



MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Entwicklung der aeroben Kapazität bei kardialen PatientInnen im Rahmen der ambulanten Phase II und Phase III Rehabilitation in Krems“

Eine retrospektive Studie

verfasst von / submitted by

Tobias Schermer Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2018 / Vienna 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Sportwissenschaft

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Rochus Pokan

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Prim. Assoc. Prof. Dr. Andrea Podolsky
Institute of Preventive and Applied Sports Medicine
University Hospital Krems
Karl Landsteiner University of Health Sciences

Lebenslauf

Name: Tobias Schermer
Geburtsdatum: 03.01.1989
E-Mail: tobe_schermer@hotmail.com

Schul- und Berufsbildung

1995–1999 Volksschulabschluss
Volksschule Kufstein/Zell, Kufstein (Österreich)

1999–2007
Waldorfschule Innsbruck, Innsbruck (Österreich)

2007–2009 Matura
Bundesrealgymnasium für Berufstätige, Innsbruