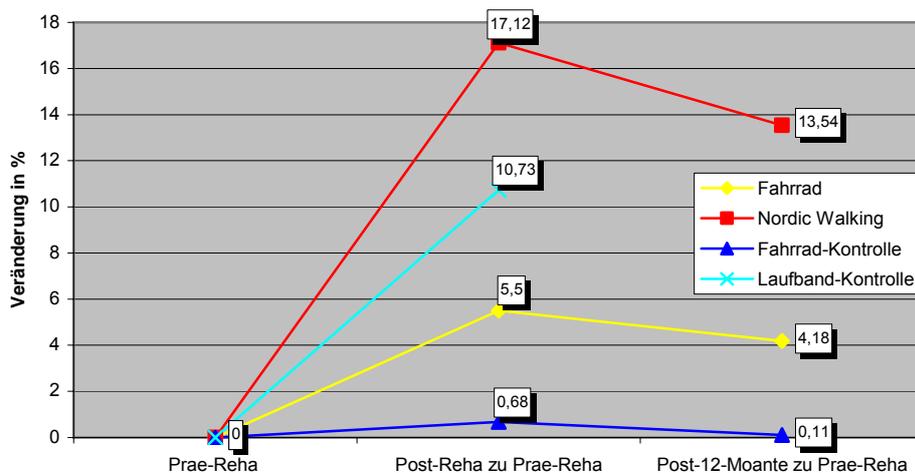


Abb. 15: Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der maximalen Wattleistung

Nach einem Jahr war die Leistung bei allen drei nachuntersuchten Gruppen im Vergleich zu nach der Reha wieder zurückgegangen. Der stärkste Rückgang (3,58%) war bei den Nordic Walkern zu verzeichnen, jedoch waren diese mit immer noch 13,54 % mehr als vor der Reha in dieser Beziehung die erfolgreichsten. Die Fahrradgruppe erreichte 4,18 % mehr als in der ersten Untersuchung und verlor damit während des Jahres 1,32 %. Die Fahrrad-Kontrollgruppe verlor 0,57 % und erreichte mit 0,11 % nur noch minimal mehr als vor der Rehabilitation.

Untersucht man die Veränderungen zwischen den Gruppen auf Signifikanz (vergleiche dazu Tabelle 14), so zeigt sich, dass sich die Nordic Walker während der Reha signifikant stärker verbesserten als die Fahrradfahrer ($p = 0,04$) und die Fahrrad-Kontrollgruppe ($p = 0,017$). Zwischen den Radlern und der Laufband-Kontrollgruppe waren keine signifikanten Unterschiede feststellbar, ebenso wenig wie zwischen Letzteren und den Walkern.

Tab. 14: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse (einseitige Fragestellung) zur prozentualen Veränderung der maximalen Wattleistung

	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha
Fahrrad – Nordic Walking	0,040*	0,138
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,189	-----
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,222	-----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,017*	0,042*
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,227	-----

* signifikant

3.3.2 Prozentuale Veränderung der Wattleistung an der anaeroben Schwelle

Die grafische Veranschaulichung der prozentualen Veränderungen der Wattleistung an der anaeroben Schwelle der Gruppen befindet sich in Abbildung 16, die zugehörigen Werte in Tabelle 15.

Alle vier Gruppen konnten ihre Wattleistung an der individuell ermittelten anaeroben Schwelle in der Rehabilitation steigern. Die größte Verbesserung erreichten dabei die Nordic Walker mit einer Zunahme von 61,01 %. Den zweitgrößten Sprung machte die Kontrollgruppe am Laufband mit 20,47 % vor den Radfahrern mit 16,3 %. Bei der Ergometer-Kontrollgruppe steigerte sich die Wattleistung an der anaeroben Schwelle um 4,65 %.

Tab. 15: Mittlere prozentuale Veränderung der Wattleistung an der anaeroben Schwelle

	Post-Reha zu Prae-Reha		Post 12-Monate zu Prae-Reha	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrrad	16,30	30,96	13,46	39,75
Nordic Walking	61,01	68,86	57,81	54,02
Fahrrad-Kontrolle	4,65	16,14	-3,91	19,90
Laufband-Kontrolle	20,47	34,09		

Nach einem Jahr zeigte sich bei allen drei nachuntersuchten Gruppen ein Leistungsrückgang. Während die beiden Trainingsgruppen noch über dem Ausgangsniveau von vor der Reha lagen, sank die Wattzahl der Ergometer-Kontrollgruppe sogar um 3,91 % unter das Ausgangsniveau. Am wenigsten verloren die Radfahrer an Boden (2,84 %). Jedoch beeindruckten die Nordic Walker trotz der Leistungseinbuße von 3,2 % damit, dass sie immer noch 57,81 % mehr leisteten als vor der Reha.

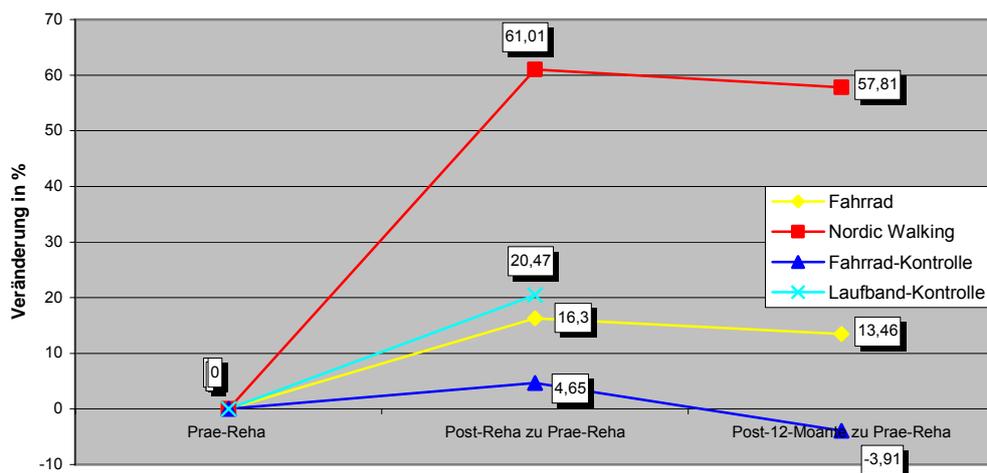


Abb. 16: Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der Wattleistung an der anaeroben Schwelle

Untersucht man diese Veränderungen auf Signifikanz (siehe dazu Tabelle 16), so zeigt sich, dass die Nordic Walker sich während der Reha signifikant stärker verbesserten als die Radfahrer ($p = 0,003$) und die Fahrrad-Kontrollgruppe ($p = 0,003$). Die Verbesserung war auch signifikant ($p = 0,019$) größer als die der Laufband-Kontrollgruppe. Zwischen den Radlern und den beiden Kontrollgruppen waren keine signifikanten Unterschiede feststellbar.

Auch beim Vergleich zwischen Prae-Reha und Post-12-Monate zeigt sich, dass die Nordic Walker sich signifikant mehr verbesserten, als die Radler ($p = 0,006$) und die Fahrrad-Kontrollgruppe ($p = 0,000$).

Tab. 16: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse (einseitige Fragestellung) zur prozentualen Veränderung der Wattleistung an der anaeroben Schwelle

	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha
Fahrrad – Nordic Walking	0,003**	0,006**
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,101	-----
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,346	-----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,003**	0,000**
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,019*	-----

* signifikant
** sehr signifikant

3.3.3 Prozentuale Veränderung der Herzfrequenz an der Vergleichsstufe

Die grafische Veranschaulichung der prozentualen Veränderungen der Herzfrequenz der Gruppen befindet sich in Abbildung 17, die zugehörigen Werte in Tabelle 17.

Tab. 17: Mittlere prozentuale Veränderung der Herzfrequenz

	Post-Reha zu Prae-Reha		Post 12-Monate zu Prae-Reha	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrrad	1,54	9,18	1,20	8,64
Nordic Walking	-1,94	10,54	-3,88	9,63
Fahrrad-Kontrolle	-4,03	9,40	-3,55	9,455
Laufband-Kontrolle	-3,52	8,60		

Die Herzfrequenz sank bei den beiden Kontrollgruppen mit 4,03 % (Fahrrad) und 3,52 % (Laufband) stärker als bei den Nordic Walkern (-1,94 %). Die Herzfrequenz bei den Radfahrern stieg mit 1,54 % sogar leicht an.

Ein Jahr später war die Herzfrequenz der Fahrrad-Kontrollgruppe um 0,48 % angestiegen, lag aber immer noch 3,55 % unter dem Ausgangsniveau. Nordic Walker (-1,94%) und Radfahrer (-0,34) zeigten eine Senkung der Herzfrequenz im Vergleich zu nach der Reha. Doch während die Walker jetzt sogar 3,88 % unter dem Ausgangswert lagen, war die Herzfrequenz der Radfahrer immer noch 1,2 % höher als der vor der Reha.

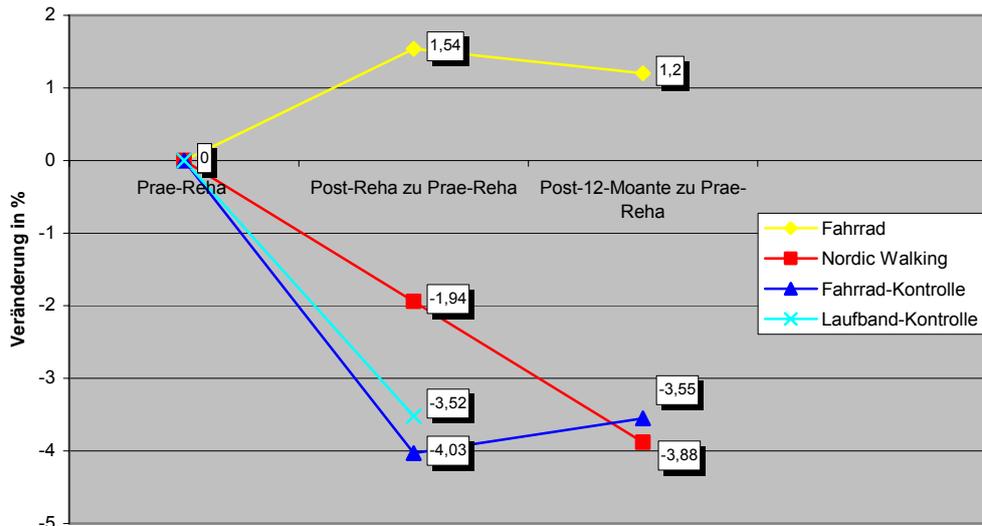


Abb. 17: Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der Herzfrequenz

Untersucht man diese Veränderungen auf Signifikanz (siehe dazu Tabelle 18), so zeigen sich nach der Reha keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen sowie den Walkern und der Laufband-Kontrollgruppe. Die Herzfrequenz der Fahrrad-Kontrollgruppe sank dagegen signifikant ($p = 0,043$) stärker ab als die der Radfahrer. Gleiches galt für die Laufband-Kontrollgruppe ($p = 0,046$).

Nach einem Jahr zeigten sich weder Unterschiede zwischen den Trainingsgruppen, noch zwischen den Nordic Walkern und der nachuntersuchten Kontrollgruppe.

Tab. 18: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse (einseitige Fragestellung) zur prozentualen Veränderung der Herzfrequenz

	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha
Fahrrad – Nordic Walking	0,124	0,058
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,043*	-----
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,046*	-----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,277	0,465
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,315	-----

* signifikant

3.3.4 Prozentuale Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme

Die grafische Veranschaulichung der prozentualen Veränderungen der Herzfrequenz der Gruppen befindet sich in Abbildung 18, die zugehörigen Werte in Tabelle 19.

Alle Gruppen konnten ihre VO₂max während der Reha steigern. Am größten war diese Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme während der Reha bei den beiden Trainingsgruppen. Die Radler legten 5,14 % und die Nordic Walker 3,15 % zu. Die Fahrrad-Kontrollgruppe steigerte sich um 0,94 %, die Laufband-Kontrollgruppe 0,5 %.

Tab. 19: Mittlere prozentuale Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme

	Post-Reha zu Prae-Reha		Post 12-Monate zu Prae-Reha	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrrad	5,14	15,73	5,59	17,74
Nordic Walking	3,15	14,38	3,43	15,94
Fahrrad-Kontrolle	0,94	6,96	-0,61	20,71
Laufband-Kontrolle	0,50	8,77		

Während des Jahres konnten die beiden Trainingsgruppen ihre VO₂max um 0,45 % (Fahrrad) und 0,28 % (Nordic Walking) leicht verbessern. Die Radler erreichten 5,59 % mehr als vor der Reha, die Nordic Walker 3,43 %. Die VO₂max der Fahrrad-Kontrollgruppe sank in den 12 Monaten um 1,55 % und lag sogar um 0,61 % unter dem Ausgangswert von vor der Rehabilitation.

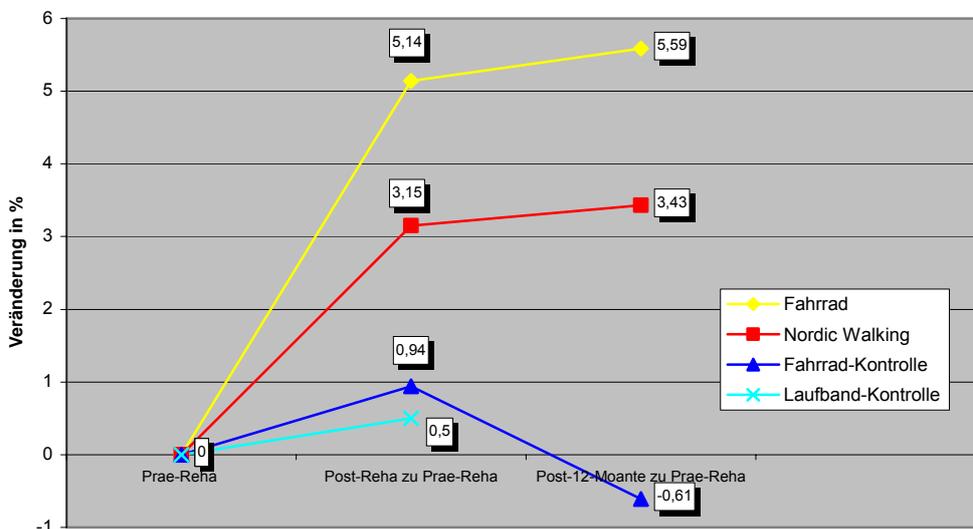


Abb. 18: Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme

Untersucht man diese Veränderungen auf Signifikanz, so ergeben sich weder nach der Reha, noch nach 12 Monaten statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Gruppen (vergleiche dazu Tabelle 20).

Tab. 20: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse (einseitige Fragestellung) zur prozentualen Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme

	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha
Fahrrad – Nordic Walking	0,329	0,356
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,177	----
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,146	----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,299	0,286
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,260	----

3.3.5 Prozentuale Veränderung der Laktatkonzentration an der Vergleichsstufe

Die grafische Veranschaulichung der prozentualen Veränderungen der Herzfrequenz der Gruppen befindet sich in Abbildung 19, die zugehörigen Werte sind in Tabelle 21.

Tab. 21: Mittlere prozentuale Veränderung der Laktatkonzentration

	Post-Reha zu Prae-Reha		Post 12-Monate zu Prae-Reha	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrrad	-7,76	25,72	20,55	53,08
Nordic Walking	-18,21	31,81	-18,59	26,30
Fahrrad-Kontrolle	2,06	26,86	14,35	18,59
Laufband-Kontrolle	-13,01	29,28		

Außer der Fahrrad-Kontrollgruppe mit einem Laktat-Plus von 2,06 % sank die Milchsäurekonzentration bei allen Gruppen während der Reha ab. Am meisten verbesserte sich die Nordic-Walking-Gruppe, die auf derselben Belastungsstufe 18,21 % weniger Laktat bildeten als vor der Reha. Bei der Laufband-Kontrollgruppe sank die Konzentration um 13,01 %, bei den Radfahrern um 7,76 %.

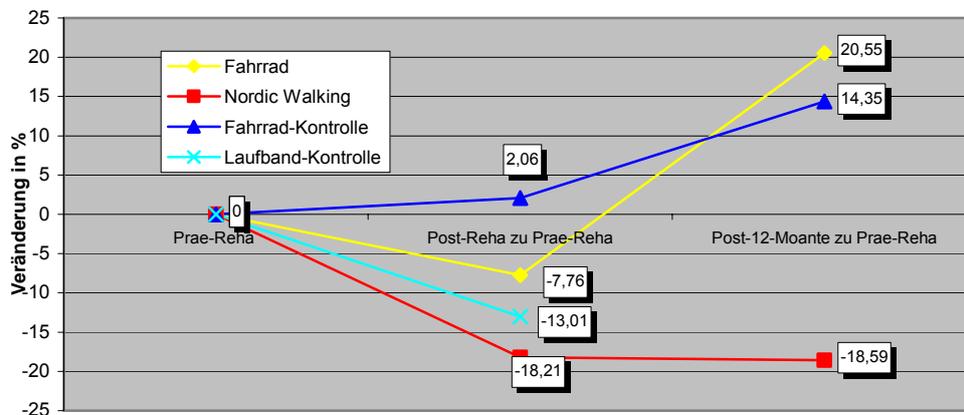


Abb. 19: Grafische Darstellung der prozentualen Veränderungen der Laktatkonzentration

Nach 12 Monaten war der Laktatspiegel der Nordic Walker um weitere 0,38 % gesunken und lag damit sogar noch niedriger als unmittelbar nach der Reha: 18,59 % unter dem Ausgangswert. Sowohl die Radfahrer als auch die Kontrollgruppe verschlechterten sich während der 12 Monate mit 28,31 % (Radfahrer) und 12,29 % (Kontrollgruppe) stark und bildeten auf derselben Belastungsstufe 20,55 % (Radfahrer) bzw. 14,35 % (Kontrollgruppe) mehr Laktat als vor der Reha.

Untersucht man diese Veränderungen auf Signifikanz (siehe Tabelle 22), zeigen sich nach der Reha noch keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den Gruppen. Nach 12 Monaten dagegen waren die Nordic Walker im Vergleich zu vor der Reha sehr signifikant verbessert als die der Fahrradfahrer ($p = 0,006$) und die Fahrrad-Kontrollgruppe ($p = 0,000$).

Tab. 22: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse (einseitige Fragestellung) zur prozentualen Veränderung der Laktatkonzentration

	Post-Reha zu Prae-Reha	Post 12-Monate zu Prae-Reha
Fahrrad – Nordic Walking	0,129	0,006**
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,150	----
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,279	----
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,042	0,000**
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,315	----

** sehr signifikant

3.3.6 Das subjektive Belastungsempfinden nach Borg

Die Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben befinden sich in den Tabellen 9 bis 12 und erfolgen hier nicht noch einmal. Zur grafischen Veranschaulichung wird die Entwicklung des Belastungsempfindens in Abbildung 20 dargestellt.

Tab. 23: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse des subjektiven Belastungsempfindens

	Prae-Reha
Fahrrad – Nordic Walking	0,980
Fahrrad – Fahrrad-Kontrolle	0,459
Fahrrad – Laufband-Kontrolle	0,482
Nordic Walking – Fahrrad-Kontrolle	0,490
Nordic Walking – Laufband-Kontrolle	0,512

Nach der ersten Untersuchung gaben die Patienten der Fahrradgruppe ihre subjektive Belastung mit 6,9, die Nordic Walker mit 7 und die beiden Kontrollgruppen

mit 6,86 (Fahrrad) und 7,31 (Laufband) an. Damit unterschied sich keine der Gruppen signifikant von einer anderen (vergleiche dazu Tabelle 23).

Bei der zweiten Spiroergometrie gaben alle Gruppen an, sie seien weniger belastet gewesen. Diese Entwicklung war bei der Laufband-Kontrollgruppe mit -1,38 Punkten auf 5,93 am deutlichsten. Dann folgten die Nordic Walker mit -1 (jetzt 6). Die Angaben der Fahrrad-Kontrollgruppe sank um 0,22 auf 6,64, die der Fahrradgruppe um 0,1 auf 6,8 Punkte.

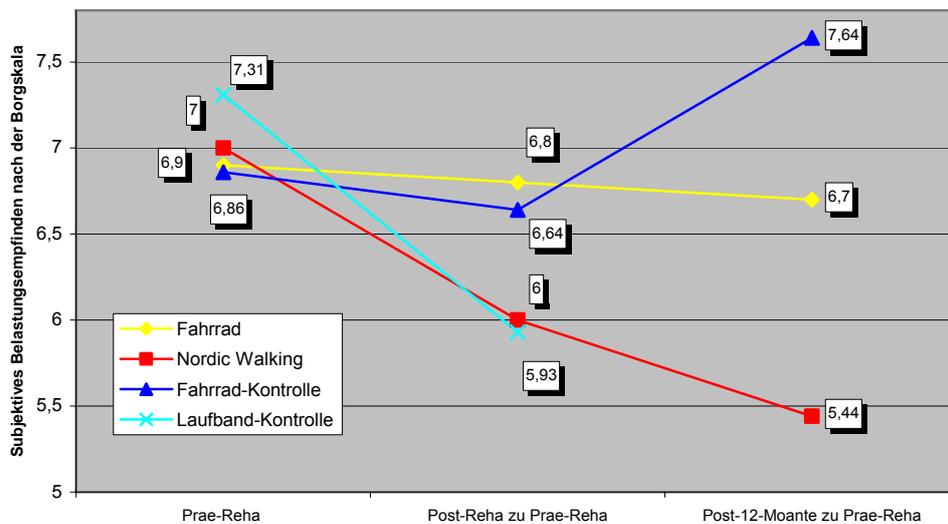


Abb. 20: Grafische Darstellung der Veränderungen des subjektiven Belastungsempfindens

Nach einem Jahr sank das Belastungsempfinden der beiden Trainingsgruppen weiter, während die Kontrollgruppe mit 7,64 ihre Belastung mit einem Punkt mehr bewertete. Die Radfahrer gaben ihre Belastung mit durchschnittlich 6,7 Punkten und damit um 0,2 geringer an, als vor der Reha. Die Nordic Walker empfanden ihre Belastung um 0,56 Prozent geringer und gaben im Mittel den Wert von 5,44 an. Das entsprach 1,56 Punkten weniger als zu Beginn der Reha.

3.4 Die Fragebogenergebnisse

3.4.1 Die katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen

Die Fragebogen-Ergebnisse im Jahresverlauf befinden sich in Tabelle 24, die grafische Darstellung in Abbildung 21. Eine Darstellung der Standardabweichungen

erfolgt lediglich für die Werte vor und nach der Reha sowie nach einem Jahr (siehe Tabelle 25).

Tab. 24: Jahresverlauf der katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen (Punkte-ergebnisse des PRSS)

	Prae-Reha	Post-Reha	Post-2-	Post-4-	Post-6-Monate	Post-8-	Post-10-	Post-12-Monate
Fahrrad	37,04	38,73	49,02	47,60	38,19	37,74	38,59	39,65
Nordic Walking	35,19	36,44	26,01	26,86	30,88	27,53	26,10	24,85
Fahrrad-Kontrolle	35,06	40,74	35,05	38,08	35,59	38,07	39,04	39,16

Zu Beginn der Reha liegen die Fragebogen-Ergebnisse zu den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen nah beieinander: Die Fahrradgruppe liegt bei durchschnittlich 37,04, die der Nordic Walker bei 35,19 und die der Fahrrad-Kontrollgruppe bei 35,06 Punkten. Nach der Reha steigen diese Werte bei allen Gruppen an, wobei die Kontrollgruppe um 5,68 Punkten auf jetzt 40,47 am stärksten zulegt. Den geringsten Anstieg zeigen die Nordic Walker mit nur 1,25 Punkten auf 36,44. Auch die Radfahrer legen moderat mit 1,69 Punkten auf 38,73 zu.

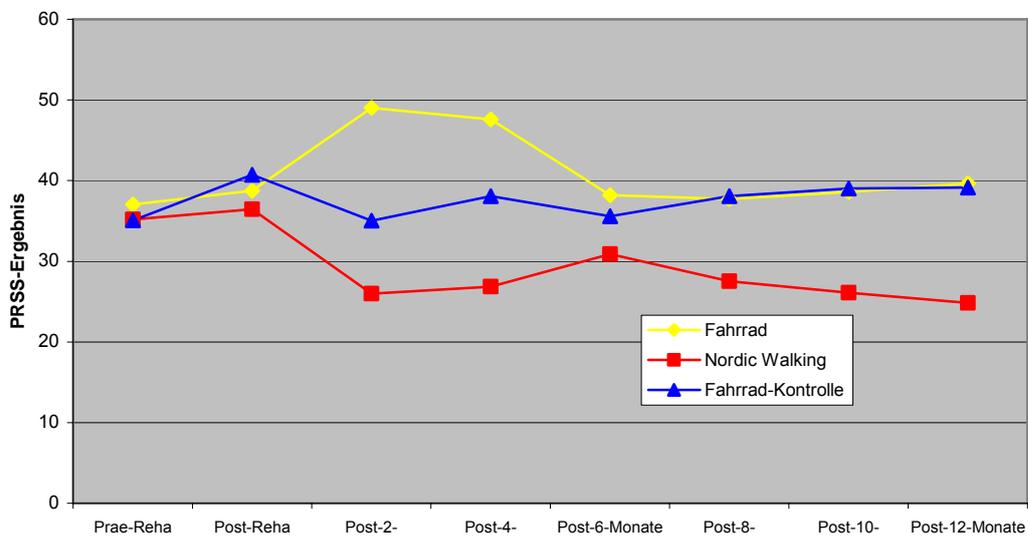


Abb. 21: Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen

Nach der Entlassung aus der Reha nehmen die Gruppen sehr unterschiedliche Verläufe: Die Nordic Walker zeigen nach zwei Monaten einen starken Abfall auf nur noch 26,01 Punkte und halten dieses Niveau auch nach 4 Monaten (26,86 Punkte). Nach 6 Monaten steigt der Wert wieder auf 30,88 Punkte an, um dann aber stetig

noch weiter abzusinken. Ein Jahr nach der Untersuchung liegt der Wert bei nur noch 24,85 Punkten. Die Fahrradgruppe zeigt dagegen innerhalb der zwei bzw. vier Monate nach der Reha einen starken Anstieg auf 49,02 bzw. 47,6 Punkte. Nach sechs Monaten pendelt sich der Wert wieder im Bereich des Ausgangsniveaus ein und liegt bei 38,19, nach acht Monaten bei 37,74 und nach einem Jahr schließlich bei 39,65 Punkten. Die Kontrollgruppe zeigt den ausgeglichensten Verlauf. Sowohl nach zwei Monaten (35,05) als auch nach vier oder sechs Monaten (38,08 und 35,59) als auch nach acht und zehn Monaten (38,07 und 39,07) bleiben die Ergebnisse im Bereich des Ausgangswertes vor der Reha.

Insgesamt ergibt dies einen leichten Anstieg auf 39,16 Punkten. Auffällig ist, dass die Kurven der Fahrrad- und der Fahrrad-Kontrollgruppe nach einem halben Jahr nahezu deckungsgleich verlaufen, während die der Nordic Walker weiter abfällt.

Tab. 25: t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der Fragebogenwerte für katastrophisierende gesundheitsbezogene Kognitionen

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz		
	Prae-Reha	Post-Reha	Post-12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post-12-Monate	Prae-zu Post-Reha	Prae-Reha zu Post-12-Monate	Post-Reha zu Post-12-Monate
Fahrrad	37,04	38,73	39,65	18,34	16,63	20,33	0,680	0,583	0,786
Nordic Walking	35,19	36,44	24,85	20,02	17,69	11,39	0,747	0,003**	0,001**
Fahrrad-Kontroll	35,06	40,74	39,16	15,28	13,69	13,09	0,190	0,298	0,622

** sehr signifikant

Untersucht man diese Entwicklung auf Signifikanz (siehe dazu Tabelle 25) so zeigt sich, dass die Nordic Walker sich nach einem Jahr sowohl im Vergleich zu nach der Reha ($p = 0,001$) wie im Vergleich mit dem Prae-Reha Wert ($p = 0,003$) sehr signifikant verbessern konnten. Bei der Fahrrad- und der Fahrrad-Kontrollgruppe waren die Veränderungen dagegen nicht signifikant.

3.4.2 Die Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit

Die Fragebogen-Ergebnisse im Jahresverlauf befinden sich in Tabelle 26. Eine Darstellung der Standardabweichungen erfolgt lediglich für die Werte vor und nach der Reha sowie nach einem Jahr (siehe Tabelle 27). Die grafische Darstellung des Jahresverlaufes findet sich in Abbildung 22.

Tab. 26: Jahresverlauf der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit

	Präe-Reha	Post-Reha	Post-2-	Post-4-	Post-6-Monate	Post-8-	Post-10-	Post-12-Monate
Fahrrad	55,41	64,86	65,84	56,53	59,86	55,83	56,39	56,93
Nordic Walking	57,87	71,06	73,64	64,55	79,99	76,06	76,06	78,03
Fahrrad-Kontroll	60,47	57,85	57,61	59,04	57,61	52,84	52,85	50,46

Vor der Reha schätzten sich die Mitglieder der Fahrrad-Kontrollgruppe mit 60,47 Punkten am leistungsfähigsten ein. Gefolgt von den Nordic Walkern mit 57,87 und den Radfahrern mit 55,41 Punkten. Während sich die beiden Trainingsgruppen innerhalb der Reha verbessern konnten, glaubte die Kontrollgruppe weniger leistungsfähig zu sein und sank um 2,62 auf 57,85 Punkte.

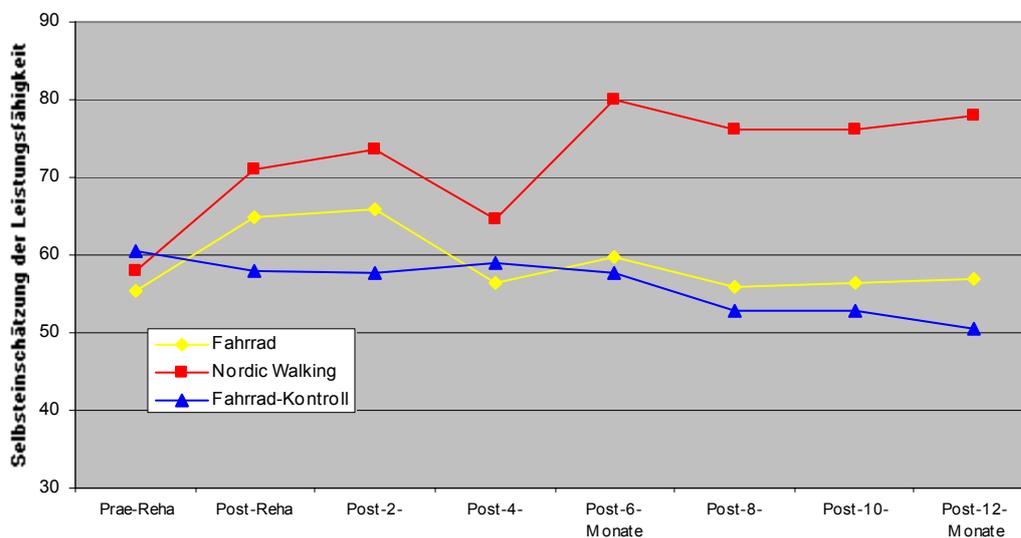


Abb. 22: Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der subjektiven Leistungsfähigkeit

Am stärksten verbesserte sich die Selbsteinschätzung der Nordic Walker, die mit 71,06 Punkten 13,19 Punkte mehr erreichten als vor der Reha. Die Radfahrer steigerten sich um 9,45 Punkte auf 64,86.

Nach der Entlassung stiegen beide Trainingsgruppen weiter an, wobei die Nordic Walker mit 73,64 nach zwei, 64,55 nach vier und 79,99 Punkten nach sechs Monaten stets über der Kurve der Radfahrer liegen (65,84; 56,53 und 59,86). Nach sechs Monaten pendelte sich die Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit der Radfahrer wieder auf das Ausgangsniveau vor der Reha ein und landet nach 12 Monaten mit 56,93 Punkten nur noch 1,52 Punkte über diesem. Derweil blieben die Werte der Nordic Walker recht konstant und liegen nach 12 Monaten mit 78,03

Punkten sowohl höher als der Ausgangswert (+20,16) als auch höher als der Wert unmittelbar nach der Reha (+6,97). Die Kontrollgruppe zeigt einen langsamen, aber stetigen Abwärtsverlauf und landet nach 12 Monaten um 10,01 Punkte unter dem Ausgangswert. Ab dem vierten Monat nach der Reha verlaufen die Kurven der Kontrollgruppe und der Radfahrer nahezu kongruent.

Untersucht man die Entwicklungen auf Signifikanz (siehe Tabelle 27), so ergibt sich, dass sich die Nordic Walker sowohl nach Reha ($p = 0,006$) als auch nach 12 Monaten ($p = 0,000$) sehr signifikant leistungsfähiger einschätzten als vor der Reha. Zwischen dem Post-Reha-Wert und dem nach einem Jahr ergaben sich keine Unterschiede, was bedeutet, dass die Walker den Reha-Gewinn erhalten konnten. Bei den Radfahrern ließen sich keinerlei signifikante Veränderungen ausmachen, während die Post-12-Monatswerte der Fahrrad-Kontrollgruppe signifikant schlechter sind als die Prae- ($p = 0,034$) und auch die Post-Reha-Werte ($p = 0,034$).

Tab. 27: t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der Fragebogenwerte zur Leistungsfähigkeits-Selbsteinschätzung

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz		
	Prae-Reha	Post-Reha	Post-12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post-12-Monate	Prae-zu Post-Reha	Prae-Reha zu Post-12-Monate	Post-Reha zu Post-12-Monate
Fahrrad	55,41	64,86	56,93	23,65	23,54	23,51	0,057	0,758	0,144
Nordic Walking	57,87	71,06	78,03	23,40	20,78	18,88	0,006**	0,000**	0,098
Fahrrad-Kontroll	60,47	57,85	50,46	18,95	16,78	16,01	0,49	0,034*	0,034*

* signifikant

** sehr signifikant

3.4.3 Die Depressivität

Die Fragebogen-Ergebnisse im Jahresverlauf befinden sich in Tabelle 28, die grafische Darstellung in Abbildung 23. Eine Darstellung der Standardabweichungen erfolgt lediglich für die Werte vor und nach der Reha sowie nach einem Jahr (siehe Tabelle 29).

Tab. 28: Jahresverlauf der Depressivität (Punkteergebnisse des CES-D)

	Prae-Reha	Post-Reha	Post-2-	Post-4-	Post-6-Monate	Post-8-	Post-10-	Post-12-Monate
Fahrrad	22,98	20,75	23,32	23,45	21,91	23,33	23,43	24,07
Nordic Walking	22,97	21,26	19,97	23,06	18,51	19,70	17,23	17,82
Fahrrad-Kontroll	21,82	23,14	22,16	22,69	23,09	24,07	23,51	24,64

Zu Beginn der Reha lagen alle drei Gruppen bezüglich ihrer Werte im Depressivitäts-Fragebogen nah beieinander. Die Radfahrer kamen auf 22,98, die Nordic Walker auf 22,97 und die Kontrollgruppe auf 21,82 Punkte. Während die Werte der beiden Trainingsgruppen innerhalb der Reha sinken, steigen die der Kontrollgruppe um 1,32 Punkte auf 23,14 an. Die Radfahrer erreichten 2,23 Punkte weniger als zuvor (jetzt 20,75), die Nordic Walker 1,71 weniger (jetzt 21,26).

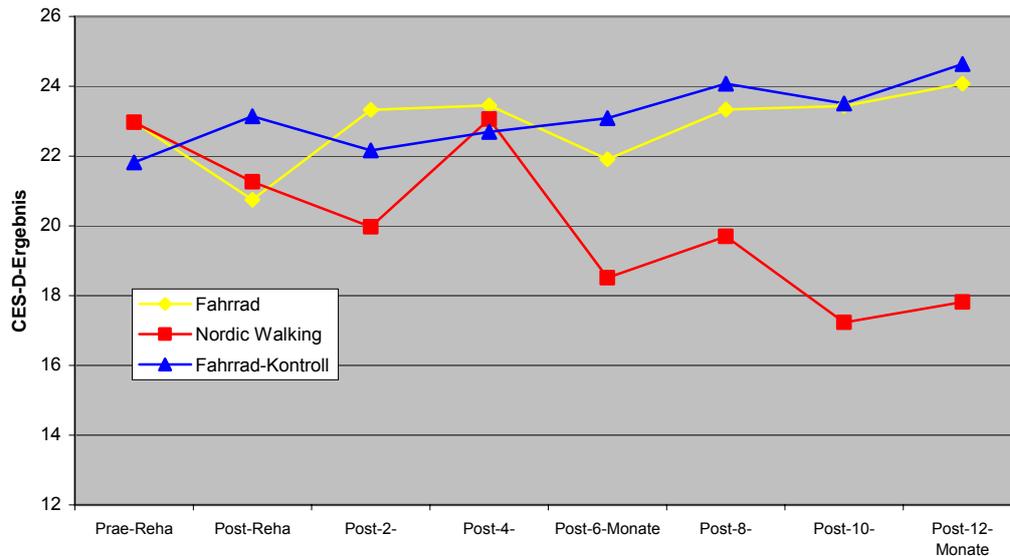


Abb. 23: Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der Depressivität

Untersucht man diese Entwicklung auf Signifikanz (siehe dazu Tabelle 29), so erweisen sich nur bei den Radfahrern signifikante Verbesserungen (Punktereduzierung) während der Reha ($p = 0,045$).

Über 12 Monate hinweg zeigt sich ein äußerst unterschiedlicher Verlauf der drei Gruppen: Die Nordic Walker zeigen einen Abwärtstrend und landen nach einem Jahr bei 17,82 Punkten und damit um 5,15 niedriger als vor der Reha. Die Radfahrer und die Kontrollgruppe zeigen dagegen einen Aufwärtstrend der Depressivitätswerte und liegen nach 12 Monaten dicht beieinander bei 24,07 Punkten (Radfahrer) und 24,64 (Kontrollgruppe). Dies entspricht Steigerungen von 1,09 bzw. 2,82 Punkten.

Nach 12 Monaten haben sich die Nordic Walker sehr signifikant ($p = 0,001$) im Vergleich zu vor der Reha und signifikant ($p = 0,0025$) im Vergleich zu nach der Reha verbessert. Die Radfahrer verschlechtern sich im Vergleich zu nach der Reha während der 12 Monate sehr signifikant ($p = 0,007$), so dass keine signifikanten

Unterschiede mehr zum Prae-Reha-Wert auszumachen sind. Bei der Kontrollgruppe zeigt sich eine signifikante Erhöhung der Werte nach einem Jahr im Vergleich zu vor der Reha ($p = 0,025$). Der Vergleich der Werte Post-Reha zu Post 12-Monate ergibt hingegen keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 29: t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der Fragebogenwerte zur Depressivität

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz		
	Prae-Reha	Post-Reha	Post-12-Monate	Prae-Reha	Post-Reha	Post-12-Monate	Prae-zu Post-Reha	Prae-Reha zu Post-12-Monate	Post-Reha zu Post-12-Monate
Fahrrad	22,98	20,75	24,07	6,08	5,22	6,39	0,045*	0,423	0,007**
Nordic Walking	22,97	21,26	17,82	6,22	6,61	5,05	0,113	0,001**	0,025*
Fahrrad-Kontroll	21,82	23,14	24,64	4,34	5,91	4,45	0,375	0,025*	0,411

* signifikant

** sehr signifikant

3.4.4 Die Lebensqualität

Die Ergebnisse des SGRQ sowie die Ergebnisse der Signifikanztests befinden sich in Tabelle 30. Der Verlauf der Lebensqualität wird in Abbildung 24 grafisch dargestellt.

Zu Beginn der Reha zeigte die Fahrradgruppe mit 43,86 Punkten im SGRQ die stärkste Beeinträchtigung der Lebensqualität. Die Nordic Walker kamen auf 39,59 und die Kontrollgruppe auf 36,49 Punkte. Nach sechs Monaten hatten sich alle drei Gruppen verbessert, erreichten also weniger Punkte als zuvor.

Tab. 30: Jahresverlauf der Lebensqualität (Punkteergebnisse des SGRQ)

	Mittelwert			Standardabweichung			Signifikanz		
	Prae-Reha	Post-6-Monate	Post-12-Monate	Prae-Reha	Post-6-Monate	Post-12-Monate	Prae-zu Post-Reha	Prae-Reha zu Post-6-Monate	Prae-Reha zu Post-12-Monate
Fahrrad	43,86	43,55	45,40	20,39	19,41	21,04	0,934	0,664	0,248
Nordic Walking	39,59	37,86	35,62	18,27	21,56	21,05	0,487	0,086	0,063
Fahrrad-Kontroll	36,49	33,73	35,05	18,06	20,97	17,96	0,186	0,494	0,514

Am größten war die Verringerung bei der Fahrrad-Kontrollgruppe mit 2,76 weniger als vor der Reha auf jetzt 33,73 Punkte, gefolgt von den Nordic Walkern mit 1,73 Punkten weniger (jetzt 37,86) und den Radlern mit einem leichten Rückgang um 0,31 Punkte auf 43,55.

Während nach 12 Monaten die Werte bei den Nordic Walkern weiter absanken (auf 35,62 Punkte und damit um 3,97 weniger im Vergleich zu vor der Reha), stiegen die Werte bei den Radlern und der Kontrollgruppe wieder an. Die Radler landeten mit 45,4 Punkten sogar um 1,54 Punkte über dem Ausgangsniveau. Die Kontrollgruppe erreichte mit 35,05 Punkten 1,44 Punkte weniger als vor der Reha, jedoch 1,32 Punkte mehr als nach sechs Monaten. Signifikante Unterschiede ließen sich jedoch bei keiner der Gruppen zu keinem Zeitpunkt ausmachen.

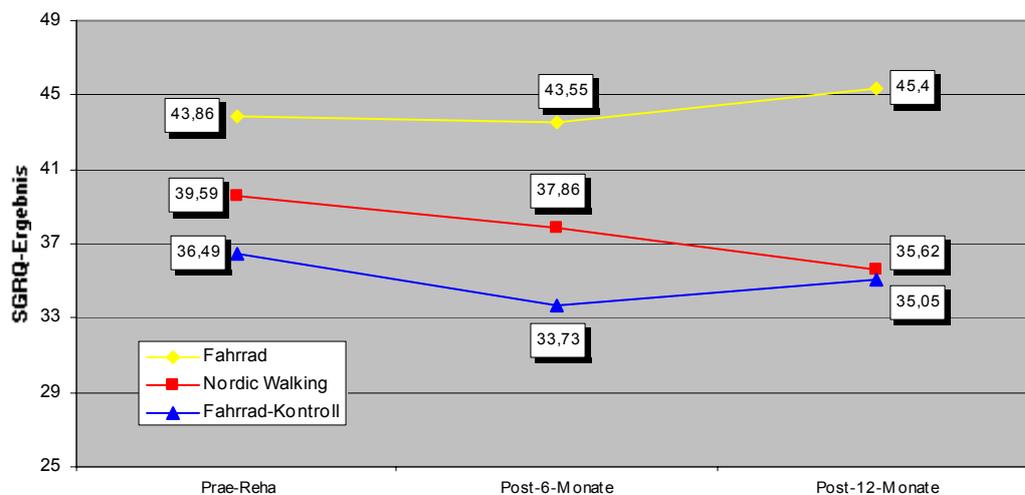


Abb. 24: Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der Beeinträchtigung der Lebensqualität

3.4.5 Die Sportaktivität

Die Werte zur Sportaktivität über das Jahr hinweg befinden sich in Tabelle 32. Der Verlauf wird in Abbildung 25 grafisch dargestellt.

Zu Beginn der Reha gaben die Probanden der Fahrradgruppe an, bisher gar keinen Sport zu treiben. Die Nordic Walker waren durchschnittlich 0,07 Stunden pro Woche aktiv, die Fahrrad-Kontrollgruppe sogar 0,21 Stunden. Auf Signifikanz geprüft (siehe Tabelle 31), ergab sich, dass die Kontrollgruppe damit sehr signifikant ($p = 0,007$) mehr Sport trieb als die Fahrradgruppe und die Nordic Walker immerhin noch signifikant ($p = 0,033$) mehr als die Fahrradgruppe. Zwischen den Nordic Walkern und der Kontrollgruppe waren keine Unterschiede feststellbar.

Tab. 31: Zwischengruppen-Signifikanztest-Ergebnisse zur Sportaktivität

	Prae-Reha	Post-12-Monate
Fahrrad – Nordic Walking	0,033*	0,003**
Fahrrad – Fahrrad-Kontroll	0,007**	0,084
Nordic Walking – Fahrrad-Kontroll	0,114	0,002**

* signifikant
 ** sehr signifikant

Nach der Reha waren alle drei Gruppen aktiver als vorher. Der Sportaktivitätsverlauf über 12 Monate war jedoch sehr unterschiedlich: Die Nordic Walker zeigten einen enormen Aktivitätsanstieg mit 3,3 Stunden nach 2 Monaten, nach vier Monaten 2,84 und nach einem halben Jahr noch immer 2,52 Stunden pro Woche. Dieses Niveau hielten sie auch nach einem Jahr (2,55 Stunden pro Woche).

Tab. 32: Jahresverlauf der Sportaktivität

	Prae-Reha	Post-Reha	Post-2-	Post-4-	Post-6-Monate	Post-8-	Post-10-	Post-12-Monate
Fahrrad	0,00	Nicht erfasst	1,04	1,46	0,80	0,60	0,52	0,67
Nordic Walking	0,07	Nicht erfasst	3,30	2,84	2,52	2,42	2,64	2,55
Fahrrad-Kontroll	0,21	Nicht erfasst	0,61	0,75	0,46	0,89	0,50	0,36

Die Radfahrer bewegten sich nach zwei Monaten im Mittel 1,04 und nach vier Monaten 1,46 Stunden. Von da an ging die Aktivität stetig zurück und landete nach 12 Monaten bei 0,67 Stunden pro Woche. Auch die Kontrollgruppe war in den Monaten nach der Reha mit 0,61 Stunden und nach vier Monaten mit 0,75 Stunden pro Woche deutlich aktiver als vor der Reha. Nach einem Aktivitätshöhepunkt nach 8 Monaten mit 0,89 Stunden war die Aktivität nach 12 Monaten auf 0,36 Stunden gesunken.

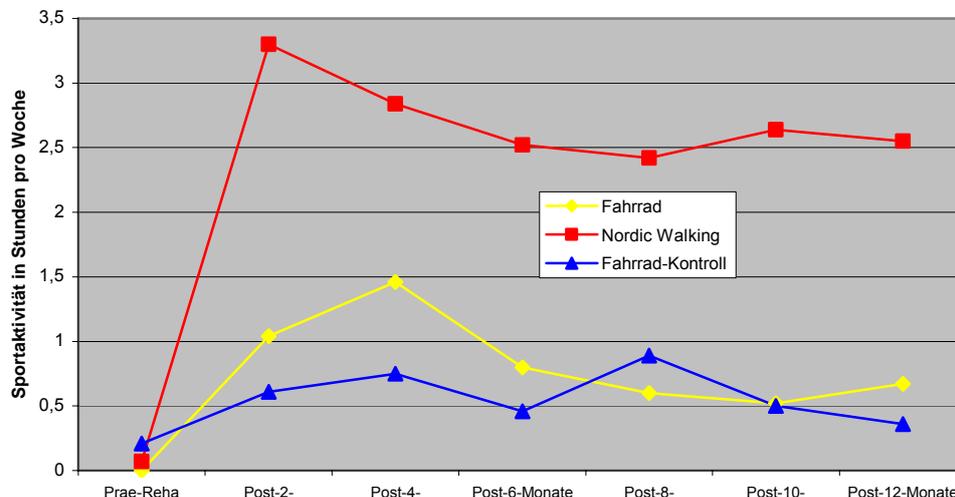


Abb. 25: Grafische Darstellung des Jahresverlaufes der Sportaktivität

Untersucht man die Werte von vor der Reha und nach einem Jahr auf Signifikanz (vergleiche dazu Tabelle 33), so ergibt sich, dass sowohl die Radfahrer ($p = 0,002$) als auch die Nordic Walker ($p = 0,000$) sehr signifikant aktiver waren als vor Reha. Für die Kontrollgruppe waren keine statistisch gesicherten Veränderungen auszumachen.

Vergleicht man die Gruppen nach 12 Monaten miteinander (Tabelle 31), so zeigt sich, dass die Nordic Walker sehr signifikant aktiver sind als die Fahrradgruppe ($p = 0,003$) und die Kontrollgruppe ($p = 0,002$). Letztere Gruppen unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Tab. 33: t-Test-Ergebnisse für gepaarte Stichproben der zur Veränderung der Sportaktivität

	Mittelwert		Standardabweichung		Signifikanz
	Prae-Reha	Post 12-Monate	Prae-Reha	Post 12-Monate	Prae- zu Post-12-Monate
Fahrrad	0,00	0,667	0,00	0,95	0,002**
Nordic Walking	0,07	2,55	0,32	1,90	0,000**
Fahrrad-Kontroll	0,21	0,36	0,80	0,77	0,659

** sehr signifikant

3.5 Zusammenhänge zwischen Sportaktivität und den Fragebogen-Ergebnissen

3.5.1 Zusammenhang zwischen Sportaktivität und katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen

Tab. 34: Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im PRSS-Fragebogen zu den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen

		PRSS	Sportaktivität
Sportaktivität	Korrelationskoeffizient r	-0,297	1
	Signifikanz	0,021*	
		N = 60	

* signifikant

Der Korrelationskoeffizient r zum Zusammenhang zwischen der mittleren Sportaktivität während der 12 Monate nach der Entlassung aus der stationären Rehabilitation und den Ergebnissen zu den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen liegt für die Gesamtstichprobe bei $-0,297$. Auf Signifikanz geprüft zeigt sich, dass dieser mit $p = 0,021$ signifikant ist. Das bedeutet,

je größer die sportliche Aktivität pro Woche, desto geringer fielen die entsprechenden Fragebogenwerte aus.

3.5.2 Zusammenhang von Sportaktivität und Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit

Der Korrelationskoeffizient r zum Zusammenhang zwischen der mittleren Sportaktivität während der 12 Monate nach der Entlassung aus der stationären Rehabilitation und der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit betrug für die Gesamtstichprobe 0,325. Damit lag ein signifikanter positiver ($p = 0,011$) Zusammenhang vor. Das bedeutet, je größer die sportliche Aktivität pro Woche, desto leistungsfähiger schätzten sich die Probanden ein.

Tab. 35: Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im Fragebogen zur Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit

		Leistungsfähigkeit	Mittlere Sportaktivität
Mittlere Sportaktivität	Korrelationskoeffizient r	0,325	
	Signifikanz	0,011*	
		N = 60	

* signifikant

3.5.3 Zusammenhang zwischen Sportaktivität und Depressivität

Tab. 36: Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im CES-D-Fragebogen zur Depressivität

		Depressivität	Mittlere Sportaktivität
Mittlere Sportaktivität	Korrelationskoeffizient r	-0,272	
	Signifikanz	0,035*	
		N = 60	

* signifikant

Der Korrelationskoeffizient r zum Zusammenhang zwischen der mittleren Sportaktivität während der 12 Monate nach der Entlassung aus der stationären Rehabilitation und den Ergebnissen zum Depressivitätsfragebogen betrug für die Gesamtstichprobe -0,272. Damit ergab sich ein signifikant ($p = 0,035$) negativer Zusammenhang. Je größer also die sportliche Aktivität pro Woche, desto geringer die Depressivitäts-Tendenzen.

3.5.4 Zusammenhang von Sportaktivität und Lebensqualität

Tab. 37: Korrelation zwischen der durchschnittlichen Sportaktivität und der Punktezahl im SGRQ-Fragebogen zur krankheitsbezogenen Lebensqualität

		SGRQ	Mittlere Sportaktivität
Mittlere Sportaktivität	Korrelationskoeffizient r	-0,068	
	Signifikanz	0,605	
		N = 60	

Der Korrelationskoeffizient r zum Zusammenhang zwischen der mittleren Sportaktivität während der 12 Monate nach der Entlassung aus der stationären Rehabilitation und der Beeinträchtigung der Lebensqualität gemessen durch den atemwegsspezifischen St. George Respiratory Questionnaire liegt für die Gesamtstichprobe bei -0,068. Damit ließ sich kein signifikanter Zusammenhang ausmachen. Die Sportaktivität scheint also weder einen positiven noch einen negativen Einfluss auf die krankheitsbezogene Lebensqualität zu haben.

4 Diskussion

4.1 Kritik der Methode

4.1.1 Auswahl der Vergleichsparameter

Petro (2000) nennt als Parameter zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Atemwegspatienten die maximale Wattleistung und Sauerstoffaufnahme, die Herzfrequenz, die Laktatwerte und die anaerobe Schwelle sowie den Blutdruck und die Blutgase. Auch bei den Spiroergometrien für die vorliegende Arbeit wurden alle diese Messungen durchgeführt. Auf die Auswertung der Blutgasanalyse (BGA) wurde allerdings verzichtet, da die Probanden sehr inhomogen waren in Bezug auf die Entwicklung ihrer Blutgase unter Belastung. Zudem wird die BGA in den neueren Studien nur selten herangezogen, um die Leistungsfähigkeit zu beurteilen.

Auch die Blutdruckwerte unter Belastung sind nicht Teil der zentralen Fragestellung dieser Arbeit. Die Blutdruckentwicklung unter Belastung kann zur Beurteilung des Trainingszustandes dienen. Unter (dynamischer) Belastung steigt der systolische Wert an, während der diastolische nur leicht ansteigt oder sogar unverändert bleibt (Rieckert, 1991). Der Blutdruck im submaximalen Belastungsbereich unterscheidet sich bei Gesunden zwischen Trainierten und Untrainierten kaum. Unter Maximalbelastung hingegen erhöht sich der systolische Druck des Trainierten stärker als der des Untrainierten (Rieckert, 1991). Außerdem ist die Blutdruckamplitude, also die Differenz zwischen systolischem und diastolischem Wert – als Ausdruck des erhöhten Schlagvolumens – beim Trainierten erhöht (Weineck, 2004).

Die Messung des arteriellen Druckes erfolgte für die vorliegende Arbeit indirekt über eine Oberarmmanschette; am Fahrradergometer automatisch, am Laufband manuell. Die Eichverordnung von 1988 schreibt auch für Blutdruckmessgeräte eine regelmäßige Eichung vor, so dass man deswegen von zuverlässigen Messungen in Ruhe ausgehen kann. Auch während der Belastung wurde der Blutdruck der Patienten regelmäßig erfasst. In die statistische Auswertung fließen diese Werte jedoch nicht ein da besonders die Messung der diastolischen Druckwerte unter Belastung Schwierigkeiten bereiten (Rieckert, 1991). Dies bestätigte sich in

Voruntersuchungen besonders bei den Laufbanduntersuchungen, da bereits im moderaten Belastungsbereich erhebliche Geräusche durch die Schritte der Probanden, die Laufbandgeräusche, das Aneinanderschlagen der Kabel von EKG und Blutdruckmanschette sowie das Klappern der Karabinerhaken des Sicherheitsgurtes die Registrierung des Verklingens der Klopföne erschwerten. Aus diesem Grunde wurden die Blutdruckwerte zwar zur Sicherheit des Probanden überwacht und protokolliert, jedoch wurde auf die statistische Verwertung der Belastungs-Drucke verzichtet.

Parameter, die in die statistische Auswertung dieser Arbeit eingehen sind die maximale Wattleistung und die anaerobe Schwelle, die Herzfrequenz und die Laktatkonzentration an einer Vergleichsstufe und die maximale Sauerstoffaufnahme. Zusätzlich wurde das subjektive maximale Belastungsempfinden erfasst.

Da bekannt ist, dass es bei COPD-Patienten zu typischen psychosozialen Beeinträchtigungen kommt, wurden mittels Fragebögen die wichtigsten dieser Gebiete erfasst. Dies sind die katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen (in der Literatur auch als Hysterie oder Ängstlichkeit bezeichnet), die subjektive Leistungsfähigkeit (als Parameter für das Selbstbild), die Depressivität (als Indiz für bei COPD-Patienten häufig auftretende Depressionen) sowie die krankheitsbezogene Lebensqualität.

4.1.2 Die Spiroergometrien

Die moderne, computerisierte Spiroergometrie ist ein anerkanntes, zuverlässiges und reproduzierbares medizinisches Verfahren zur nichtinvasiven Ermittlung der kardiopulmonalen „Leistungsfähigkeit bei Gesunden und die Belastbarkeit bei Kranken. Dabei stellt die Belastbarkeit die symptomlimitierte Leistungsfähigkeit dar“ (Rost, 2001, Seite 50). Sie wird am Fahrrad- oder Laufbandergometer durchgeführt (Winter et al., 1994). In den meisten Arztpraxen und Kliniken wird das Fahrradergometer verwandt, weswegen viele Probanden aus diversen Voruntersuchungen damit vertraut waren. Das Laufband hat den Vorteil dass die Probanden die Belastungsform „gehen/laufen“ aus dem Alltag kennen, während am Fahrradergometer aufgrund der für einige ungewohnten Belastung der

Beinmuskulatur eine vorzeitige muskuläre Erschöpfung eine Ausbelastung des Organismus verhindern kann (Neumann und Schüler, 1994). Andererseits zeigte sich, dass viele Patienten vor der Laufband-Apparatur mit den Sicherheitsgurten und dem Boden, der ihnen unter den Füßen davonlief, deutlich mehr Abneigung hatten, als vor dem sicheren Sattel des Fahrradergometers. Meyer und Kindermann (2003) empfehlen zur Überprüfung der maximalen Belastbarkeit eine möglichst trainingspezifische Belastungsform zu wählen, weswegen die Radfahrer am Fahrrad- und die Nordic Walker am Laufbandergometer spirometriert wurden. Vom Stockeinsatz am Laufband wurde abgesehen, da das Verletzungsrisiko sowohl für die Probanden als auch für das medizinische Personal zu groß gewesen wäre. Auch wären Probleme bei der EKG-Registrierung und der Blutdruckmessung zu befürchten gewesen.

Seit 1988 schreibt die Eichverordnung Kontrollen für Ergometer vor. Die modernen Fahrradergometer bieten durch elektromagnetische Bremsung auch bei nicht konstanten Drehzahlen konstante Leistungen, und durch den Pedalwiderstand ist eine genaue Steuerung der Wattleistung gewährleistet. Faktoren, wie zum Beispiel das Körpergewicht spielen kaum eine Rolle. Bei Laufband gestaltet sich die Ermittlung der Wattleistung komplizierter. Da der Proband bei jedem Schritt sein eigenes Körpergewicht mitbewegen muss, ist die Leistung neben der Laufbandgeschwindigkeit und der Steigung auch vom Körpergewicht abhängig. Im Hersteller-Handbuch des für diese Arbeit verwandten Laufbandes wird für Geschwindigkeiten unter 8 km/h die Berechnungsformel

$$W (\text{Watt}) = (v \times KM \times (,05 + G \times 0,29) + 0,6 \times KM - 151) / 10,5$$

Angegeben. Dabei entspricht W der Leistung in Watt, v der Geschwindigkeit in km/h, G der Steigung in % und KM der Körpermasse in Kilogramm. Diese Art der Berechnung führt zu sehr hohen Wattzahlen, die sich durch Abgleich mit anderen Parametern (Laktat, Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenz etc.) in Voruntersuchungen nicht bestätigen ließen. Diese Kontrolluntersuchungen im Vorfeld der Studie ergaben erhebliche Differenzen zwischen den am Laufband- und am Fahrradergometer erzielten Leistungen, sowohl im maximalen als auch im submaximalen Bereich. In

der Literatur findet sich als Formel zur Berechnung der Wattleistung auf dem Laufband:

$$\text{Leistung (W)} = 9,81 \times \text{kgKM} \times v(\text{m/s}) \times \sin \alpha \quad (\text{Neumann \& Schüler 1994, S. 47})$$

Dabei ist W die Leistung in Watt, kgKM die Körpermasse in Kilogramm, v(m/s) die Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde und $\sin \alpha$ entspricht dem Sinus des Laufbandsteigungswinkels in $^\circ$. Da der Hersteller die Steigung lediglich in % angibt, musste diese jeweils umgerechnet werden, wobei nach Neumann und Schüler (1994) 1% Steigung dabei einem Winkel von $0,6^\circ$ entspricht. Die so ermittelten Wattzahlen waren deutlich geringer als die vom Computer angegebenen Werte, liegen jedoch immer noch höher als die am Fahrradergometer. Deswegen werden auch nicht die Gruppen unmittelbar sondern über die prozentualen Veränderungen miteinander verglichen. Allerdings wird durch die Gewichtsabhängigkeit ein Problem der vorliegenden Untersuchung deutlich: Durch eine Gewichtsabnahme sinkt bei gleicher Laufbandgeschwindigkeit und gleichem Steigungswinkel die errechnete Wattleistung. Wenn der Proband die maximale Steighöhe von 24% Prozent erreicht hatte, aber jetzt weniger wog als bei der Untersuchung zuvor, deutet die reine Zahl auf eine Verschlechterung der maximalen Leistung hin, während er in Wirklichkeit wohlmöglich in der Lage gewesen wäre, sich deutlich zu steigern. In Einzelfällen war bereits nach der Rehabilitation, besonders aber nach einem Jahr keine Ausbelastung mehr möglich. Um aber eine möglichst gute Vergleichbarkeit der vorher/nachher-Werte zu ermöglichen, wurden alle drei Spiroergometrien mit denselben Belastungsprogrammen durchgeführt.

Für Belastungsprogramme gibt es in der Literatur uneinheitliche Empfehlungen. Die für diese Arbeit gewählten Programme orientierten sich an den Empfehlungen von Löllgen et al. (1994). Die Belastungssteigerung lag beim Fahrrad je nach Belastbarkeit des Patienten bei 10 bzw. 20 Watt pro Minute und wurde so gewählt, dass die Testdauer die empfohlenen zwölf Minuten nicht überschritt. Die Stufendauer betrug am Fahrrad- ebenso wie am Laufbandergometer 1 Minute. Zahlreiche Vortests zeigten, dass Patienten aufgrund ihrer begrenzten Motorik nicht in der Lage waren, sich laufend sicher auf dem Band zu bewegen oder sich Tempoverschärfungen anzupassen. Viele Testprobanden brachen die Spirometrie

weit vor Ausbelastung aufgrund von Panik ab. Gehend fühlten sich die Probanden sicherer. Es wurde je nach individueller Belastbarkeit des Patienten eine Geschwindigkeit von 4 bzw. 6 km/h gewählt, die während des gesamten Tests gleich blieb. Die Belastungssteigerung erreicht man durch eine Erhöhung des Steigungswinkels um 1 bzw. 2 % pro Minute. Aufgrund der starken Neigung von bis zu 24% konnten zu Beginn alle Patienten ausbelastet werden. Zwar empfehlen Neumann und Schüler (1994), eine Bandneigung von 10,5 % nicht zu überschreiten, doch liegen die Geschwindigkeiten mit 4 und 6 km/h weit unter den als kritische Marke beschriebenen 4 m/s, so dass motorische Koordinationsstörungen nicht zu Tage traten.

4.1.3 Die Messungen

Vor jedem Belastungstest wurden alle Geräte nach Herstellerempfehlung geeicht und Gesichtsmaske und Filter gewechselt, um Messfehler wie bei Winter et al. (1994) beschrieben, zu verhindern. Außerdem werden die Apparaturen in regelmäßigen Abständen vom Hersteller gewartet, so dass keine größeren Unregelmäßigkeiten zu erwarten sind.

Die Messung der Herzfrequenz kann als zuverlässig angesehen werden, da sowohl am Fahrrad- als auch am Laufbandergometer ein EKG diese während der Belastung überwachte und der Computer die Frequenz protokollierte.

Die Blutentnahme für die Laktatmessung erfolgte aus dem Ohrläppchen. Die Blutprobe wurde unmittelbar in das Messgerät gegeben, um eine Blutgerinnung zu vermeiden, so dass auch diese Messung als Zuverlässig betrachtet werden kann.

Gleiches gilt für die Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme, wobei nach Meyer und Kindermann (2003) Schwankungen und Messungenauigkeiten um bis zu 5 % möglich sind. Zur Frage, ob die als maximale Sauerstoffaufnahme gemessenen Werte definitionsgemäß der $VO_2\text{max}$ entsprechen, sprich, ob also wirklich eine Ausbelastung vorgelegen hat, sei auf die Diskussion der Ergebnisse (Kapitel 4.2) verwiesen.

Das subjektive Belastungsempfinden wurde mittels der Atemnotskala, modifiziert nach Borg (Borg, 1982) erfasst. Die Probanden wurden unmittelbar nach der Belastung gebeten, ihrer maximalen Anstrengung einen Wert zwischen 0 (gar keine) und 10 (maximal) zuzuordnen. Die Borgskala ist ein gängiges Befragungsverfahren zur Einschätzung und wird in vielen Studien sowie im Klinikalltag verwandt. Das System ist gut verständlich und hing zum noch besseren Verständnis an der Wand, wo auch den Zwischenwerten (1-9) Attribute wie „mittel“, „schwer“ etc. zugeordnet waren.

4.1.4 Die Fragebogen-Erhebungen

Die Befragungen erfolgten bei jedem Probanden auf die gleiche Art und Weise. Die Erklärungen dazu sowie die telefonischen Befragungen führte ich selber durch, so dass Beeinflussungen durch unterschiedliche Interviewer auszuschließen sind. Jedoch bestand zu den Probanden der Trainingsgruppen ein deutlich engerer persönlicher Kontakt, da ich sie im Laufe ihrer Reha täglich in den Trainingseinheiten sah. Dennoch gelang es, auch zu den Probanden der Kontrollgruppen, die ich lediglich für die beiden Spiroergometrien zu Gesicht bekam, eine Beziehung aufzubauen.

Die verwandten Fragebögen zu den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen (PRSS), der subjektiven Einschätzung der Leistungsfähigkeit sowie der Depressivität (CES-D) sind allesamt standardisierte Fragebögen, die im klinischen Alltag verwandt werden, um typische psychische Einflussfaktoren bei Atemwegspatienten zu messen und deren Entwicklung zuverlässig beurteilen zu können.

Der St. George Respiratory Questionnaire (SGRQ) ist ein speziell entwickeltes mehrdimensionales, standardisiertes Erhebungsinstrument, das die krankheitsspezifische Lebensqualität von Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen wie COPD und Asthma erfasst (Karpinski et al., 2005). Der Fragebogen erhebt die Bereiche Krankheitssymptome, Aktivitätsbeeinträchtigung und Belastung durch die Erkrankung. Nachdem das englischsprachige Original schon vor langer Zeit auf seine Testgütekriterien überprüft wurde, bestätigt Karpinski

(2005) die Reliabilität auch der deutschen Übersetzung, die für diese Arbeit verwandt wurde. Es ist also davon auszugehen, dass mit dem SGRQ zuverlässig Veränderungen in der Lebensqualität der Probanden erfasst werden konnten.

Die Erfassung der Sportaktivität erfolgte fernmündlich aus dem Erinnerungsvermögen des Probanden an eine durchschnittliche Woche der zurückliegenden 8 Wochen seit dem letzten Telefonat. Ich war dabei auf eine wahrheitsgemäße Angabe der Probanden angewiesen, ohne diese überprüfen zu können. Ich legte Wert darauf, den Probanden zu vermitteln, dass es zwar gut für sie sei, sich weiter zu bewegen, ich jedoch in erster Linie ein Interesse daran hätte, ihre Entwicklung realistisch aufzuzeigen. Dennoch ist es möglich, dass die beiden Trainingsgruppen sich aus dem Gefühl moralischer Verpflichtung eher zu Übertreibungen ihrer Aktivität hinreißen ließen, als die Kontrollgruppe.

4.1.5 Kritik der Probandenauswahl und Gruppenstrukturen

Die Probanden wurden anhand eines Randomplanes einer der Gruppen zugeordnet. Die Randomisierung ist ein Zufallsverfahren zur Gewährleistung einer guten Vergleichbarkeit der zu untersuchenden Gruppen und zur Vermeidung von Einflussnahme durch die Untersucher.

Geschlecht, Alter, Körpergröße und Gewicht sind wichtige Einflussfaktoren für die Leistungsfähigkeit und die für diese Arbeit als Leistungsparameter verwandten Werte und verlangen deshalb genauere Betrachtung:

Der Frauenanteil der Radfahrer betrug 20,83 % (5 Frauen, 19 Männer), der der Nordic Walker 36,36 % (8:14). In der Fahrrad-Kontrollgruppe waren 42,86 Prozent (6:8) Frauen und in der Laufband-Kontrollgruppe 18,75 % (3:13). „Frauen haben bei gleicher Belastung einen höheren Puls als Männer“ (Rieckert, 1991, S. 11) und besitzen aufgrund des geringeren Testosteronspiegels eine geringere Trainierbarkeit der Muskulatur (vgl. Weineck, 2004, S. 27). Außerdem ist die Sauerstoffaufnahme der Frau aufgrund der kleineren Muskelmasse, des kleineren Herzvolumens und der geringeren Blutmenge niedriger als beim Mann (Rieckert 1991). Da es sich jedoch hier um eine Ausdauer- und keine Kraftmessung handelt und nicht die Absolutwerte,

sondern die Veränderungen gemessen werden, sind Ergebnisverfälschungen durch Geschlechtseinflüsse nicht zu erwarten.

Die Leistungsfähig- und Trainierbarkeit nimmt im Alter ebenso ab, wie die maximale Sauerstoffaufnahme (Knechtle, 2002). Nach Hollmann (1987) kann der Verlust an Muskelmasse vom 20. bis zum 70. Lebensjahr bis zu 40% der gesamten Skelettmuskelmasse betragen, was zu einer starken Beeinträchtigung des Leistungsvermögens führt. Auch sinkt durch vermehrte Untergänge von Zellen im Bereich des Sinusknotens die maximal erreichbare Herzfrequenz, während der Blutdruck durch arteriosklerotische Prozesse und Abnahme der Gefäßelastizität ansteigt (Weineck, 2004). Trotz allem bleibt die Trainierbarkeit aber „prinzipiell bis ins hohe Alter erhalten“ (Weineck, 2004, S. 27). Ergebnisverzerrungen sind für diese Arbeit nicht zu erwarten, da die Altersstruktur der Gruppen sehr homogen war. Die Radfahrer waren zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung zwischen 43 und 63 Jahren alt (Mittelwert 54,7). Die Nordic Walker 49,2 (37 bis 60) und die Kontrollgruppen 52,7 (Fahrrad-Kontrollgruppe, 43 bis 61) und 49,8 (Laufbandkontrollgruppe, 39 bis 59).

Ein schwerer, größerer Mensch hat eine größere maximale Sauerstoffaufnahme als ein kleinerer und leichter. Während die Körpergröße der Gruppen mit 171,81 cm (Radfahrer), 171,59 cm (Nordic Walking), 169,14 cm (Fahrrad-Kontrollgruppe) und 173,97 cm (Laufband-Kontrollgruppe) sehr nah beieinander lag, zeigten sich beim Gewicht große Differenzen: Die Trainingsgruppen waren mit 81,75 kg (Radler) und 82,83 kg (Nordic Walker) fast 10 kg leichter als die beiden Kontrollgruppen (Fahrrad-Kontrollgruppe 90,78 kg, Laufband-Kontrollgruppe 92,46 kg) Diesem Umstand wurde Rechnung getragen, indem für diese Arbeit nicht die absoluten Werte der maximalen Sauerstoffaufnahme, sondern relative Werte in Milliliter pro Kilogramm Körpergewicht untersucht wurden.

Die FEV₁-Werte lagen mit 69,26 % vom Soll bei den Radfahrern, 70,24 % bei der Fahrrad- und 72,59 % bei der Laufband-Kontrollgruppe sehr nah beieinander. Lediglich die Nordic Walker lagen mit 76,8 % leicht über den anderen. Da aber physiologische Messwerte wie der FEV₁ nach Donner et al. (1994) bei COPD-Patienten nur schwach mit schlechter Leistungsfähigkeit korrelieren, sind in Bezug

auf die zu untersuchende Problematik einer verbesserten Leitungsfähigkeit keine wesentlichen Verfälschungen zu erwarten.

4.1.6 Kritik des Trainingskonzeptes

Das Training richtete sich nach Dauer und Intensität nach Erkenntnissen aus der pneumologischen Rehabilitation, der Trainingsumfang war durch den stationären Aufenthalt der Rehabilitation auf drei Wochen begrenzt. Für den Umfang eines Trainingsprogramms bei COPD gibt es keine einheitlichen Empfehlungen, jedoch betragen die meisten Programme in der Literatur acht Wochen (Donner et al., 1997). Worth et al. (2002) empfehlen Trainingsprogramme von 4-10 Wochen Länge mit einem Training im Bereich der anaeroben Schwelle. Auch Patessio und Donner (1994) ließen ihre Probanden mit acht Wochen deutlich länger trainieren als mir dies möglich war. Die Effekte eines Trainings sollten bei Untrainierten Personen, wie es die Probanden dieser Studie bei Eintreffen in der Klinik waren, sehr schnell manifest werden. Dazu Weineck (2004, Seite 27): „Je niedriger das Leistungsniveau der belasteten Person, desto schneller und in ihrem Verlauf großamplitudiger (...) verlaufen die Adaptationsmechanismen“. Und auch Rieckert (1991) bestätigt für Untrainierte Verbesserungen bereits innerhalb weniger Wochen.

„Der erhöhte Ventilationsbedarf für eine bestimmte Arbeit, sowie die für diesen erhöhten Ventilationsbedarf zusätzlich erhöhte Atemarbeit, begründen neben dem Trainingsmangel die verminderte Belastbarkeit von COPD-Patienten“ (Müller, 2000, Seite 93). Verschiedene Studien ergaben, dass die Leistungsfähigkeit bei COPD-Patienten nur durch eine Verminderung des Ventilationsbedarfes gesteigert werden kann. „Die einzige Möglichkeit, den Ventilationsbedarf zu reduzieren, ist die CO₂-Bildung zu vermindern“ schreiben Patessio und Donner (1994, Seite 155). CO₂ entsteht bei der Bikarbonat-Pufferung, mit der der Körper auf hohe Laktatkonzentrationen reagiert. Demnach ist ein Training, das die Laktatkonzentration auf einer bestimmten Belastungsstufe reduziert, besonders geeignet, um die Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten zu verbessern. Donner et al. (1997, Seite 745) resümieren dazu: „a high level of lactic acidosis demonstrated significantly greater physiological change“ und auch Patessio und Donner (1994) und

Hentschel et al. (2002) zeigten, dass für COPD-Patienten ein Ausdauertraining mit hohen Belastungen dem mit niedrigen vorzuziehen ist.

Gosselink et al. (1997) empfehlen drei- bis fünfmal pro Woche ein 20-45-minütiges Training im Bereich der anaeroben Schwelle. Die Probanden für die vorliegende Untersuchung trainierten wie bei Patessio und Donner (1994) fünfmal wöchentlich für 45 min im Pulsbereich ihrer individuellen respiratorischen anaeroben Schwelle.

Die Nordic Walker konnten ihre Gehgeschwindigkeit frei wählen und steuerten ihren vom Brustgurt an den Handgelenksempfänger weitergeleiteten Puls selbständig durch den Stockeinsatz. Untersuchungen bewiesen, dass das freiwählbare, nicht zu schnelle Tempo ein wesentlicher Faktor für die Trainingseffektivität ist (Porcari et al., 1997 und Church et al. 2002). Allerdings waren so, auch und besonders durch das hügelige Klinikgelände auf dem trainiert wurde, Pulsschwankungen sowohl nach oben als auch nach unten möglich. Jedoch gaben die Pulsuhren Signal, wenn die eingestellte Trainingszone unter- oder überschritten wurde. Allerdings unterschritten die Nordic Walker besonders zu Beginn ihren Trainingspuls oft und über längere Zeit, da sie zunächst die korrekte Technik erlernen mussten. Am Fahrradergometer hielt ein Programm den gewählten Trainingspuls durch eine stetige Anpassung des Pedalwiderstandes über 45 min konstant, ohne dass der Proband auf seine Trittfrequenz achten musste.

Das Fahrrad-Ergometer stellte sich nach exakt 45 min Trainingszeit von alleine ab, bei den Nordic Walkern achtete ich auf eine exakte Einhaltung der Netto-Trainingszeit von 45 min, so dass beide Gruppen gleich lang trainierten.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden im Folgenden mit Ergebnissen aus der Literatur verglichen und anhand der fünf Arbeitshypothesen diskutiert:

H1: Der Rehabilitations-Effekt auf die spiroergometrisch ermittelten Parameter wird bei den Trainingsgruppen größer sein, als bei den Kontrollgruppen, wobei der Effekt bei den Nordic Walkern größer ist, als bei den Radfahrern. Nach einem Jahr werden sich die Werte wieder

dem Ausgangswert annähern, wobei es den Nordic Walkern besser gelingt, das Post-Reha-Niveau zu bewahren, als den Radfahrern.

H2: Die beiden Trainingsgruppen werden nach ihrer Entlassung sportlich aktiver sein als zuvor, wobei die Nordic Walker pro Woche länger aktiv sind als die Radfahrer und ihr Training über einen längeren Zeitraum beibehalten.

H3: Der Reha-Effekt auf die

- a) katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen
- b) die Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit und
- c) die Depressivität

ist bei den Trainingsgruppen größer, als bei der Kontrollgruppe, wobei die Nordic Walker sich deutlicher verbessern, als die Radfahrer. Nach einem Jahr werden sich die Werte dem Ausgangsniveau wieder annähern, wobei die Nordic Walker eine bessere Entwicklung nehmen als die Radfahrer und die Kontrollgruppe.

H4: Die Lebensqualität, gemessen durch den St. George Respiratory Questionnaire wird bei den beiden Trainingsgruppen deutlicher ausfallen, als bei der Kontrollgruppe, wobei sich die Nordic Walker stärker verbessern als die Radfahrer.

H5: Es bestehen Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und

- a) den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen
- b) der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit
- c) der Depressivität sowie
- d) der krankheitsspezifischen Lebensqualität gemessen durch den St. George Respiratory Questionnaire.

4.2.1 Diskussion der Spiroergometrie-Ergebnisse

„Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit setzt eine maximale Ausbelastung voraus“ (Trappe und Löllgen, 2000, Seite 828). Neben der maximalen Wattleistung und der

maximalen Sauerstoffaufnahme sind aber auch die Herzfrequenz und die Höhe der anaeroben Schwelle wichtige Parameter für die Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit auch bei COPD-Patienten (Becker et al., 2004). Je besser der Trainingszustand, desto höher die maximale und die Leistung an der anaeroben Schwelle sowie die maximale Sauerstoffaufnahme und desto geringer sind die Herzfrequenz und die Blutlaktatkonzentration an einer Belastungsstufe. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass Belastungstests neben dem Trainingseffekt- und Zustand auch von Faktoren wie dem Lern- und Gewohnheitseffekt, Änderungen der Motivation und z.B. der Ermutigung durch das Messpersonal beeinflusst werden. Für Donner et al. (1997) sind Trainingseffekte erst ab 12 bis 15 % als signifikant zu bezeichnen und nicht durch anderweitige Faktoren erklärbar.

Alle vier Gruppen zeigten nach der Reha tendenzielle Verbesserungen ihrer **maximalen Wattleistungen**. Signifikant waren diese jedoch nur bei den beiden Trainingsgruppen mit 17,12 % bei den Nordic Walkern und 5,5 % bei den Radfahrern. Vergleicht man die Verbesserung der Trainingsgruppen miteinander, zeigt sich, dass die Nordic Walker sich signifikant ($p = 0,04$) stärker verbessert hatten als die Radler. Dies deckt sich annähernd mit den Ergebnissen von Bös (2000). Er fand eine Verbesserung der maximalen Leistung der Walker um 17 %, während sich die Radfahrer lediglich um 1 % verbesserten.

Betrachtet man die reinen Wattzahlen nach 12 Monaten, so scheint die maximale Leistung der Nordic Walker und der Laufband-Kontrollgruppe tendenziell zuzunehmen. Faktisch besteht jedoch ein Rückgang im Vergleich zu den Post-Reha-Werten. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich aus der Tatsache, dass für die Untersuchung der Verbesserung nur Prae- und Post-Reha-Datenpaare erfasst wurden. Das heißt, es wurden die Prae- (und Post-) Reha-Werte der nicht zur Nachuntersuchung erschienenen Personen für diesen Vergleich nicht verwandt. Daraus ergab sich ein deutlich höherer Prae-Reha-Mittelwert, da die Patienten, die den Wert nach unten gezogen hatten offensichtlich seltener zur Nachuntersuchung erschienen, als die, die von Beginn an eine höhere Leistung erbracht hatten. Beim Vergleich der Datenpaare ergibt sich also, dass die Nordic Walker nur noch 13,54 % (statt 17,12 % nach der Reha) und die Kontrollgruppe nur noch 0,11 (statt 0,68) % über dem Ausgangswert lagen. Signifikant waren diese Veränderungen aber – weder

im Vergleich mit den Prae-Reha-, noch mit den Post-Reha-Werten – ebenso wenig, wie die der Radfahrer, die statt 5,5 % (Post-Reha) jetzt nur noch 4,18 % über Anfangsniveau lagen.

Beim Zwischengruppenvergleich unterschieden sich die Nordic Walker in ihrer Entwicklung nicht signifikant von den Radfahrern. Allerdings kommt hier ein Problem zum Tragen, das sich erst während der Untersuchung herauskristallisierte: Die zu Beginn noch für eine Ausbelastung ausreichenden maximalen 24 % Laufbandsteigung reichten bei der dritten Untersuchung für einige Nordic Walker nicht mehr aus, so dass zu vermuten ist, dass sie eine deutlich höhere Wattzahl hätten erreichen können, als es das gewählte Programm zuließ. Darauf deutet auch der sehr signifikante Rückgang des subjektiven Belastungsempfindens hin. Zudem hatten einzelne Probanden ihr Gewicht reduziert. Da aber am Laufband das Gewicht in die Berechnungsformel für die Wattleistung eingeht, fiel die Wattzahl jetzt auf derselben Stufe geringer aus als mit mehr Gewicht zuvor. Dies stellte besonders dann ein Problem dar, wenn die maximalen 24 % Steigung für eine Ausbelastung nicht ausreichten und so die reelle maximale Wattleistung nicht ermittelt werden konnte. Dass man dennoch an dem ein Jahr zuvor gewählten Belastungsprogramm festhielt, geschah mit dem Ziel der bestmöglichen Vergleichbarkeit der Datenpaare. Zudem traten o.g. Probleme nur in Einzelfällen auf.

Die **anaerobe Schwelle** kann „im Gegensatz zur maximalen Wattleistung nicht durch mangelnde Motivation der Patienten beeinflusst werden“ (Gitt et al., 1994, Seite 38) und dient so als zuverlässiges Beurteilungskriterium der kardiopulmonalen Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit. Die Bestimmung der anaeroben Schwelle für diese Arbeit erfolgte durch die V-Slope-Methode nach Beaver und wurde kontrolliert anhand der Zunahme des Respiratorischen Quotienten. Diese beiden Methoden empfehlen Gitt et al. (1994) und Wassermann et al. (1994) als sehr zuverlässig zur Bestimmung der respiratorischen anaeroben Schwelle im klinischen Alltag und unabhängig der beim Patienten zugrunde liegenden Erkrankung.

Nach der Reha zeigten alle vier Gruppen tendenziell höhere Wattleistungen an der anaeroben Schwelle, signifikant waren aber nur die Verbesserungen der beiden Trainingsgruppen. Dabei war die 61,01-%ige Verbesserungen der Nordic Walker

sehr signifikant ($p = 0,003$) größer als die 16,3 % der Radfahrer. Patessio und Donner (1994) fanden nach achtwöchigem Ausdauertraining mit fünf mal 45 Minuten Training pro Woche einen Anstieg der Schwelle um 24 %. Dieser Wert deckt sich ins Verhältnis gesetzt etwa mit dem Anstieg der Radfahrer nach den mir zur Verfügung stehenden 3 Wochen. Die Nordic Walker liegen jedoch weit darüber. Allerdings gestaltete sich die Bestimmung der anaeroben Schwelle am Laufband deutlich schwieriger als am Fahrradergometer, da die Kurven der Atemgase zum Teil große Schwankungen und Unregelmäßigkeiten aufwiesen. Ungenauigkeiten in diesem Bereich sind also nicht auszuschließen, erklären die enormen Verbesserungen der Nordic Walker aber nur zum Teil, da ein Irrtum dieses Ausmaßes unwahrscheinlich ist. Zudem wurde die anaerobe Schwelle zur Bestimmung auch mit anderen Werten wie der Herzfrequenz, den Laktatwerten etc. abgeglichen.

Nach einem Jahr sank die anaerobe Schwelle bei allen drei nachuntersuchten Gruppen tendenziell ab. Doch während die Nordic Walker immer noch 57,81 % und damit sehr signifikant ($p = 0,000$) über dem Prae-Reha-Wert lagen, war bei den Radfahrern und der Fahrrad-Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied zum Prae-Reha-Wert mehr auszumachen. Damit hielten die Nordic Walker ihr Niveau sehr signifikant besser als die Radfahrer ($p = 0,006$). Wie bei der maximalen Wattleistung scheint der Reinwert, der jetzt mit 126,91 über dem Post-Reha-Wert von 119,92 Watt liegt, ein Widerspruch zum leichten reellen prozentualen Rückgang zu sein. Die Erklärung ist wie bei der maximalen Wattleistung darin zu finden, dass nur Datenpaare von zur Nachuntersuchung erschienenen Probanden in die Berechnung eingingen. Doch besonders Probanden, die in den ersten beiden Untersuchungen den Mittelwert durch schwache Leistungen nach unten gezogen hatten, erschienen nicht zur Nachuntersuchung. Dadurch fiel der Mittelwert der 3. Untersuchung höher aus, als die beiden zuvor, ohne dass sich die einzelnen Probanden verbessert hätten.

Bei keiner der vier Gruppen veränderte sich während der Reha **die Herzfrequenz** signifikant. Während die Fahrrad-Kontrollgruppe (-4,03 %), die Laufband-Kontrollgruppe (-3,52 %) und die Nordic Walker (-1,94 %) Rückgangstendenzen zeigten, stieg die Frequenz bei den Radfahrern sogar minimal um 1,54 % an. Das steht im Gegensatz zu den Adaptations-Erwartungen durch ein Ausdauertraining

sowie den Ergebnissen von Hentschel et al. (2002) und Patessio und Donner (1994). Hentschel et al. fanden nach einem die dreiwöchige Rehabilitation begleitenden Ausdauertraining bei COPD-Patienten einen signifikanten Rückgang der Herzfrequenz. Auch Patessio und Donner fanden einen stärkeren Rückgang der Herzfrequenz um durchschnittlich 15 Schläge pro Minute. Allerdings lag deren Trainingszeit mit 8 Wochen deutlich über den mir zur Verfügung stehenden 3 Wochen Rehabilitation. Exakt dieses Zeitfenster hingegen erfassten Hentschel et al. Allerdings trainierten die Probanden hier mit einer noch höheren Intensität oberhalb der anaeroben Schwelle. Bös (2000) fanden beim Vergleich der Effekte eines Walking- und eines Fahrradergometertrainings Frequenzrückgänge bei den Radlern um 11 und bei den Walkern um 6 Schläge. In der vorliegenden Untersuchung sank die Frequenz der Nordic Walker um 4,55 Schläge, während die der Radfahrer sogar um 1,7 Schläge anstieg, signifikant unterschied sich die Entwicklung der Nordic Walker jedoch nicht von der der Radfahrer. Auch hier ist zu bedenken, dass der für diese Arbeit zur Verfügung stehende Trainingszeitraum mit nur 3 Wochen deutlich kürzer war als bei Bös (2000).

Doch auch nach einem Jahr zeigte keine der Gruppen signifikante Veränderungen. Jedoch ging die Herzfrequenz der beiden Trainingsgruppen seit der Entlassung leicht zurück, während die Kontrollgruppe tendenziell höhere Frequenzen aufwies. Vergleicht man die Veränderungen der beiden Trainingsgruppen miteinander, so ergab aber trotz eines deutlicheren Rückganges der Herzfrequenz der Nordic Walker (jetzt 3,88 % unter dem Prae-Reha-Wert) im Vergleich zu den Radfahrern (immer noch 1,2 % über dem Ausgangsniveau) kein signifikanter Unterschied.

„Die unter körperlicher Ausbelastung erreichte **maximale Sauerstoffaufnahme** $VO_2\text{max}$ ist (...) ein guter Indikator für die Ausdauerleistungsfähigkeit“ (Rost, 2001, Seite 63). Es stellt sich jedoch die Frage, ob die ermittelten Werte wirklich die maximale Sauerstoffaufnahme im eigentlichen Sinne darstellen und ob nicht – aufgrund des allgemein eingeschränkten Gesundheitszustandes der Testpersonen – eine wirkliche Ausbelastung, wie sie für die $VO_2\text{max}$ notwendig ist überhaupt stattfinden konnte. Andererseits weisen mehrere Studien (Chest Editorials 1998) daraufhin, dass Kurzluftigkeit (einer der wichtigsten Abbruchgründe der Probanden meiner Studie) und $VO_2\text{max}$ nur schwach miteinander korrelieren.

Die von mir gemessenen Werte lagen unter den Erwartungen für Personen dieser Altersklasse, was ein Hinweis auf den schlechten Trainingszustand der Probanden sein könnte oder aber auf eine nicht vollständige Ausbelastung. Außerdem unterschieden sich die bei der Laufbandergometrie ermittelten Werte deutlich von denen aus der Fahrradbelastung. Bei den Radfahrern ergaben sich Werte von 20,7 / 21,8 / 21,2 ml/min/kg Körpergewicht, bei der Fahrrad-Kontrollgruppe von 18,25 / 18,44 / 18,01. Rost (2001) gibt für einen Mann in der dritten Lebensdekade eine VO_{2max} von 40 (Frauen 35) ml/min/kg an. Geht man von einem durchschnittlichen, altersbedingten Rückgang um 1 % pro Jahr aus, so würden sich für die Probanden dieser Untersuchung (Anfang der 6. Lebensdekade) Werte im Bereich von 28-30 ml/min/kg ergeben. Dem kommen die Ergebnisse der Nordic Walker (26,65 / 27,37 / 28,57) und der Laufband-Kontrollgruppe (25,24 / 25,16) deutlich näher. Jedoch ist die maximale Sauerstoffaufnahme am Laufbandergometer generell um 8-10 % höher als am Fahrrad, weswegen direkte Vergleiche nicht zulässig (Petro, 2000). Umso mehr könnten die geringen Messwerte ein Indiz dafür sein, dass keine wirklichen Ausbelastungen erreicht werden konnten. Besonders am Fahrradergometer verhindert eine vorzeitige muskuläre Erschöpfung der Beinmuskulatur oftmals eine Ausbelastung des Organismus (Neumann und Schüler, 1994). Andererseits sprechen Meyer und Kindermann (2003) von fünfprozentigen Spontanschwankungen und Messungenauigkeiten bei der Ermittlung der VO_{2max} . Bei jeder Untersuchung wurde der Respiratorische Quotient beobachtet. Ab einem Wert von > 1 kann man von einer Ausbelastung sprechen. Dieser Wert wurde nahezu immer überschritten.

Keine der vier Gruppen zeigte nach der Reha signifikante Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme. Die Steigerungen der Trainingsgruppen hatten mit 5,14 % (Radfahrer) und 3,15 % (Nordic Walker) jedoch eine deutlichere Tendenz als bei den Kontrollgruppen mit 0,94 % (Fahrrad) und 0,5 % (Laufband). Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen waren nicht auszumachen. Im Gegensatz dazu fanden Hentschel et al. (2002) eine signifikante Verbesserung der VO_{2max} nach einem dreiwöchigen, die etablierte Rehabilitation begleitenden, intensiven Ausdauertraining oberhalb der anaeroben Schwelle am Fahrradergometer. Nach Meyer und Kindermann (2003) ist die VO_{2max} jedoch für kurzfristige Veränderungen nicht sensitiv genug (vgl. Seite 606) und lässt somit kaum Rückschlüsse auf die Effektivität vorangegangener Trainingsreize zu (vgl. Seite 610).

Submaximale Parameter, die von der Ausbelastung unabhängig sind, bieten diesbezüglich sicherere Hinweise.

Doch auch nach einem Jahr gab es bei keiner der Gruppen signifikante Veränderungen. Jedoch zeigten beide Trainingsgruppen Aufwärtstendenzen über das Prael-Reha-Niveau hinaus (Nordic Walker 3,43 %, Radfahrer 5,59 %), während die Kontrollgruppe einen Rückgang sogar unter den Prael-Reha-Wert (-0,6 %) zeigte. Signifikante Unterschiede zwischen den Nordic Walkern und den Radfahrern waren nicht auszumachen. Betrachtet man die anderen Parameter (anaerobe Schwelle, Laktatwerte, Sportaktivität, Borgwerte), so erstaunt die Tatsache, dass sich die maximale Sauerstoffaufnahme der Nordic Walker nicht signifikant verbessert hat. Hier gilt es wiederum zu bedenken, dass möglicherweise keine Ausbelastung vorlag. Denn einige Nordic Walker hatten sich nach 12 Monaten so stark verbessert, dass sie beim Erreichen des maximalen Laufband-Steigungswinkels von 24 % noch nicht ausbelastet waren. Ein Indiz für diese Theorie könnte auch das stark gesunkene subjektive Belastungsempfinden sein.

„Je besser die Ausdauerleistungsfähigkeit ist, um so geringer sind die **Laktatwerte** auf den einzelnen Belastungsstufen“ (Rost, 2001, Seite 66). Längerfristig beruht die Verminderung der Laktatbildung auf einer Zunahme der Typ-1-Muskelfasern durch allgemeines, aerobes Ausdauertraining (Müller 2000). Patessio und Donner (1994) fanden nach achtwöchigem Training mit fünf mal 45 Minuten Training pro Woche einen Rückgang der Laktatkonzentration an der Vergleichsstufe um 38 %. Auch Hentschel et al. (2002) fanden bei ihren Radfahrern signifikante Rückgänge der Laktatkonzentrationen. Dieser Parameter sprang danach am deutlichsten auf das Training an. Im Gegensatz dazu reagierte in der vorliegenden Untersuchung die Wattleistung an der anaeroben Schwelle am stärksten, während sich die Laktatkonzentration nach der Reha nur bei den Nordic Walkern signifikant ($p = 0,015$) verbesserte. Der Rückgang lag bei 18,21 % (-0,76 ml). Im Gegensatz zur Fahrrad-Kontrollgruppe (+ 2,06 %) zeigten die Laufband-Kontrollgruppe mit -13,01 % und die Radfahrer mit -7,76 % (-0,15) eine Abwärtstendenz. Damit war die Differenz zwischen Nordic Walkern und Radfahrern deutlich größer als bei Bös (2000) zwischen Walkern (- 0,5 mmol/l) und Radfahrern (-0,4 mmol/l). Bös führt als Grund für die stärkere Verbesserung der Walker im Vergleich zu den Radfahrern die

größere Menge der eingesetzten Muskulatur und der damit einhergehenden größeren Laktatkonzentration während des Trainings an. Dieser Effekt ist beim Nordic Walking noch deutlicher, da durch den Stockeinsatz noch weit mehr Skelettmuskulatur aktiviert wird, als beim Walking. Auf Signifikanz untersucht, unterschied sich die Verbesserung der Nordic Walker aber nicht von der der Radfahrer.

Nach 12 Monaten lagen die Nordic Walker als einzige Gruppe weiter signifikant ($p = 0,011$) unterhalb des Ausgangsniveaus (-18,59). Die Radfahrer zeigten eine nicht-signifikante Verschlechterung im Vergleich zum Ausgangswert (+14,35 %), während die Fahrrad-Kontrollgruppe sogar eine signifikante Verschlechterung ($p = 0,011$) aufwies und jetzt auf derselben Belastungsstufe 20,55 % mehr Laktat im Blut hatte als vor der Reha. Die Entwicklung der Nordic Walker war damit sehr signifikant ($p = 0,006$) besser als die der Radfahrer und der Kontrollgruppe.

Hentschel et al. (2002) fanden in ihrer Untersuchung dass sich eine gesteigerte Belastungstoleranz auswirkt, indem identische Belastungen als weniger anstrengend empfunden werden. In der vorliegenden Arbeit sank das **maximale subjektive Belastungsempfinden** während der Reha lediglich bei den Nordic Walkern ($p = 0,004$) und der Laufband-Kontrollgruppe ($p = 0,000$) signifikant ab – und das bei einer deutlich höheren Wattleistung als zuvor. Doch auch die anderen Gruppen zeigten Abwärtstendenzen bei gesteigerter Leistung. Die auf dem Laufband getesteten Gruppen zeigten mit -1,39 Punkten (Laufband-Kontrollgruppe) und -1 (Nordic Walker) stärkere Rückgangstendenzen als die Fahrradgruppen (Fahrradfahrer -0,1; Fahrrad-Kontrollgruppe -0,22 Punkte). Dies könnte zum Teil psychische Ursachen haben: Die Laufbandapparatur mit dem kompliziert anzulegenden Sicherheitsgurt flößte den Probanden deutlich mehr Angst ein, als das Fahrrad. Viele Probanden äußerten vor der ersten Untersuchung Angst. Diese Angst könnte das unmittelbar nach der Untersuchung erhobene subjektive Belastungsempfinden beeinflusst haben. Bei der zweiten Untersuchung wussten die Probanden, was auf sie zukam und hatten sich an den Ablauf gewöhnt.

Nach einem Jahr sank das Belastungsempfinden bei den Nordic Walkern im Vergleich zum Prae-Reha-Wert weiter sehr signifikant ($p = 0,000$) ab. Auch die

Radfahrer zeigten eine weitere Abwärtstendenz, ohne dass diese jedoch signifikant war. Die Kontrollgruppe stieg tendenziell über den Prae-Reha-Wert an – obwohl die erbrachte Leistung unter dem Ausgangswert lag.

4.2.2 Diskussion der Sportaktivitäts-Ergebnisse

Nach einem Jahr hatten die beiden Trainingsgruppen ihre Sportaktivität sehr signifikant gesteigert. Die Radfahrer waren 0,667 Stunden, die Nordic Walker sogar 2,55 Stunden pro Woche aktiv. Die Kontrollgruppe hatte sich nicht signifikant verändert.

Die Nordic Walker waren damit sehr signifikant ($p = 0,003$) aktiver als die Radfahrer. Das erklärt, warum die Radfahrer hinsichtlich der oben beschriebenen Spiroergometrie-Ergebnisse nach einem Jahr teilweise schlechter abschnitten als die Nordic Walker, obwohl beide signifikant mehr Sport trieben als vor der Reha. In der Trainingslehre wird für ein Ausdauertraining dreimal pro Woche 45 Minuten empfohlen. Das entspricht 2 Stunden 15 pro Woche. Diesen Wert übertreffen die 2,55 Stunden Sportaktivität der Nordic Walker sogar, während die 0,67 Stunden der Radfahrer weit darunter liegen. Auch in Bezug auf die Auswahl der betriebenen Sportart gab es entscheidende Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen: Während die Nordic Walker, wenn sie weiter aktiv waren bis auf eine Ausnahme (ein Mann begann zu joggen!) bei der in der Rehabilitation erlernten Sportart blieben, waren nur 4 Probanden der Radfahrgruppe auf ihrem Trainingsgerät aktiv. Die meisten probierten unterschiedliche Dinge aus: Schwimmen, Aquajogging, einige meldeten sich im Fitnessstudio an. Jeder Nordic Walker konnte sein Paar Stöcke nach der Reha kostenlos für ein Jahr entleihen mit der Aussicht, den Stock nach einem Jahr zurückzugeben oder für die Hälfte des Neupreises käuflich erwerben zu können. Von 22 Probanden nahmen 16 dieses Leih-Angebot an. Ein Proband kaufte sich noch während der 3 Wochen ein eigenes Paar. Nur 4 gaben ihre Stöcke bei der Nachuntersuchung nach 12 Monaten zurück. Einer von ihnen hatte sich ein Paar in einer anderen Größe gekauft, ein anderer fand im Internet eine günstigere Alternative. Während der Reha vergewisserte ich mich, dass allen Probanden der Fahrrad-Trainingsgruppe zu Hause ein Fahrrad oder ein -ergometer zur Verfügung stand. Jedoch deutete bereits die Einschätzung des Spaßes an der Sportart, die von

jedem Probanden nach der letzten Trainingseinheit erhoben wurde, daraufhin, dass die Fahrradfahrer ihrem Training längst nicht soviel abgewinnen konnten, wie die Nordic Walker. Damit decken sich die Beobachtungen mit Bös (2000). Bei ihm zeigten sich die Walker deutlich motivierter, ihr Training zu Hause weiterzuführen als die Radfahrer. Dass Reha-Behandlungen, die den Patienten Spaß machen, größere Chancen haben, zu Hause weiter geführt zu werden, beobachteten auch Schöttler et al. (2005). Und nach Bös (2000) ist ein Ausdauertraining dann besonders effektiv, wenn es individuell „passt“ und den Patienten Spaß bereitet. Für das Fahrrad- und Ergometertraining machte er den Nachteil aus, dass es sich schlecht in den Alltag (Platzmangel, Wetterumstände, Straßenverhältnisse) vieler Patienten integrieren ließ. Diese Integration in den Alltag aber ist der große Vorteil des Nordic Walkens. Probanden nutzten den Weg zum Einkaufen und den Spaziergang mit dem Hund. Viele holten ihre Ehepartner mit ins Boot, andere schlossen sich Laufgruppen an oder gründeten selber eine. Dass die Verbesserungen der Nordic Walker trotzdem nicht stärker ausfielen, könnte daran liegen, dass nicht alle Probanden in den 3 Wochen Rehabilitation die korrekte Technik erlernen konnten. Diese lagen schon während des Reha-Trainings oft unter der Trainingsherzfrequenz. Gegebenenfalls waren die Probanden also zwar sportlich aktiv, möglicherweise aber ohne die erforderlichen Trainingsreize durch eine ausreichende Intensität zu setzen.

Auf Tests zur Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen wurde bei den Fragebögen verzichtet, da aufgrund der Werte, die bei allen Gruppen nah beieinander und im mittleren Bereich der Maximalwerte liegen, davon ausgegangen werden kann, dass sie derselben Grundgesamtheit entstammen (Karpinski et al., 2005).

4.2.3 Diskussion der Fragebogenergebnisse

Neben körperlichen Einschränkungen tragen auch und besonders psychische Faktoren dazu bei, dass COPD-Patienten immer mehr in den Teufelskreis aus eingeschränkter Leistungsfähigkeit, Inaktivität, weiterem Konditionsabbau, vermehrter Atemnot und weiterer Inaktivität geraten.

Nach der Reha zeigte keine der drei Gruppen signifikante Veränderungen bezüglich der **katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen**, jedoch waren tendenzielle Verschlechterungen, also Punktanstiege zu beobachten. Psychologische Faktoren wie zum Beispiel die Angst vor Luftnotattacken spielen neben dem Ausdauertraining bei der Verbesserung der Belastbarkeit von COPD-Patienten eine große Rolle (Patessio und Donner, 1994). Während die unter Belastung auftretende Atemnot von COPD-Patienten zunächst oft nicht der Atemwegserkrankung, sondern der körperlichen Belastung zugeschrieben wird (vgl. Müller, 2000, Seite 93), wurde den Probanden durch eine vermehrte Beschäftigung mit und mehr Wissen über ihre Erkrankung in der Reha bewusst, dass ihre Atemnot ein Krankheitssymptom ist.

Die Nordic Walker zeigten signifikante Veränderungen nach einem Jahr: Sowohl beim Vergleich mit dem Prae-Reha-Wert ($p = 0,003$) als auch mit dem Post-Reha-Wert ($p = 0,001$) hatten sie sich sehr signifikant verbessert. Derweil lagen die Radfahrer und die Kontrollgruppe tendenziell schlechter als vor der Reha, ohne dass jedoch Signifikanzen auszumachen waren. Nach Müller (2000) führt ein gestärktes Selbstvertrauen zu einem entspannteren Umgang mit Symptomen wie Atemnot. Die Untersuchung von Bös (2000) zeigte, dass ein Walkingtraining in der Rehabilitation das Selbstvertrauen deutlich zu steigern vermochte.

Nach der Reha schätzten die Nordic Walker ihre **Leistungsfähigkeit** sehr signifikant ($p = 0,006$) höher ein. Auch die Radfahrer zeigten Verbesserungstendenzen, ohne dass diese jedoch signifikant wurden. Die Kontrollgruppe schätzte ihre Leistungsfähigkeit tendenziell sogar geringer ein, als zuvor. Die Änderung des Selbstbildes ist eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Rehabilitation (Müller 2000). Dabei spielt auch das subjektive Belastungsempfinden eine Rolle. Bös (2000) fand, dass das Belastungsempfinden der Walker deutlich unter dem der Radfahrer lag. Dies bestätigte sich auch für meine Untersuchung: Viele Probanden aus beiden Trainingsgruppen äußerten vor den ersten Trainingseinheiten Bedenken, keine 45 Minuten durchhalten zu können. Die Nordic Walker beschäftigte zusätzlich, zu langsam für die anderen zu sein und es nicht mehr zur Klinik zurückzuschaffen.

Bei den Radfahrern lag das Problem darin, sie bei der Stange zu halten, was deutlich mehr Motivationskraft erforderte als bei den Nordic Walkern. Als diese erlebten, wie gut es ihnen beim Training ging, dass sie problemlos durchhielten und dass es nicht darum ging, möglichst schnell zu sein, sondern in seinem eigenen Pulsbereich zu bleiben, blühten viele Probanden förmlich auf. Die Krönung war die Frage eines Patienten, der von mir wissen wollte, wie lange er wohl bräuchte, bis er einen Marathon laufen könne. Die Fahrradfahrer hatten deutlich mehr mit Gelenkbeschwerden zu kämpfen, was erklärt, wieso ihre Selbsteinschätzung in Punkto Leistungsfähigkeit schlechter ausfiel.

Nach einem Jahr hatte sich die Einschätzung der Leistungsfähigkeit der Nordic Walker weiter erhöht. Auch gegenüber dem Post-Reha-Wert bestand eine Verbesserungstendenz, jedoch ohne Signifikanz. Die Radfahrer veränderten sich nicht, während die Kontrollgruppe sich sogar signifikant ($p = 0,034$) schlechter einschätzte als vor und direkt nach der Reha.

Eine besondere Rolle bei COPD spielen **Depressivität**, Hoffnungslosigkeit und Pessimismus (Donner et al., 1997) sowie Angst vor und Übersensibilisierung für Luftnot und mangelndes Selbstvertrauen (Patessio und Donner, 1994). Möller (1999) und Lehr (2000) fanden, dass regelmäßige körperliche Aktivität zu einer Verbesserung emotionaler Zustände führt. So sanken Depressivität und Ängstlichkeit deutlich ab und lagen schließlich nicht mehr über dem Bevölkerungsmittel. Für die Altersklasse zwischen 50 und 70 Jahren (also der Mehrheit der Teilnehmer dieser Studie) waren diese positiven Effekte besonders ausgeprägt.

Diesem Ergebnis entspricht die Tatsache, dass nach der Reha beide Trainingsgruppen geringere Depressivitäts-Werte zeigten als zuvor, wobei allerdings nur die Verbesserung der Radfahrer signifikant ($p = 0,045$) war. Die Kontrollgruppe zeigte Verschlechterungstendenz, jedoch ohne Signifikanz.

Nach einem Jahr hatten sich die Nordic Walker im Vergleich zu vor der Reha sehr signifikant ($p = 0,001$) und verglichen mit dem Wert nach der Reha signifikant ($p = 0,025$) verbessert. Diese Entwicklung, kombiniert mit der signifikant erhöhten Sportaktivität deckt sich ebenfalls mit den oben genannten Beobachtungen. Die

Kontrollgruppe, die von allen drei Gruppen die geringste Sportaktivität zeigte, war signifikant ($p = 0,025$) depressiver als vor der Reha. Die Radfahrer verschlechterten sich im Vergleich zu nach der Reha sehr signifikant ($p = 0,007$) auch im Vergleich mit dem Prae-Reha-Wert, jedoch nicht signifikant. Möglicherweise war deren Sportaktivitätsdauer zu gering, um die erwähnten positiven Auswirkungen auf die Depressivität zu erzielen.

4.2.4 Diskussion der Lebensqualitäts-Ergebnisse

„Die Bedeutung eines Trainingsprogrammes für COPD-Patienten zeigt sich darin, dass die Belastungstoleranz eng mit der krankheitsbezogenen Lebensqualität korreliert“ (Müller, 2000, Seite 92). Im Gegensatz dazu fanden sich in meiner Untersuchung bei keiner der Gruppen signifikante Entwicklungen in Bezug auf die Lebensqualität – auch nicht für die Gruppe der Nordic Walker, bei denen man, fasst man die Spiroergometrie-Ergebnisse einmal zusammen, durchaus von einer gesteigerten Belastungstoleranz reden kann. Auch Hentschel et al. (2002) fanden lediglich einen tendenziellen, nicht signifikanten Anstieg der Lebensqualität nach der Reha. Diese fanden sich auch hier. Auffällig ist dabei die starke Aufwärtstendenz der Nordic Walker, die sowohl nach sechs wie auch nach 12 Monaten niedrigere Werte im St George Respiratory Questionnaire (SGRQ) erreichten als vor der Reha. Das wiederum steht im Gegensatz zu Hentschel et al. (2002): „Positive Erfolge der Rehabilitation schlagen sich in Teilbereichen der Lebensqualität nieder und sind 6 bis 12 Monate nach Rehabilitation jeweils rückläufig“ (Seite 245). Dem entspricht die Entwicklung der Radfahrer und der Kontrollgruppe. Beide zeigten nach sechs Monaten noch eine tendenziell verbesserte Lebensqualität, nach 12 Monaten sank diese jedoch wieder ab, so dass die Radfahrer am Ende sogar unter dem Ausgangsniveau lagen. Eine Aufsplitterung in Teilbereiche der Lebensqualität fand für die vorliegende Untersuchung allerdings nicht statt.

4.2.5 Diskussion der Zusammenhänge von Sportaktivität, den Fragebogenergebnissen und der Lebensqualität

Es zeigten sich erwartungsgemäß signifikante negative Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen, das bedeutet, je größer die sportliche Aktivität pro Woche, desto weniger

beschäftigen sich Patienten mit den negativen Auswirkungen und potentiellen Verschlimmerungen ihrer Erkrankung.

Ebenfalls den Erwartungen entspricht, dass sehr signifikante positive Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit bestehen, das heißt je mehr der Patient sportlich aktiv ist, desto mehr steigt auch sein Empfinden der eigenen Leistungsfähigkeit.

Auch zu erwarten war, dass sich signifikante negative Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und der Depressivität ergaben, das heißt, je mehr sportliche Aktivität die Probanden zeigten, desto geringer wurde ihre Neigung zu Depressionen. Diese Ergebnisse entsprechen unter anderem den Untersuchungen von Möller (1999) und Lehr (2000). Diese beschrieben, dass sich regelmäßige körperliche Aktivität positiv auf Depressivität und Ängstlichkeit auswirken.

Es zeigte sich zwar eine Tendenz, aber kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sportaktivität und der krankheitsspezifischen Lebensqualität erhoben durch den St. George Respiratory Questionnaire. Dieses Ergebnis entspricht nicht den Erwartungen, da erwiesenermaßen die Lebensqualität eng mit der Atemnot zusammenhängt, während diese stark durch Angstgefühle, Depressionen, Hysterie sowie vorausgegangene Erfahrungen beeinflusst wird (Gillissen, 2003). In dieser Studie werden Angstgefühle und Hysterie über die katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen erfasst und die subjektive Leistungsfähigkeit mit dem Selbstbild aus den (Trainings-) Erfahrungen aus Rehabilitation und Nach-Rehabilitationszeit. Diese korrelierten aber wie dargestellt ebenso wie die Depressivität mit der Sportaktivität.

4.3 Fazit

Die Angst vor Atemnot führt bei COPD-Patienten oft zu einem Vermeidungsverhalten, das wiederum zu weiterer Dekonditionierung führt (Müller 2000). Diesen Kreislauf gilt es zu durchbrechen. Deswegen ist das Training der Ausdauer ein wichtiger Teil innerhalb einer pneumologischen Rehabilitation. Zahlreiche Untersuchungen ergaben, dass ein solches Training gute Erfolge zeigt.

Auch Donner et al. (1997) nennen die Rekonditionierung als einen der wichtigsten Faktoren in der Therapie von COPD. Etabliert und oft untersucht ist das Ausdauertraining am Fahrradergometer. Pleyer et al (2003) betrieben ein Fitness-Walkingtraining bei COPD-Patienten und fanden Verbesserungen der Ruhe- und Erholungsherzfrequenz, der Laktatwerte und eine Steigerung der als Belastungstest gewählten Gehstrecke aber keine Verbesserung der Lungenfunktionsparameter. Das war allerdings auch nicht wirklich zu erwarten, denn nach Müller (2000) kommt es „durch körperliches Training zu keiner bedeutsamen Veränderung von spirometrischen Größen“ (Seite 93).

Bös (2000) verglich den Erfolg und die Akzeptanz eines Walkingtrainings mit dem am Fahrradergometer. Dabei zeigten sich die Walker den Radfahrern in vielen physiologischen wie psychischen Punkten überlegen, so dass er zu dem Schluss kommt, dass „Walking eine optimale Chance für den Einstieg in einen aktiveren Lebensstil“ (Seite 139) darstellt. Vergleicht man nun das Walking mit dem Nordic Walking, so liegt die Vermutung nahe, dass das Nordic Walking dem Walking in der Therapie von COPD-Patienten noch einmal überlegen ist. Der gesundheitliche Nutzen eines Trainings korreliert stark mit der Menge der pro Woche durch Sport verbrauchten Kalorien (Duncan et al., 1991 und Lee & Pfaffenberger, 1998). Diese bringen Church et al. (2002) mit der Beteiligung der Oberkörpermuskulatur beim Nordic Walking in Verbindung. Ebenso wie Porcari et al. (1997) wiesen sie nach, dass die Trainingsintensität, die Sauerstoffaufnahme, die Herzfrequenz und eben auch der Kalorienverbrauch beim Walking mit Stockeinsatz bei gleicher Gehgeschwindigkeit gegenüber dem Walken ohne Stöcke gesteigert ist. Zusätzlich stellten Porcari et al. (1997) fest, dass die Probanden die empfohlene Trainingsherzfrequenz mit den Stöcken leicht erreichten, während sie beim Walken ohne Stöcke so schnell gehen mussten, dass sie das Tempo als unangenehm empfanden. Ein Grund für die Überlegenheit des Walking gegenüber dem Radfahren ist die Beteiligung eines größeren Prozentsatzes an Skelettmuskulatur (50 % zu 60 %). Beim Nordic Walking sind über 90 % der Skelettmuskulatur aktiv, was zu deutlich höheren Laktatkonzentrationen führt. Und „a high level of lactic acidosis demonstrated significantly greater physiological change“ (Donner et al., 1997, Seite 745). Nach Gosselink et al. (1997) spielt die Kraft und Ausdauer der peripheren Muskulatur für die Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten eine wichtige Rolle und

Donner et al. (1997) bestätigen, dass eine Trainingsbeteiligung der Arm- und Schultermuskulatur bei COPD-Patienten besseren Erfolg hat, als ein reines Unterkörpertraining. Die Dyspnoe-Toleranz erhöht sich und die Bewältigung von Alltagstätigkeiten verbessert sich (Gosselink, 1997). Schöttler et al. (2005) untersuchten das Nordic Walking auf die Präventiv-Sporttauglichkeit und erhielten mit Verbesserungen der körperliche Ausdauer bei 93 % der Probanden hervorragende Ergebnisse. Außerdem gaben 63,1 % an, belastbarer für Stress und 58 % selbstbewusster zu sein. Schiebel et al. (2003) resümieren, dass Nordic Walking aufgrund seines höheren Energieumsatzes und Trainingseffektes bei gleichem Anstrengungsgrad präventivmedizinisch dem Walken vorzuziehen ist.

Neben der Frage, ob Nordic Walking in der Rehabilitation Effekte auf die Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten hat, stellt sich die Frage, ob damit gelingt, den immer wieder beobachteten schnellen Verfall der Rehabilitationserfolge zu mindern. So fanden Ries et al. (1995), trotz einer monatlichen Nachbetreuung nach dem achtwöchigen Trainingsprogramm, dass sich die Verbesserungen der Ausdauerleistungsfähigkeit nach zwölf und 18 Monaten vollständig egalisiert hatten. Nach Worth et al. (2002) ist die Voraussetzung für ein Erhalt der Reha-Effekte über ein Jahr die Weiterführung des körperlichen Trainings am Wohnort. Meine Untersuchung deutet darauf hin, dass dies mit dem Nordic Walking in höherem Maße gelingt, als mit dem herkömmlichen Fahrradergometer-Training.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Nordic Walking für die stationäre pneumologische Rehabilitation zu empfehlen ist. Erstrebenswert wäre außerdem, noch mehr Patienten die Möglichkeit einer Nachbetreuung zu bieten, wie sie z. B. in Lungensportgruppen geschieht. Auch hierfür bietet sich ein Training mittels Nordic Walking an.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht den Erfolg und die Akzeptanz eines Ausdauertrainings mittels Nordic Walking in der stationären Rehabilitation bei Patienten mit COPD. Zu diesem Zweck wurde eine Patientengruppe, die zusätzlich zur etablierten dreiwöchigen Rehabilitation fünfmal pro Woche ein 45-minütiges Ausdauertraining im Bereich der anaeroben Schwelle mittels Nordic Walking betrieb mit einer ebenso oft, lange und intensiv am Fahrrad-Ergometer trainierenden Gruppe verglichen. Außerdem wurden zwei Kontrollgruppen miteinbezogen, die kein zusätzliches Ausdauertraining erhielten.

Untersucht wurden spiroergometrisch ermittelte Parameter, wie die maximale Wattleistung, die Wattleistung an der respiratorischen anaeroben Schwelle, die Herzfrequenz und die Laktatkonzentration an einer bestimmten Vergleichs-Wattstufe, die maximale Sauerstoffaufnahme sowie das subjektive maximale Belastungsempfinden unmittelbar nach der Spiroergometrie. Es wurden drei Spiroergometrien durchgeführt: Die erste zu Beginn, eine zweite am Ende der stationären Rehabilitation sowie eine dritte Untersuchung ein Jahr nach der Entlassung. Die Spiroergometrien erfolgten für die Radfahrer am Fahrrad- und für die Nordic Walker am Laufband-Ergometer. Eine Kontrollgruppe wurde am Fahrrad, eine am Laufband spirometriert. Letztere wurde nach einem Jahr nicht nachuntersucht und auch nicht mittels Fragebögen befragt.

Außerdem wurden die Patienten mittels standardisierter Fragebögen zu ihren katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen, der Selbsteinschätzung ihrer Leistungsfähigkeit sowie der Depressivität befragt. Die Befragung erfolgte zu Beginn und am Ende der Reha sowie nach der Entlassung telefonisch im Abstand von 2 Monaten. Bei dieser Gelegenheit wurde auch die Sportaktivität pro Woche erfragt. Zusätzlich wurde die krankheitsspezifische Lebensqualität durch den speziell für Atemwegspatienten entwickelten und ebenfalls standardisierten St. George Respiratory Questionnaire zu Beginn der Reha, nach sechs und nach zwölf Monaten erhoben.

Das Training und der experimentelle Teil der Untersuchung fanden in der Fachklinik Aukrug statt, in der die teilnehmenden Probanden ihre stationäre Rehabilitation absolvierten.

An der Untersuchung nahmen 22 Frauen und 54 Männer im Alter von 37 bis 63 Jahren teil. Die Gruppenzuordnung erfolgte über einen von der Studienleitung nicht zu beeinflussenden Randomplan.

Folgende fünf Hypothesen wurden formuliert:

- H1: Der Rehabilitations-Effekt auf die spiroergometrisch ermittelten Parameter wird bei den Trainingsgruppen größer sein, als bei den Kontrollgruppen, wobei der Effekt bei den Nordic Walkern größer ist, als bei den Radfahrern. Nach einem Jahr werden sich die Werte wieder dem Ausgangswert annähern, wobei es den Nordic Walkern besser gelingt, das Post-Reha-Niveau zu bewahren, als den Radfahrern.
- H2: Die beiden Trainingsgruppen werden nach ihrer Entlassung sportlich aktiver sein als zuvor, wobei die Nordic Walker pro Woche länger aktiv sind als die Radfahrer und ihr Training über einen längeren Zeitraum beibehalten.
- H3: Der Reha-Effekt auf die
- d) katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen
 - e) die Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit und
 - f) die Depressivität
- ist bei den Trainingsgruppen größer, als bei der Kontrollgruppe, wobei die Nordic Walker sich deutlicher verbessern, als die Radfahrer. Nach einem Jahr werden sich die Werte dem Ausgangsniveau wieder annähern, wobei die Nordic Walker eine bessere Entwicklung nehmen als die Radfahrer und die Kontrollgruppe.
- H4: Die Lebensqualität, gemessen durch den St. George Respiratory Questionnaire wird bei den beiden Trainingsgruppen deutlicher ausfallen,

als bei der Kontrollgruppe, wobei sich die Nordic Walker stärker verbessern als die Radfahrer.

- H5: Es bestehen Zusammenhänge zwischen der Sportaktivität und
- e) den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen
 - f) der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit
 - g) der Depressivität sowie
 - h) der krankheitsspezifischen Lebensqualität gemessen durch den St. George Respiratory Questionnaire.

Zu Hypothese 1:

Die Nordic Walker verbesserten sich außer bei der Herzfrequenz an der Vergleichsstufe und der maximalen Sauerstoffaufnahme in Bezug auf alle spiroergometrisch gemessenen Parameter während der Reha und hielten dieses Niveau auch nach 12 Monaten. Auch das subjektive maximale Belastungsempfinden sank und das bei deutlich gesteigerter Leistung.

Die Radfahrer steigerten während der Reha lediglich die maximale und die Leistung an der anaeroben Schwelle, wobei diese Werte nach 12 Monaten wieder auf das Ausgangsniveau zurückgingen.

Die Fahrrad-Kontrollgruppe veränderte sich weder während der Reha noch im Laufe der 12 Monate nach der Entlassung in Bezug auf die spiroergometrisch gemessenen Parameter. Einzige Ausnahme: Die Laktatwerte an der Vergleichsstufe stiegen nach 12 Monaten sogar an.

Die Laufband-Kontrollgruppe erzielte während der Reha lediglich eine Verbesserung des maximalen subjektiven Belastungsempfindens.

Zu Hypothese 2:

Die Nordic Walker waren auch nach 12 Monaten noch 2,55 Stunden pro Woche sportlich aktiv. Dies ist eine sehr signifikante Veränderung zu vor der Reha ($p =$

0,000) und liegt damit deutlich über der Aktivität der Radfahrer ($p = 0,003$). Diese sind zwar mit 0,67 Stunden pro Woche auch sehr signifikant ($p = 0,002$) aktiver als vor der Reha, unterscheiden sich darin aber nicht von der Kontrollgruppe mit 0,36 Stunden, die im Vergleich zum Ausgangswert keine Veränderung zeigte.

Zu Hypothese 3:

- a) Während der Reha zeigte keine der Gruppen Veränderungen bezüglich ihrer katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen. Nach einem Jahr hatten sich jedoch die Nordic Walker sehr signifikant verbessert ($p = 0,003$), während die Radfahrer und die Kontrollgruppe sogar eine tendenzielle Verschlechterung erkennen ließen. Signifikant waren diese Veränderungen jedoch nicht.
- b) Die Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit stieg während der Reha nur bei den Nordic Walkern an ($p = 0,006$), die dieses Niveau über 12 Monaten aufrecht erhielten und sich tendenziell sogar weiter steigerten. Die Radfahrer zeigten keinerlei Veränderungen, während sich die Kontrollgruppe nach einem Jahr sogar verschlechtert hatte ($p = 0,034$).
- c) Während der Reha verbesserten sich nur die Radfahrer in Bezug auf ihre Depressivität ($p = 0,045$). Nach einem Jahr verschlechterten sich diese Werte jedoch wieder auf das Ausgangsniveau, während die Nordic Walker weniger depressiv waren ($p = 0,001$). Die Kontrollgruppe erzielte sogar schlechtere Ergebnisse als vor der Reha ($p = 0,025$).

Zu Hypothese 4:

Die durch den St. George Respiratory Questionnaire erhobene krankheitsspezifische Lebensqualität zeigte bei den Nordic Walkern – als einzige Gruppe – zwar positive Tendenzen, signifikant waren diese Veränderungen jedoch ebenso wenig wie bei den Radfahrern und der Kontrollgruppe.

Zu Hypothese 5:

- a) Es ergab sich für die Gesamtstichprobe ein negativer Zusammenhang zwischen der Sportaktivität und den katastrophisierenden gesundheitsbezogenen Kognitionen ($r = -0,297$; $p = 0,021$). Das heißt, je höher die Sportaktivität, desto weniger kreisen negative Gedanken um seine Erkrankung durch den Kopf des Patienten.
- b) Es ergab sich für die Gesamtstichprobe ein positiver Zusammenhang zwischen der Sportaktivität und der Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit ($r = 0,325$; $p = 0,011$). Das heißt, je größer die Sportaktivität, desto leistungsfähiger empfindet sich der Patient selber.
- c) Es ergab sich für die Gesamtstichprobe ein negativer Zusammenhang zwischen der Sportaktivität und der Depressivität ($r = -0,272$; $p = 0,035$). Das heißt, je größer die Sportaktivität, desto weniger wurden depressive Stimmungen bei den Patienten.
- d) Zwischen der Sportaktivität und der krankheitsspezifischen Lebensqualität ergab sich für die Gesamtstichprobe kein signifikanter Zusammenhang ($r = -0,068$; $p = 0,605$).

Abschließend lässt sich festhalten, dass sich ein Ausdauertraining mittels Nordic Walking in der stationären pneumologischen Rehabilitation hervorragend eignet, um die körperliche Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten zu verbessern, die Einstellung zur und den Umgang mit der Erkrankung positiver zu gestalten, mehr Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit zu vermitteln und depressive Stimmungen zu bessern. Die Sportart macht den Patienten Spaß und lässt sich gut in den Alltag integrieren, so dass gute Chancen bestehen, dass auch nach der Entlassung langfristig und eigenständig weitertrainiert wird. Diese Fortführung des in der Rehabilitation Erlernen ist eine der zentralen Bedingungen für eine langfristig erfolgreiche pneumologische Rehabilitation. Denn nicht nur für Donner et al. (1997) steht fest: „...pulmonary rehabilitation is a never-ending process“ (Seite 752).

6 Literaturverzeichnis

Becker, E., Horn, S., Hussla, B., Irle, H., Knorr, I. und Korsukéwitz, C. (2004). Leitlinien zur sozialmedizinischen Beurteilung bei chronisch obstruktiven Lungenkrankheiten (COPD) und Asthma bronchiale. *Gesundheitswesen*, 66, 251-264.

Beckermann, M., Magadle, R., Weiner, M. und Weiner, P. (2005). The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest*, 128, 3177-3182.

Bös, K. (2000). Walking in der stationären Rehabilitation – Vergleichende Untersuchung zu Akzeptanz und Wirkung von Fahrradergometrie und Walking zur Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit im klinischen Setting. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 16, 134-139.

Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14, 377-387.

Casaburi, R., Patessio, A., Ioli, F., Zanaboni, S., Donner, C. F. und Wassermann, K. (1991). Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*, 142, 9-18.

Church, T.S., Earnest, P. und Morss, G.M. (2002). Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 3, 296-300.

Clark, C. J., Cochrane, L. und Mackay, E. (1996). Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *European Respiratory Journal*, 9, 2590-2596.

Donner, C. F. und Muir, J. F. (1997). Selectin criteria and programmes for pulmonary rehabilitation in COPD patients. *European Respiratory Journal*, 10, 744-757.

Duncan, J.J., Gordon, N.F., Scott, C.B., Vaandrager, H., Rudling, K., Sotovia, C. et al. (1991). Woman walking for health and fitness: How much is enough? *American Heart Journal*, 85, 546-562.

Ezzati, M., Lopes A. D. und Rodgers, A. (2002). Selected mayor risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*, 360, 1347-1360.

Flor, H., Behle, R.J. und Birbaumer, N. (1993). Assessment of pain-related cognitions in chronic pain patients. *Behaviour Research Therapy*, 31, 63-73.

Gillissen, A. (2003). Die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung. UNI-MED: Bremen.

Gitt, A. K., Winter, U. J., Fritsch, J., Pothoff, G., Sedlak, M., Ehmanns, S. et al. (1994). Vergleich der vier verschiedenen Methoden zur respiratorischen Bestimmung der anaeroben Schwelle bei Normalpersonen, Herz- und Lungenkranken. *Zeitschrift für Kardiologie*, 83, Supplement 3, 37-42.

Gosselink, R., Troosters, T. und Decramer, M. (1997). Exercise training in COPD patients: the basic questions. *European Respiratory Journal*, 10, 2884-2891.

Hentschel, M., Becker, J. und Lepthin, H.-J. (2002). Nutzen eines intensiven Trainingsprogrammes bei Patienten mit obstruktiver Atemwegskrankheit. *Pneumologie*, 56, 240-246.

Hollmann, W. (1987). Muskelkraft und Krafttraining aus sportmedizinischer Sicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 38, 405-415.

Karawan, A., Porcari, J.P., Butts, N.K., Postmus, A.M., Stoughton, L. und Larkin, J. (2001). Effects of 12 weeks of walking or exerstriding on upper body strength and endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 5, Supplement 86.

Kardes, P. (2004). Aktuelle Diagnostik und Therapie. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 128, 490-493.

Karpinski, N. A., Bauernschmitt, K., Schultz, K. und Petermann, F. (2005). Ist die deutschsprachige Version des SGRQ bei Patienten mit Asthma- und COPD ein valides Messinstrument der krankheitsspezifischen Lebensqualität? *Prävention und Rehabilitation*, 17, 164-176.

Karpinski, N. (2005). Validierung von Lebensqualitäts-Assessments bei chronisch-obstruktiven Atemwegserkrankungen. Universität Bremen: Unveröffentlichte Dissertation.

Knechtle, B. (2002). Aktuelle Sportphysiologie. Karger: Basel.

Kolenda, K.-D. (Hrsg.) (2002). Rehabilitation bei chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung. 13. Holmer Kolloquium. Schönberg.

Kolenda, K.-D. (2005). Chronische Krankheiten verhindern und lindern: Aktuelles zu Prävention und Rehabilitation. Beiträge zum 16. Holmer Kolloquium. Landesarbeitsgemeinschaft Herz und Kreislauf in Schleswig-Holstein e.V.. Schönberg.

Kroegel, C., Buhl, R. Gillissen, A. und Peto, W. (2005). Asthma bronchiale versus chronisch-obstruktive Lungenkrankheit (COPD). *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 130, 812-818.

Lee, I.-M. und Pfaffenberger, R.S. Jr. (1998). Physical activity and stroke incidence: The Harvard Alumni Health Study. *Stroke*, 29, 2049-2054.

Lehr, U. (2000). Psychologie des Alterns. Quelle und Meyer: Wiebelsheim.

Löllgen, H. (2000). Kardiopulmonale Funktionsdiagnostik. Nürnberg: Novartis.

Löllgen, H., Dirschedl, P. und Fahrenkrog, U. (1994). Belastungsprogramme in der Spiroergometrie. *Zeitschrift für Kardiologie*, 83, Supplement 3, 43-50.

Maurer, S. (2004). Nordic Walking in der Prävention und Rehabilitation von chronischen Krankheiten. In: K.-D. Kolenda (Hrsg.), *Lebensstil und chronische Krankheiten*. 14. Holmer Kolloquium.

Meyer, A. (2003). Bewegungstherapie bei COPD-Patienten im ambulanten Bereich. In: K.-D. Kolenda (Hrsg.), *Rehabilitation bei chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung*. 13. Holmer Kolloquium.

Meyer, T. und Kindermann, W. (2003). Spiroergometrische Trainingssteuerung. *Atemwegs-Lungenkrankheiten*, Jahrgang 29, 12, 606-614.

Möller, J. (1999). Sport im Alter: Eine Metaanalyse. *Sportwissenschaft*, 29, 400-454.

Müller, C. (2000). Körperliches Training in der stationären pneumologischen Rehabilitation. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 16, 92-97.

Neumann, G. und Schüler, K.-P. (1994). *Sportmedizinische Funktionsdiagnostik*. Berlin: Barth.

Ornish, D. (1990). Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? The Lifestyle Heart Trial. *Lancet*, 336, 129-134.

Patessio, A. und Donner, C.F. (1994). Selection criteria for exercise training in patients with COPD. *Zeitschrift für Kardiologie*, 83, Supplement 3, 155-158.

Petro, W. (Hrsg.). (2000). *Pneumologische Prävention und Rehabilitation*. Heidelberg: Springer.

Pleyer, K., Wolf, S., Jung, K., Weber, M. und Lachtermann, E. (2003). Eignet sich „Walking“ als Ausdauertrainingsform für Patienten mit einer chronisch obstruktiven Atemwegserkrankung? *DRV-Schriften*, 40, 443-444.

Porcari, J.P., Hendrickson, T.L., Walter, P.R., Terry, L. und Walsko, G. (1997). The physiological response to walking with and without power poles on treadmill exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68 (2), 161-166.

Ramirez-Sarmiento, A., Orozco-Levi, M., Güell, R., Barreiro, E., Hernandez, N., Mota, S. Et al. (2002). Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and critical care medicine*, 166, 1491-1497.

Rieckert, H. (1991). Leistungsphysiologie. Schorndorf: Hofmann.

Rieckert, H. (2004). Herz-Kreislauf-Prävention durch Sport. In: K.-D. Kolenda (Hrsg.), *Lebensstil und chronische Krankheiten*. 14. Holmer Kolloquium.

Ries, A. L., Kaplan, R. M., Limberg, T. M. und Prewitt, L. M. (1995). Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann. Intern Med*, 122, 823-832.

Rost, R. (Hrsg.) (2001). *Lehrbuch der Sportmedizin*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.

Schiebel, F., Heitkamp, H.C., Thoma, S., Hipp, A. und Horstmann, T. (2003). Nordic Walking und Walking im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54, Supplement 43.

Schöttler, M., Kühn, W. und Frey, A. (2005). Nordic Walking – Eine moderne alltagstaugliche Form der Prävention? *Phys Med Rehab Kuror*, 15, 237-271.

Stengel von , S. und Bartosch, H. (2004). *Nordic Walking*. Copress: München.

Trappe, H.-J. und Löllgen, H. (2000). Leitlinien zur Ergometrie. *Zeitschrift Kardiologie*, 89, 821-837.

Wassermann, K., Stringer, W.W., Casaburi, A., Koike, A. und Cooper, C.B. (1994). Determination of the anaerobic threshold by gasexchange: biochemical

considerations, methodology and physiological effects. *Zeitschrift für Kardiologie*, 83, Supplement 3, 1-12.

Weineck, J. (2004). *Optimales Training*. Balingen: Spitta.

Weineck, J. (2004). *Sportbiologie*. Balingen: Spitta.

Winter, U. J., Gitt, A.K., Fritsch, P.G., Pothoff, G. und Hilger, H.H. (1994). Methodische Aspekte der modernen, computerisierten Ergospirometrie (CPX): Rahmenprogramm, konstanter Belastungstest und CO₂-Rückatmungsmethode. *Zeitschrift für Kardiologie*, 83, Supplement 3, 13-26.

Wirtz, H.R. (2005). Chronische Bronchitis, COPD. *Internist*, 46, 175-194.

Worth, H., Buhl, U., Cegla, C. P., Criege, A., Gillissen, P., Kardos, P. et al. (2002). Leitlinie der Deutschen Atemwegliga und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit chronisch obstruktiver Bronchitis und Lungenemphysem (COPD). *Pneumologie*, 56, 704-738.

Yris, C.V. (2004). Lebensstil und Lebensstil-Veränderungen bei Patienten mit chronischen Krankheiten aus psychologischer Sicht. In: K.-D. Kolenda (Hrsg.), *Lebensstil und chronische Krankheiten*. 14. Holmer Kolloquium.

Anhang A

Fragebogen I und Fragebogen II

Fragebogen I

zur Studie

„Erfolg und Akzeptanz eines Ausdauertrainings mittels Nordic Walking bei COPD in der stationären Rehabilitation und der ambulanten Nachsorge“

SGRQ

Mit diesem Fragebogen möchten wir mehr darüber erfahren, welche Beschwerden Ihnen Ihre Atmung bereitet und wie diese sich auf Ihr Leben auswirken. Wir möchten dadurch herausfinden, was Ihnen an Ihrer Erkrankung aus Ihrer Sicht die meisten Probleme bereitet, und nicht, was die Ärzte und das Pflegepersonal dazu meinen.

Lesen Sie die Anleitung bitte sorgfältig durch und fragen Sie nach, wenn Sie etwas nicht verstehen. Denken Sie nicht zu lange über Ihre Antwort nach.

Teil 1

Diese Fragen beziehen sich auf die Häufigkeit Ihrer Atemwegsbeschwerden in den vergangenen 3 Monaten. Bitte kreuzen Sie für jede Frage 1 Kästchen an.

	An den meisten Tagen der Woche	An mehreren Tagen der Woche	An ein paar Tagen im Monat	Nur bei Infektionen der Atemwege	Gar nicht
1. Während der letzten 3 Monate habe ich gehustet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Während der letzten 3 Monate habe ich Schleim (Auswurf) ausgehustet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Während der letzten 3 Monate war ich kurzatmig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Während der letzten 3 Monate hatte ich Anfälle von Keuchen oder Pfeifen beim Atemholen (Atemgeräusche).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mehr als 3 Anfälle	3 Anfälle	2 Anfälle	1 Anfall	Keine Anfälle
5. Wie viele schwere oder sehr unangenehme Anfälle von Atembeschwerden hatten Sie in den vergangenen 3 Monaten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1 Woche oder länger	3 Tage oder länger	1 oder 2 Tage	Weniger als 1 Tag	
6. Wie lange dauerte der schlimmste Anfall von Atemwegsbeschwerden? (Wenn Sie keine schweren Anfälle hatten, gehen Sie bitte weiter zu Frage 7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kein Tag war gut	1 oder 2 gute Tage	3 oder 4 gute Tage	Fast jeder Tag war gut	Jeder Tag war gut
7. Wie viele gute Tage (d.h. Tage mit wenig Atemwegsbeschwerden) hatten Sie in einer durchschnittlichen Woche in den vergangenen 3 Monaten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nein	Ja			
8. Wenn Sie pfeifen oder keuchen, ist es morgens schlimmer?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Teil 2 Abschnitt 1

	Das wichtigste Problem, das ich habe	Bereitet mir ziemlich Probleme	Bereitet mir ein paar Probleme	Bereitet mir keine Probleme
Wie würden Sie Ihr Atemleiden beschreiben? Bitte nur ein Kästchen ankreuzen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ich habe wegen meiner Atemwegsbeschwerden ganz aufgehört zu arbeiten.	Meine Atemwegsbeschwerden beeinträchtigen mich bei der Arbeit oder haben mich veranlaßt, meinen Beruf / meine Stelle zu wechseln.	Meine Atemwegsbeschwerden wirken sich nicht auf meine Arbeit aus	
Wenn Sie berufstätig sind oder waren, kreuzen Sie bitte eines der Kästchen an	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Teil 2 Abschnitt 2

Diese Fragen beziehen sich darauf, bei welchen Tätigkeiten Sie derzeit für gewöhnlich in Atemnot geraten.

Bitte geben Sie in jeder Zeile an, was auf Sie zutrifft, indem Sie „richtig“ oder „falsch“ ankreuzen.

	Richtig	Falsch
Still sitzen oder ruhig liegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sich waschen oder anziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Haus herumgehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Draußen auf ebenem Weg gehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einen Treppenabsatz hinaufgehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bergauf gehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sport treiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 2 Abschnitt 3

Nun folgen weitere Fragen zu Ihrem derzeitigen Husten und Ihrer derzeitigen Kurzatmigkeit.

Bitte geben Sie in jeder Zeile an, was auf Sie zutrifft, indem Sie „richtig“ oder „falsch“ ankreuzen.

	Richtig	Falsch
Mein Husten tut weh.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein Husten macht mich müde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gerate außer Atem, wenn ich rede.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gerate außer Atem, wenn ich mich vornüber beuge.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein Husten oder mein Atmen stören meinen Schlaf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin schnell erschöpft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 2 Abschnitt 4

Bei diesen Fragen geht es um weitere Auswirkungen, die Ihre Atemwegsbeschwerden derzeit möglicherweise auf Sie haben.

Bitte geben Sie in jeder Zeile an, was auf Sie zutrifft, indem Sie „richtig“ oder „falsch“ ankreuzen.

	Richtig	Falsch
Mein Husten oder Atmen ist mir in der Öffentlichkeit peinlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Atemwegsbeschwerden sind lästig für meine Familie, meine Freunde und Nachbarn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich keine Luft kriege, bekomme ich Angst oder gerate in Panik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe das Gefühl, meine Atemwegsbeschwerden nicht im Griff zu haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich rechne nicht damit, daß es mit meinen Atemwegsbeschwerden besser wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch meine Atemprobleme bin ich anfällig oder invalide geworden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist für mich riskant, mich sportlich zu betätigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alles erscheint mir zu mühsam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 2 Abschnitt 5

Diese Fragen betreffen Ihre Medikamente. Wenn Sie keine Medikamente nehmen, gehen Sie bitte gleich zu Abschnitt 6 weiter.

Bitte geben Sie in jeder Zeile an, was auf Sie zutrifft, indem Sie „richtig“ oder „falsch“ ankreuzen.

	Richtig	Falsch
Meine Medikamente helfen mir nicht viel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist mir peinlich, meine Medikamente in der Öffentlichkeit zu benutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Medikamente verursachen mir unangenehme Nebenwirkungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Medikamente beeinträchtigen mein Leben erheblich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 2 Abschnitt 6

Bei diesen Fragen geht es darum, wie sich Ihr Atemleiden möglicherweise auf Ihre Aktivitäten auswirkt.

Bitte kreuzen Sie bei jedem Satz „richtig“ an, wenn darin eine oder mehrere Feststellungen aufgrund Ihres Atemleidens auf Sie zutreffen.

Sonst kreuzen Sie bitte „falsch“ an.

	Richtig	Falsch
Ich brauche lange, um mich zu waschen oder anzuziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann kein Bad bzw. keine Dusche nehmen, oder ich brauche lange dazu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe langsamer als andere, oder ich halte an, um mich auszuruhen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufgaben wie Hausarbeit dauern sehr lange, oder ich muß mich zwischendurch ausruhen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich einen Treppenabsatz hinaufgehe, muß ich langsam gehen, oder zwischendurch anhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich mich beeile, oder schnell gehe, muß ich danach anhalten, oder langsamer gehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wegen meines Atemleidens fällt es mir schwer, bergauf zu gehen, etwas die Treppe hoch zu tragen, leichte Gartenarbeit zu verrichten, wie Unkraut jäten, zu tanzen, Bowling oder Golf zu spielen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wegen meines Atemleidens fällt es mir schwer, schwere Lasten zu tragen, den garten umzugraben oder Schnee zu schippen, zu joggen, oder schnell zu gehen (8km/h), Tennis zu spielen oder zu schwimmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wegen meines Atemleidens fällt es mir schwer, sehr schwere körperliche Arbeit zu verrichten, zu laufen, radzufahren, schnell zu schwimmen oder anstrengenden Sport zu treiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 2 Abschnitt 7

Wir wüßten gerne, wie Ihre Atemwegsbeschwerden normalerweise Ihr tägliches Leben beeinflussen. Bitte kreuzen Sie bei jeder Frage „richtig“ oder „falsch“ an (bitte denken Sie daran, daß „richtig“ nur auf Sie zutrifft, wenn Sie etwas aufgrund Ihrer Atemwegsbeschwerden nicht tun können).

	Richtig	Falsch
Ich kann keinen Sport treiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann nicht ausgehen, um mich zu unterhalten oder zu erholen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann das Haus nicht verlassen, um einkaufen zu gehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann keine Hausarbeit verrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann mich nicht weit von meinem Bett oder meinem Stuhl entfernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Es folgt eine Liste von weiteren Tätigkeiten, die Sie wegen Ihrer Atembeschwerden möglicherweise nicht ausüben können (Sie brauchen diese nicht anzukreuzen. Die Liste soll Ihnen nur helfen, sich daran zu erinnern, wie Ihre Kurzatmigkeit Sie möglicherweise einschränkt).

1. Spaziergehen oder den Hund spazierenführen.
2. Etwas im Haus oder Garten erledigen.
3. Geschlechtsverkehr.
4. In die Kirche gehen, oder an einen Ort, an dem Unterhaltung geboten wird.
5. Bei schlechtem Wetter nach draußen gehen, oder verrauchte Räume betreten.
6. Familie oder Freunde besuchen, oder mit Kindern spielen.

Bitte notieren Sie, welchen anderen wichtigen Tätigkeiten Sie möglicherweise wegen Ihrer Atemwegsbeschwerden nicht nachgehen können:

	Sie hindern mich daran, das zu tun, was ich möchte.	Sie hindern mich an ein oder zwei Dingen, die ich gerne tun möchte.	Sie hindern mich an den meisten Dingen, die ich gerne tun möchte.	Sie hindern mich an allem, was ich gerne tun möchte.
Wir möchten Sie nun bitte, die Feststellung (nur eine) anzukreuzen, die am besten beschreibt, wie sich Ihre Atemwegsbeschwerden auf Sie auswirken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PRSS

Teil 3

Wir führen ständig ein inneres Zwiegespräch mit und selbst. Auch wenn wir gesundheitlich beeinträchtigt sind, gehen uns bestimmte Gedanken durch den Kopf. Im Folgenden finden Sie typische Gedanken von Menschen, die gesundheitliche Beschwerden haben.

Bitte lesen Sie jede der folgenden Feststellungen durch und geben Sie dann an, wie häufig Ihnen dieser Gedanke durch den Kopf geht, wenn Sie gesundheitliche Beschwerden haben.

Wenn Ihnen der aufgeführte Gedanke **fast nie** durch den Kopf geht, kreuzen Sie bitte das Kästchen [1] an, wenn Ihnen der Gedanke **fast immer** durch den Kopf geht, kreuzen Sie bitte das Kästchen [6] an. Ansonsten kreuzen Sie ein entsprechendes Kästchen dazwischen an.

Das denke ich...	fast nie					fast immer
Diese Beschwerden halte ich nicht mehr aus.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Egal was ich auch tue, ich kann doch nichts mehr ändern an meinen Beschwerden.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Ich muß schnell ein Medikament nehmen.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Das hört ja nie mehr auf.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Ich bin ein hoffnungsloser Fall.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Wann wird es wieder schlimmer?	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Die Beschwerden machen mich fertig.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Ich kann nicht mehr.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Diese Beschwerden machen mich noch verrückt.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

Teil 5

CES – D

Bitte kreuzen Sie bei jeder folgenden Aussage die Antwort an, die am besten beschreibt, wie **oft** Sie sich **in den vergangenen 7 Tagen** so gefühlt oder verhalten haben.

Selten oder nie = nie bzw. weniger als 1 Tag
Manchmal = an 1 bis 2 Tagen
Öfters oder häufiger = an 3 bis 4 Tagen
Meistens oder ständig = an 5 bis 7 Tagen

In der vergangenen Woche...

	Selten/ Nie/ 1 Tag	manchmal/ gelegentlich 1-2 Tage	öfters/ häufiger 3-4 Tage	meistens/ ständig 5-7 Tage
haben mich Dinge beunruhigt, die mir sonst nichts ausmachen.	[1]	[2]	[3]	[4]
war mir nicht nach Essen zumute, hatte ich keinen Appetit.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich das Gefühl, selbst mit Hilfe meiner Familie oder Freunde, meinen Trübsinn nicht abschütteln zu können.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich das Gefühl, ebenso gut wie andere zu sein.	[1]	[2]	[3]	[4]
ist es mir schwergefallen, mich auf die jeweilige Aufgabe zu konzentrieren.	[1]	[2]	[3]	[4]
fühlte ich mich niedergeschlagen.	[1]	[2]	[3]	[4]
empfund ich alles als anstrengend.	[1]	[2]	[3]	[4]
blickte ich voller Zuversicht in die Zukunft.	[1]	[2]	[3]	[4]
empfund ich mein Leben als gescheitert.	[1]	[2]	[3]	[4]
war ich ängstlich.	[1]	[2]	[3]	[4]
habe ich unruhig geschlafen.	[1]	[2]	[3]	[4]
war ich glücklich.	[1]	[2]	[3]	[4]
habe ich weniger als sonst geredet.	[1]	[2]	[3]	[4]
fühlte ich mich einsam.	[1]	[2]	[3]	[4]
waren die Leute unfreundlich.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich Spaß am Leben.	[1]	[2]	[3]	[4]
mußte ich grundlos weinen.	[1]	[2]	[3]	[4]
war ich traurig.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich das Gefühl, daß mich andere Menschen nicht mögen.	[1]	[2]	[3]	[4]
bin ich nicht „in Gang“ gekommen.	[1]	[2]	[3]	[4]

Fragebogen II

zur Studie

„Erfolg und Akzeptanz eines Ausdauertrainings mittels Nordic Walking bei COPD in der stationären Rehabilitation und der ambulanten Nachsorge“

PRSS

Teil 1

Wir führen ständig ein inneres Zwiegespräch mit und selbst. Auch wenn wir gesundheitlich beeinträchtigt sind, gehen uns bestimmte Gedanken durch den Kopf. Im folgenden finden Sie typische Gedanken von Menschen, die gesundheitliche Beschwerden haben.

Bitte lesen Sie jede der folgenden Feststellungen durch und geben Sie dann an, wie häufig Ihnen dieser Gedanke durch den Kopf geht, wenn Sie gesundheitliche Beschwerden haben.

Wenn Ihnen der aufgeführte Gedanke fast nie durch den Kopf geht, kreuzen Sie bitte das Kästchen [1] an, wenn Ihnen der Gedanke fast immer durch den Kopf geht, kreuzen Sie bitte das Kästchen [6] an. Ansonsten kreuzen Sie ein entsprechendes Kästchen dazwischen an.

Das denke ich...						
	fast nie					fast immer
Diese Beschwerden halte ich nicht mehr aus.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Egal was ich auch tue, ich kann doch nichts mehr ändern an meinen Beschwerden.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Ich muß schnell ein Medikament nehmen.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Das hört ja nie mehr auf.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Ich bin ein hoffnungsloser Fall.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Wann wird es wieder schlimmer?	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Die Beschwerden machen mich fertig.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Ich kann nicht mehr.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Diese Beschwerden machen mich noch verrückt.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

Teil 3

CES – D

Bitte kreuzen Sie bei jeder folgenden Aussage die Antwort an, die am besten beschreibt, wie oft Sie sich in den vergangenen 7 Tagen so gefühlt oder verhalten haben.

Selten oder nie = nie bzw. weniger als 1 Tag
Manchmal = an 1 bis 2 Tagen
Öfters oder häufiger = an 3 bis 4 Tagen
Meistens oder ständig = an 5 bis 7 Tagen

In der vergangenen Woche...	Selten/ Nie/ 1 Tag	manchmal/ gelegentlich 1-2 Tage	öfters/ häufiger 3-4 Tage	meistens/ ständig 5-7 Tage
haben mich Dinge beunruhigt, die mir sonst nichts ausmachen.	[1]	[2]	[3]	[4]
war mir nicht nach Essen zumute, hatte ich keinen Appetit.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich das Gefühl, selbst mit Hilfe meiner Familie oder Freunde, meinen Trübsinn nicht abschütteln zu können.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich das Gefühl, ebenso gut wie andere zu sein.	[1]	[2]	[3]	[4]
ist es mir schwergefallen, mich auf die jeweilige Aufgabe zu konzentrieren.	[1]	[2]	[3]	[4]
fühlte ich mich niedergeschlagen.	[1]	[2]	[3]	[4]
empfund ich alles als anstrengend.	[1]	[2]	[3]	[4]
blickte ich voller Zuversicht in die Zukunft.	[1]	[2]	[3]	[4]
empfund ich mein Leben als gescheitert.	[1]	[2]	[3]	[4]
war ich ängstlich.	[1]	[2]	[3]	[4]
habe ich unruhig geschlafen.	[1]	[2]	[3]	[4]
war ich glücklich.	[1]	[2]	[3]	[4]
habe ich weniger als sonst geredet.	[1]	[2]	[3]	[4]
fühlte ich mich einsam.	[1]	[2]	[3]	[4]
waren die Leute unfreundlich.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich Spaß am Leben.	[1]	[2]	[3]	[4]
mußte ich grundlos weinen.	[1]	[2]	[3]	[4]
war ich traurig.	[1]	[2]	[3]	[4]
hatte ich das Gefühl, daß mich andere Menschen nicht mögen.	[1]	[2]	[3]	[4]
bin ich nicht „in Gang“ gekommen.	[1]	[2]	[3]	[4]

Anhang B

Rohdatentabellen

Gruppe	Proband	Watt (Max)			Watt (AT)		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
	1	180	165	140	110	90	110
	2	140	165	145	70	80	85
	3	102	105	102	72	55	63
	4	105	90		60	70	
	5	70	30	126	40	30	84
F	6	129	129	114	57	63	69
A	7	80	90	80	60	60	50
H	8	72	78		63	63	
R	9	115	140	110	45	90	65
R	10	129	150		63	93	
A	11	61	84		45	60	
D	12	120	117	111	48	57	54
G	13	140	140		75	105	
R	14	135	145	145	105	105	100
U	15	160	180		120	120	
P	16	90	100	87	70	70	54
P	17	100	100	129	60	70	96
E	18	130	140	115	65	110	95
	19	155	160	155	100	90	85
	20	180	170	174	120	130	123
	21	150	190	190	80	140	140
	22	150	165	120	105	110	70
	23	130	150	123	110	120	72
	24	117	127	138	81	84	72
	1	119,3	158,33	145,38	66,55	119,30	66,55
	2	183,97	220,06	165,81	55,56	110,9	92,49
N	3	133,45	148,08	183,56	59,6	89,26	92,12
O	4	224,46	279,83		140,69	168,69	
R	5	197,43	216,84	181,98	59,63	119,02	121,72
D	6	86,78	137,49	111,92	51,77	103,33	80,09
I	7	270	240,3	193,84	90,47	120,57	97,46
C	8	83	100	84	44	60	51
W	9	384,63	418,89	394	176,07	211,11	231,44
A	10	196	218	254	148	180	175
L	11	137,5	152,56		61,4	61,4	
K	12	233,47	233,47	331,31	137,15	175,92	151,66
I	13	151	167	176	80	115	134
N	14	274,19	298,62	198,61	175,41	200,25	225
G	15	143,45	163,76		82,17	123,07	
G	16	165,66	189,12	185,6	47,49	153,9	130,41
R	17	74	113		20	74	
U	18	165,52	176,36	241,53	47,52	66,4	121,72
P	19	120	131	147	86	86	101
P	20	217,37	217,37	315,2	73,14	91,37	158,85
E	21	105	222,74		68	130,84	
	22	123	114		81	78	
	1	160	175	175	100	105	105
Fahrrad	2	120	126		72	75	
-	3	123	92	108	69	69	66
K	4	99	102	108	75	72	72
O	5	52	41	41	39	39	33
N	6	102	96	102	63	57	57
T	7	75	87	90	42	60	45
R	8	105	117	93	81	75	69
O	9	123	129	116	84	99	81
L	10	120	112	123	72	60	78
L	11	84	81		33	36	
E	12	140	130	135	75	70	40
	13	73	84		66	66	
	14	126	144	144	69	90	93
	1	118,77	74,45		59,6	59,6	
Laufband	2	186,89	205,26		112,66	112,66	
-	3	317,46	297,24		106,38	165,81	
K	4	110,35	125,97		31,63	47,43	
O	5	115,08	151,65		65,92	92,21	
N	6	206,99	220,06		94,75	110,9	
T	7	146,46	228,94		104,8	187,87	
R	8	138,57	172,76		86,85	86,85	
O	9	214,34	226,6		115	91,2	
L	10	120,57	177,42		67	113,5	
L	11	152,78	152,78		125,37	125,37	
E	12	152,91	202,2		109,4	135,25	
	13	239,02	208,65		131,2	167,36	
	14	162,3	193,11		81,31	110,61	
	15	345	377,01		207,97	206,93	
	16	232,52	166,38		133,19	66,65	

Gruppe	HF (AT/T1)			Laktat (AT/T1)			VO2max (AT/T1)			
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
	1	121	122	122	3,5	2,7	3,2	17,1	15,3	16
	2	104	107	109	2,8	3,3	3,1	11,8	11,7	11,4
	3	107	98	108	3,6	3,5	4,1	15,7	15,2	16,9
	4	100	115		1,5	1,5		13,5	13,7	
	5	97		97	1,5	1,1	2,1	9,1		10,4
F	6	107	100	113	3,1	3,4	3,4	12,8	13,4	12,9
A	7	120	124	142	1,7	1,7	2,4	19,6	17,3	21,2
H	8	127	121		3,2	4,1		22,4	19,7	
R	9	89	111	98	3	3,3	3,3	11,2	12,8	10
R	10	109	118		3	3,3		11,6	12,1	
A	11	102	104		2,5	1,8		15,6	15,6	
D	12	100	100	100	1,8	2	2,1	7,9	8,1	8
G	13	116	96		2,7	2,5		12,4	10	
R	14	110	114	119	2,5	2,7	3,5	13,4	13,3	11,3
U	15	127	113		3,9	3,4		21,8	20,7	
P	16	110	122	117	2,3	3,7	3,3	13,8	17,2	14,3
P	17	120	120	109	1,9	1,7	1,8	13,4	11,5	13,5
E	18	103	109	88	3,3	3,5	3,5	12,9	13,9	10,8
	19	92	95	88	3,8	3,3	3,6	14,4	20,2	13,9
	20	104	118	109	2	0,7	3,8	14,1	14,3	15,5
	21	114	106	101	2,5	2,4	3,8	15,9	14,1	13,8
	22	112	114	125	2,9	2,9	3	16,1	16,7	15
	23	102	99	101	2,9	3,1	2,4	16	17	16,5
	24	116	113	105	3,8	3,5	3,8	21,2	19,5	20,3
	1	154	112	147	4	4	4,1	26,9	22,8	25,2
	2	145	139	133	3,8	3,9	3,8	20,6	17	21,4
N	3	127	131	136	3,5	3,1	3,7	28,5	26,3	26,1
O	4	150	133		4,2	4,4		22,2	21,1	
R	5	131	118	125	2,5	1,9	3,2	15,5	13,5	15
D	6	151	143	135	4	3,4	3,7	21,5	17,8	21,2
I	7	131	145	122	2,6	3,6	4	21	22	18,8
C	8	114	111	101	3,9	3,5	3,2	11,1	12,5	12,8
W	9	132	132	136	5,4	3,1	4,9	24,5	21,8	19
A	10	126	109	96	1,9	1,9	2	18,4	18,9	19,6
L	11	104	113		2,9	5,3		21,8	22,5	
K	12	120	120	131	4,7		4,2	19,3	19,8	22,2
I	13	128	120	112	3,5		1,8	19,8	19,3	15,6
N	14	121	120	111	3,9	3,2	3,9	25,1	25,7	26,5
G	15	150	148		4,1			18	16,7	
G	16	116	100	105	3,4	3,5	4,8	24,4	17,6	23,6
R	17	102	120		3			5,2	13,4	
U	18	124	119	127	2,8	3,1	4,2	17,1	19,1	19,1
P	19	119	116	122	2,8	3,1	4,1	14,1	14,9	14,4
P	20	107	126	122	3,9	3,9	4,1	14,4	20,1	19,9
E	21	152						17,6	13,2	
	22	121	126		3,6	3,1		13	13,9	
	1	120	106	108	4	4	4,3	17,6	16	17,3
Fahrrad	2	102	89		3,7	3,3		10,1	10,8	
-	3	110	106	109	2,4	1,9	2,2	11,7	11,2	11
K	4	118	106	102	3	3,1	3,8	12,1	12,1	11,5
O	5	104	110	110	2,6	2,6	2,3	9,5	8,7	8,6
N	6	92	84	90	2		2,9	9,7	10,7	8,9
T	7	112	89	108	2,6	3	3	9,1	9,0	9,1
R	8	102	105	78	3,7	3,8	3,7	17,6	17,5	9,8
O	9	129	127	136	3,5	3,5	3,9	14,9	16	14,7
L	10	120	139	126	3,1	3,6	3,3	13,9	15,1	17,3
L	11	105	92		3,7	3,9		11,1	9,7	
E	12	119	120	126	3,9		3,8	15,5	15,7	14,9
	13	105	102		2,1	3,5		11,8	14	
	14	122	125	113	2,8	4,1	4,3	11,6	10,5	12
	1	131	142		3,2	3,7		24	28,4	
Laufband	2	154	153		3,7	3,7		21,1	21,1	
-	3	131	103		5,8	5,2		17,7	13,9	
K	4	119	105		3,7	3,7		17,8	18,4	
O	5	122	114		2,2	1,8		17,9	14,8	
N	6	104	102		3,6	3,7		20,2	18,2	
T	7	143	116		3,4	3,7		28,2	21,6	
R	8	118	119		2,3	2,3		21,4	18,3	
O	9	108	107		3,5	3,4		23,5	20,9	
L	10	135	122		3	2,8		24,4	22,2	
L	11	107	115		4	4,2		25	23,5	
E	12	135	126		4	3,9		23,8	21,7	
	13	112	112		4	3,7		15,5	17,4	
	14	141	147		3,4	3,9		12,3	13,9	
	15	136	132		3,2	3,7		21,8	22,9	
	16	100	104		3,8	4,1		15,7	16,1	

Borg (Atemnotskala)				
Gruppe / Proband	T1	T2	T3	
	1	8	6	5
	2	4	5	6
	3	5	5	5
	4	7	9	
	5	6	7	8
F	6	8	9	9
A	7	6	6	6
H	8	9	8	
R	9	5	6	6
R	10	7	6	
A	11	7	5	
D	12	10	5	9
G	13	6	6	
R	14	6	4	5
U	15	6	9	
P	16	8	7	8
P	17	7	9	7
E	18	6	8	5
	19	7	7	8
	20	8	4	4
	21	6	9	7
	22	8	9	9
	23	8	7	6
	24	8	7	7
	1	3	3	3
	2	8	6	7
N	3	7	8	5
O	4	5	5	
R	5	7	6	6
D	6	9	5	7
I	7	6	5	4
C	8	8	5	5
W	9	7	8	7
A	10	7	8	7
L	11	6	4	
K	12	8	6	5
I	13	9	9	7
N	14	8	8	6
G	15	8	9	
G	16	6	4	4
R	17	6	3	
U	18	8	6	5
P	19	7	5	5
P	20	5	4	4
E	21	8	8	
	22	8	7	
	1	8	9	9
Fahrrad	2	4	4	
-	3	7	6	7
K	4	6	7	6
O	5	7	7	8
N	6	5	5	6
T	7	7	6	7
R	8	6	7	9
O	9	8	5	8
L	10	6	7	7
L	11	9	8	
E	12	5	9	9
	134	9	5	
	14	9	8	8
	1	7	7	
Laufband	2	8	5	
-	3	9	6	
K	4	8	9	
O	5	8	5	
N	6	5	4	
T	7	6	5	
R	8	9	8	
O	9	9	9	
L	10	5	3	
L	11	8	7	
E	12	5	4	
	13	8	6	
	14	9	6	
	15	7	5	
	16	6		

Katastrophisierende gesundheitsbezogene Kognitionen (PRSS)								
Gruppe / Proband	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	1	16,7	44,5	18,5	16,7	16,7	16,7	16,7
	2	70,3	40,7	26	24	40,7	37	63
	3	55,5	46,3	53,8	20,3	35,2	33,3	48,2
	4	16,7	85,2	90,7	90,7	81,5	59,3	96,3
	5	57,3	53,7	61,2	50,2	22,2	33,3	22,2
F	6	64,8	61,2	61,2	53,7	66,7	48,2	59,3
A	7	44,5	40,7	38,8	35,2	40,7	64,8	48,2
H	8	29,7	33,3	26	20,2	35,2	29,7	29,7
R	9	16,7	40,7	37	40,7	53,7	46,3	22,2
R	10	33,3	33,3	333,3	333,3	29,7	37	33,3
A	11	46,3	18,5	16,7	20,3	18,5	29,7	37
D	12	53,7	63	37	20,3	33,3	29,7	29,7
G	13	64,8	57,3	51,8	40,7	42,7	37	50
R	14	18,5	33,3	20,3	22,2	22,2	20,3	20,3
U	15	22,2	24	26	22,2	31,5	48,2	40,7
P	16	18,5	24	26	40,7	20,3	29,7	29,7
P	17	16,7	35,2	46,3	44,5	48,2	48,2	44,5
E	18	46,3	29,7	31,5	31,5	51,8	26	31,5
	19	33,3	29,7	31,5	40,7	57,2	53,7	57,2
	20	31,5	20,3	16,7	33,3	44,5	50	50
	21	44,5	38,8	42,7	44,5	50	46,3	35,2
	22	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
	23	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
	24	53,7	42,7	50	63	40,7	48	27,8
	1	35,2	26	27,8	27,8	38,8	24	27,8
	2	27,8	20,3	16,7	18,5	38,8	29,7	26
N	3	16,7	20,3	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
O	4	20,3	20,3	27,8	44,5	31,5	29,7	26
R	5	31,5	40,7	18,5	16,7	24	20,3	31,5
D	6	35,2	26	18,5	20,3	22,2	24	22,2
I	7	70,3	18,5	26	16,7	16,7	22,2	20,3
C	8	16,7	16,7	16,7	16,7	22,2	16,7	20,3
W	9	16,7	42,7	20,3	16,7	18,5	22,2	20,3
A	10	40,7	40,7	16,7	26	37	35,2	37
L	11	46,3	46,3	33,3	29,7	29,7	26	22,2
K	12	16,7	16,7	16,7	20,3	20,3	20,3	16,7
I	13	76	77,8	53,7	66,7	81,5	44,5	63
N	14	27,8	35,2	24	20,3	22,2	20,3	16,7
G	15	29,7	57,3	26	29,7	29,7	31,5	29,7
G	16	16,7	16,7	16,7	16,7	24	16,7	16,7
R	17	29,7	37	38,8	33,3	33,3	48,2	27,8
U	18	37	31,5	26	16,7	33,3	20,3	18,5
P	19	37	55,5	20,3	26	27,8	26	20,3
P	20	16,7	31,5	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
E	21	40,7	66,7	37	37	42,7	42,7	26
	22	88,8	57,3	57,3	57,3	51,8	51,8	51,8
	1	29,7	51,8	26	37	29,7	24	26
	2	16,7	40,7	16,7	16,7	22,2	20,3	22,2
K	3	37	16,7	37	37	37	29,7	46,3
O	4	16,7	40,7	38,8	38,8	37	38,8	50
N	5	22,2	35,2	26	29,7	26	29,7	26
T	6	40,7	26	31,5	40,7	26	31,5	31,5
R	7	66,7	51,8	37	51,8	51,8	64,8	37
O	8	31,5	35,2	31,5	16,7	16,7	22,2	29,7
L	9	53,7	63	22,2	37	46,3	53,7	55,5
L	10	42,7	35,2	37	37	37	38,8	42,7
E	11	46,3	46,3	57,3	57,3	51,8	51,8	55,5
	12	16,7	35,2	31,5	35,2	35,2	38,8	31,5
	13	46,3	64,8	63	63	51,8	53,7	63
	14	24	27,8	35,2	35,2	29,7	35,2	29,7

		Leistungsfähigkeit							
Gruppe / Proband		T1/FI	T2	T3	T4/FI	T5	T6	T7	T8/FI
	1	100	100	73,3	100	100	100	83,3	100
	2	33,3	66,7	70	50	80	43,3	43,3	53,3
	3	40	36,7	26,7	40	43,3	40	36,7	43,3
	4	40	60	36,7	16,7	23,3	23,3	30	13,3
	5	40	26,7	73,3	60	43,3	53,3	46,7	66,7
F	6	13,3	30	36,7	40	36,7	36,7	33,3	36,7
A	7	30	80	60	16,7	66,7	30	36,7	13,3
H	8	100	100	100	76,7	66,7	76,7	76,7	66,7
R	9	76,7	60	50	66,7	46,7	60	56,7	46,7
R	10	30	70	56,7	46,7	53,3	53,3	53,3	53,3
A	11	63,3	83,3	100	76,7	63,3	53,3	63,3	83,3
D	12	63,3	90	80	30	73,3	53,3	46,7	33,3
G	13	50	36,7	30	33,3	56,7	40	43,3	50
R	14	73,3	63,3	76,7	93,3	83,3	86,7	83,3	90
U	15	73,3	90	76,7	83,3	56,7	90	83,3	73,3
P	16	60	56,7	66,7	60	60	50	63,3	50
P	17	30	60	53,3	26,7	36,7	36,7	46,7	53,3
E	18	50	46,7	60	50	56,7	50	50	46,7
	19	86,7	93,3	80	73,3	80	73,3	66,7	73,3
	20	43,3	73,3	100	56,7	66,7	53,3	50	43,3
	21	53,3	50	73,3	46,7	53,3	40	66,7	73,3
	22	83,3	30	56,7	53,3	46,7	43,3	33,3	33,3
	23	66,7	100	100	100	100	100	100	100
	24	30	53,3	43,3	60	43,3	53,3	60	70
	1	83,3	90	16,7	30	70	80	53,3	90
	2	33,3	83,3	100	30	83,3	56,7	56,7	53,3
N	3	70	70	80	40	76,7	83,3	76,6	66,7
O	4	90	90	76,7	76,7	90	83,3	96,7	93,3
R	5	33,3	56,7	60	36,7	83,3	66,7	73,3	66,7
D	6	53,3	90	86,7	90	90	86,7	90	86,7
I	7	33,3	96,7	43,3	36,7	70	70	66,7	70
C	8	60	60	90	73,3	83,3	76,7	80	80
W	9	90	83,3	80	86,7	83,3	90	83,3	86,7
A	10	43,3	73,3	96,7	76,6	80	73,3	73,3	60
L	11	66,7	36,7	73,3	66,7	83,3	83,3	76,7	83,3
K	12	100	100	100	100	100	100	100	100
I	13	20	30	53,3	13,3	60	63,3	20	30
N	14	60	63,3	93,3	80	76,7	73,3	73,3	73,3
G	15	73,3	70	63,3	100	100	63,3	76,7	100
G	16	76,7	93,3	83,3	60	73,3	86,7	93,3	96,7
R	17	46,7	56,7	56,7	50	73,3	40	70	63,3
U	18	40	56,7	83,3	60	90	93,3	96,7	100
P	19	50	56,7	76,7	73,3	70	76,7	76,7	83,3
P	20	80	100	100	100	100	100	100	100
E	21	53,3	66,7	66,7	100	73,3	70	83,3	83,3
	22	16,7	40	40	40	50	56,7	56,7	50
	1	50	56,7	50	53,3	60	80	76,7	73,3
	2	80	63,3	73,3	66,7	60	53,3	50	53,3
K	3	80	80	60	60	60	63,3	50	70
O	4	100	60	50	50	50	53,3	63,3	63,3
N	5	50	53,3	63,3	60	53,3	50	43,3	40
T	6	63,3	66,7	66,7	76,7	76,7	70	66,7	60
R	7	50	43,3	33,3	40	43,3	33,3	40	40
O	8	53,3	73,3	63,3	100	76,7	63,3	70	53,3
L	9	56,7	56,7	60	63,3	70	36,7	43,3	40
L	10	50	53,3	66,7	60	53,3	53,3	50	43,3
E	11	50	43,3	23,3	30	33,3	30	33,3	23,3
	12	86,7	90	86,7	73,3	73,3	66,7	73,3	66,7
	13	33,3	23,3	46,7	33,3	30	23,3	23,3	23,3
	14	43,3	46,7	63,3	60	66,7	63,3	56,7	56,7

Depressivität (CES-D)									
Gruppe / Proband	T1/FI	T2	T3	T4/FI	T5	T6	T7	T8/FI	
	1	30	30	41,25	25	32,5	27,5	31,25	33,75
	2	28,1	21,3	20,6	23,8	15	25	30,6	25,6
	3	31,9	18,8	22,5	23,1	23,1	23,8	26,3	28,8
	4	21,2	26,9	46,3	45	39,4	34,4	24,4	45
	5	33,1	27,5	31,9	27,5	26,9	27,5	26,3	21,3
F	6	20	22,5	22,5	26,9	20,6	24,4	27,5	21,3
A	7	25	15,6	23,8	21,3	15	31,9	24,4	29,4
H	8	15,6	12,5	15	20,6	20	19,4	16,9	19,4
R	9	30,6	21,3	26,9	29,4	31,9	25,6	26,9	29,4
R	10	31,3	21,3	25	22,5	23,1	26,3	27,5	25
A	11	13,8	29,4	15	23,8	23,8	23,8	25	23,8
D	12	23,8	18,1	21,9	26,9	21,2	23,8	24,4	25,6
G	13	26,9	29,4	32,5	32,5	28,1	23,8	27,5	28,1
R	14	18,1	16,9	20	15,6	16,3	13,8	13,8	15
U	15	19,4	15,6	16,9	16,9	16,9	20	19,4	16,9
P	16	19,4	18,8	18,1	18,1	16,9	16,9	22,5	22,5
P	17	27,5	20	28,8	28,1	27,5	26,9	26,3	27,5
E	18	21,3	19,4	15,6	19,4	16,9	15,6	16,9	19,4
	19	22,5	17,5	23,8	23,8	23,8	25	27,5	25
	20	15,6	13,8	16,9	20	15	23,8	23,8	22,5
	21	24,4	22,5	24,4	22,5	21,3	25	21,9	22,5
	22	15,6	13,8	16,9	13,8	15	18,1	18,1	18,1
	23	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
	24	23,8	24,4	20,6	23,8	23,1	25	20,6	19,4
	1	24,4	21,9	25	28,8	20	18,1	16,3	24,4
	2	30,6	21,9	15	28,8	19,4	22,5	17,5	28,8
N	3	13,1	13,8	14,4	32,5	16,9	15,6	16,9	15
O	4	16,9	19,4	20	25,6	18,1	16,9	15,6	12,5
R	5	23,1	18,8	20	21,9	13,1	19,4	16,9	16,9
D	6	23,1	15	15,6	18,8	15	14,4	13,8	18,1
I	7	15,6	15,6	13,8	16,9	13,8	13,8	13,8	13,8
C	8	16,9	15	16,9	15,6	20,6	18,1	15,6	16,9
W	9	24,4	16,9	19,4	13,8	13,8	15,6	16,3	15
A	10	25	18,1	14,4	16,9	18,8	17,5	17,5	18,1
L	11	21,3	30,6	27,5	27,5	29,4	29,4	25,6	27,5
K	12	16,3	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
I	13	27,5	29,4	34,4	35,6	26,9	31,9	25,6	23,1
N	14	23,1	21,9	15,6	16,9	16,3	15,6	16,3	18,1
G	15	18,8	20,6	18,1	16,3	18,1	17,5	18,1	14,4
G	16	24,4	16,3	17,5	26,3	15	16,9	21,9	15
R	17	19,4	23,8	26,3	26,9	19,4	32,5	15,6	18,1
U	18	26,9	20	20,6	27,5	14,4	17,5	15	15
P	19	30	26,3	20,6	29,4	25	33,8	17,5	26,9
P	20	18,8	23,1	13,1	15	13,8	13,8	13,8	12,5
E	21	24,4	25,6	23,1	24,4	22,5	18,1	13,8	13,8
	22	41,3	41,3	35,6	29,4	24,4	21,9	23,1	15,6
	1	27,5	30,6	31,3	25,6	24,4	22,5	25,6	23,1
	2	16,9	26,9	22,5	25,6	24,4	22,5	25,6	22,5
K	3	13,8	15	22,5	22,5	19,4	17,5	15,6	17,5
O	4	26,9	23,8	13,8	13,8	25	26,3	27,5	27,5
N	5	23,8	25	18,1	19,4	21,3	22,5	24,4	27,5
T	6	19,4	16,3	19,4	21,9	17,5	23,1	24,4	22,5
R	7	24,4	25	25,6	24,4	23,1	24,4	25	25
O	8	20	25,6	21,3	20	21,3	24,4	18,1	18,1
L	9	23,1	33,1	21,9	24,4	22,5	25	25	25
L	10	26,9	16,3	18,1	20	21,9	24,4	25	27,5
E	11	18,1	16,3	29,4	25	27,5	25	19,4	29,4
	12	16,9	18,1	19,4	23,1	22,5	25	22,5	22,5
	13	25,3	29,4	28,1	29,4	33,1	33,1	29,1	34,4
	14	22,5	22,5	18,8	22,5	19,4	21,3	21,9	22,5

Proband		SGRQ		
Gruppe	Nummer	T1	T2	T3
	1	1,3	9,3	8
	2	79,8	55,9	73,2
	3	71,8	41,2	41,2
	4	41,2	83,8	85,1
	5	58,5	45,2	45,2
F	6	51,9	71,8	59,9
A	7	54,5	71,8	83,8
H	8	38,6	35,9	35,9
R	9	34,6	34,6	34,6
R	10	66,5	41,2	45,2
A	11	49,2	45,2	49,2
D	12	49,2	34,6	27,9
G	13	31,9	53,2	42,6
R	14	18,6	16	20
U	15	42,6	31,9	41,2
P	16	24,6	37,2	46,6
P	17	75,8	81,1	89,1
E	18	61,2	41,2	57,2
	19	22,6	23,9	25,3
	20	20	38,6	34,6
	21	30,6	43,9	35,9
	22	35,9	46,6	47,9
	23	25,3	12	16
	24	66,5	49,2	43,9
	1	49,2	46,6	47,9
	2	50,5	57,2	51,9
N	3	37,2	42,6	43,9
O	4	26,6	42,6	39,9
R	5	50,5	46,6	34,6
D	6	46,6	12	22,6
I	7	57,2	45,2	42,6
C	8	27,9	29,3	21,3
W	9	37,2	26,6	29,3
A	10	33,3	54,5	42,6
L	11	9,3	8	9,3
K	12	16	5,3	4
I	13	69,2	82,5	89,1
N	14	23,9	14,6	13,3
G	15	45,2	38,6	33,3
G	16	23,9	18,6	16
R	17	71,8	73,2	67,8
U	18	27,9	35,9	34,6
P	19	46,6	43,9	35,9
P	20	5,3	1,3	0
E	21	61,2	54,5	54,5
	22	54,5	53,2	49,2
	1	43,9	47,9	51,9
	2	30,6	25,3	27,9
K	3	4	0	4
O	4	4	0	1,3
N	5	30,6	30,6	30,6
T	6	34,6	14,6	22,6
R	7	53,2	50,5	51,9
O	8	26,6	13,3	29,3
L	9	38,6	37,2	37,2
L	10	51,9	53,2	49,2
E	11	65,2	66,5	49,2
	12	25,3	33,3	31,9
	13	51,9	57,2	63,8
	14	50,5	42,6	39,9

Sportaktivität									
Gruppe / Proband	T1/FI	T2	T3	T4/FI	T5	T6	T7	T8/FI	
	1	0		0	2	0	0	0	0
	2	0		4,5	3	3	0	0	0
	3	0		0	0	0	0	0	0
	4	0		0	0	0	0	0	0
	5	0		0	2,5	0	2	0	3
F	6	0		2	0	3	3,5	3,5	2
A	7	0		0	0	0	0	0	0
H	8	0		0	2	2	1,5	2	2
R	9	0		0	0	0	0	0	0
R	10	0		0	0	0	0	0	0
A	11	0		1	0	1	1	0	1
D	12	0		1	1	1,5	0	0	0
G	13	0		1	3	1,75	0	2	1,5
R	14	0		1,5	1,5	0	0	0	0
U	15	0		0	0	0	0	0	0
P	16	0		0	0	0	0	0	0
P	17	0		1,33	3	0	0	0	2
E	18	0		0	4	1,5	1,5	1	1
	19	0		1	1	1	0	0	0
	20	0		4,5	5	0	0	0	0
	21	0		0	3	2,5	3	2	2
	22	0		2	0	0	0	0	0
	23	0		0	0	0	0	0	0
	24	0		5	4	2	2	2	1,5
	1	0		3	2	2	0	2	0
	2	0		6	5	4	3	8	5
N	3	0		3	3	4	4	1,5	1,5
O	4	0		4	4	3,5	4	3,5	4
R	5	0		2	3	3	4	3	2,5
D	6	0		1,5	3	2	1,5	1	0
I	7	0		0,33	0	0,5	0	0	0
C	8	0		4,5	4	3	3	3,5	2,5
W	9	0		9	1	1,5	1	0	2
A	10	0		6	5	4,5	0	0	3
L	11	0		0	2	2,5	2	1,5	1,5
K	12	1,5		5	2	2	4	3	4
I	13	0		0,25	0	0	0	0	0
N	14	0		4	4	4	5	4	4
G	15	0		4	3	1,5	2	3	4
G	16	0		1	1	0,5	1,5	1,5	1,5
R	17	0		3	4	3	3	2	1
U	18	0		6	6	5	8	8,5	7
P	19	0		2,5	2	1,5	0,75	5	5
P	20	0		3	4	3	3	4	4
E	21	0		3	3	2,5	1,5	1	1,5
	22	0		1,5	1,5	2	2	2	2
	1	0		0	1,5	1,5	2	1	1,5
	2	0		1,5	1	0	1,5	1,5	1
K	3	0		0	0	0	0	0	0
O	4	0		0	0	0	0	0	0
N	5	0		0	0	0	0	0	0
T	6	0		0	0	0	0	0	0
R	7	0		0	0	0	0	0	0
O	8	0		0	0	0	0	0	0
L	9	3		4	4	2,5	3	2	0
L	10	0		0	0	0	0	0	0
E	11	0		0	0	0	0	0	0
	12	0		0	0	0	0	0	0
	13	0		0	0	0	0	0	0
	14	0		3	4	2,5	6	2,5	2,5

Spaß an der Sportart		
Gruppe / Proband		Punktezahl
	1	3
	2	4
	3	3
	4	3
	5	4
F	6	4
A	7	3
H	8	4
R	9	4
R	10	3
A	11	4
D	12	4
G	13	3
R	14	4
U	15	4
P	16	3
P	17	3
E	18	5
	19	1
	20	5
	21	3
	22	3
	23	3
	24	4
	1	5
	2	6
N	3	6
O	4	4
R	5	5
D	6	6
I	7	5
C	8	5
W	9	5
A	10	6
L	11	4
K	12	5
I	13	3
N	14	3
G	15	4
G	16	4
R	17	3
U	18	6
P	19	5
P	20	6
E	21	4
	22	3

Anhang C

Einverständniserklärung und Informationsblatt

Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie

„Erfolg und Akzeptanz eines Ausdauertrainings mittels Nordic Walking bei COPD in der stationären Rehabilitation und der ambulanten Nachsorge“

Name, Vorname :

Geburtsdatum :

Hiermit erkläre ich, daß ich über den Inhalt und den Zweck dieser Studie informiert worden bin. Dazu wurde mir das Informationsblatt „Informationsblatt zur Teilnahme an der Studie“ ausgehändigt.

Mir wurde versichert, daß

- die Studie nicht durch Kostenträger (z.B. BfA, LVA, Krankenkassen etc.) veranlaßt wurde
- meine Angaben – ohne Einschränkung – absolut vertraulich behandelt werden
- personenbezogene Angaben in keinem Fall an Dritte weitergegeben werden
- die in der Studie erhobenen personenbezogenen Daten nach Abschluß der Untersuchung gelöscht werden

Ich bin darüber informiert, daß

- die Teilnahme an der Studie freiwillig ist
- ich die Teilnahme jederzeit und ohne Angabe von Gründen abbrechen kann
- mir durch einen solchen Abbruch keine Nachteile entstehen
- ich nach einem anonymen Zufallsverfahren einer von zwei zu vergleichenden Gruppen zugeordnet werde

Unter den im Informationsblatt genannten Voraussetzungen erkläre ich widerruflich meine Einwilligung für die Teilnahme an obengenannter Studie.

Ort :

Unterschrift :

Informationsblatt zur Teilnahme an der Studie

„Erfolg und Akzeptanz eines Ausdauertrainings mittels Nordic Walking bei COPD in der stationären Rehabilitation und der ambulanten Nachsorge“

Liebe Patientin, lieber Patient,

Ein allgemeines Ausdauertraining hat sich bei der Behandlung von COPD bewährt. Aus diesem Grunde wird ein solches auch während Ihrer stationären Rehabilitation bei uns durchgeführt. Wir wollen in dieser Studie zwei verschiedene Trainingsformen miteinander vergleichen und untersuchen, ob sich bezüglich Ihrer gesundheitlichen Problematik Unterschiede in der Verbesserung von Leistungsfähigkeit und Befinden nachweisen lassen. Hierzu werden zwei nach anonymem Zufallsprinzip zusammengesetzte Gruppen miteinander verglichen, von denen eine Nordic Walking, die andere Training am Fahrradergometer betreibt.

Wie läuft eine solche Studienteilnahme für Sie ab?

Nach Unterzeichnung der Einverständniserklärung zur Teilnahme an dieser Studie durchlaufen beide Gruppen die übliche stationäre Rehabilitation. Zusätzlich dazu erhält die eine Gruppe ein Training am Fahrradergometer, während die zweite Gruppe ebenso oft und lange, nur eben Nordic Walking betreibt.

Als Studienteilnehmer genießen Sie eine besondere Betreuung. So werden bei Ihnen statt nur einer, drei Lungenfunktionsuntersuchungen durchgeführt. Eine zu Beginn Ihres stationären Aufenthaltes, eine am Ende und eine letzte ein Jahr nach Ihrer Entlassung. Besonders diese letzte Untersuchung, die noch einmal in unserer Klinik durchgeführt wird, gibt Ihnen die Möglichkeit, den langfristigen Erfolg Ihrer Rehabilitation zu überprüfen.

Außerdem werden Sie auch noch nach Ihrer Entlassung in regelmäßigen Abständen mittels Fragebogen telefonisch zu Ihrem Befinden befragt.

Mit Ihrer Teilnahme an dieser Studie tun Sie uns einen großen Gefallen und leisten außerdem einen Beitrag zur Optimierung und Weiterentwicklung der stationären Rehabilitation.

Und ganz wichtig:

Es bleibt alles unter uns! Die Informationen, die wir von Ihnen erhalten werden ohne Namen verarbeitet. Alles, was Rückschlüsse auf Ihre Person zulässt, wird nicht aufgenommen. Niemand – weder die Ärzte der Fachklinik Aukrug, noch der Hausarzt, noch LVA / BfA / Krankenkassen etc. – wird von den Antworten in Ihren Fragebögen erfahren. Die Daten werden absolut anonym verarbeitet. Die datenschutzrechtlichen Voraussetzungen dieser Studie sind erfüllt.

.....
(Chefarzt Dr. med. H.-J. Lepthin)

.....
(Sportwissenschaftlerin M.A. Maike Marckwordt)

Danksagung

Mein Dank gilt meinen Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Hans Rieckert für seine fachlich hochkompetente und menschlich großartige Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Ganz besonders danke ich auch Herrn Dr. med. Hans-Joachim Lepthin, Chefarzt der Fachklinik Aukrug, in der ich die Probanden rekrutierte, die Trainingseinheiten absolvierte und die Spiroergometrien durchführte. Er war mir immer – fachlich wie menschlich – ein kompetenter und geduldiger Ansprechpartner, dessen unermüdliche Unterstützung mir die Erstellung dieser Arbeit erst ermöglichte.

Mein Dank gilt auch der Firma Exel und meiner Ansprechpartnerin Frau Daniela Straßer, die mir erfrischend unbürokratisch und kostenlos 25 Paar hochwertige Nordic-Walking-Stöcke zur Verfügung stellten. Nur so war es möglich, eine so große Anzahl an Patienten trainieren zu lassen und Interessierten die Stöcke für ein Jahr leihweise mit nach Hause zu geben.

Außerdem danke ich Frau Yvonne Weber für die Hilfe bei der statistischen Auswertung dieser Arbeit.

Einen besonderen Dank möchte ich auch den medizinisch-technischen Assistentinnen Andrea Bünz-Ohrt und Rita Kröger aus der Lungenfunktion der Fachklinik Aukrug aussprechen. Sie waren mir besonders in der Anfangszeit eine große Stütze und ich habe viel von ihnen gelernt. Ohne die freiwilligen Wochenendschichten von Rita Kröger wäre die Nachuntersuchung der Probanden kaum möglich gewesen.

Nicht zuletzt gebührt der Dank aber auch den 76 Probanden, die mir durch ihren Einsatz diese Untersuchung erst ermöglichten.

Lebenslauf

Name: Maike Marckwordt

Geburtstag: 13. August 1975

Geburtsort: Bonn – Bad Godesberg

Staatsangehörigkeit: deutsch

Eltern: Irmtraud Maria Marckwordt, Sekretärin
Dr. Max Udo Marckwordt, Diplom-Landwirt

Familienstand: verheiratet

Schulbildung: 1981 – 1985:
Grundschule am Stenzelberg, Heisterbacherrott
1985 – 1994:
Gymnasium am Ölberg, Oberpleis
Abschluss: Abitur im Juni 1994

Auslandsaufenthalt: 1994 – 1996:
Malahide, County Dublin, Irland

Studium: 1996 – 2003:
Studium der Sportwissenschaften (Hauptfach),
Psychologie (Nebenfach) und des Öffentlichen Rechts
(Nebenfach) an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Magisterprüfung: Juli 2003

Promotion: 2003 – 2006:
Bei Prof. Dr. med Hans Rieckert in der Abteilung
Sportmedizin des Instituts für Sport und

Sportwissenschaften der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

Berufstätigkeit:

02 / 2004 – 01 / 2006:

Fachklinik Aukrug

Seit 02 / 2006:

Volontärin bei den Kieler Nachrichten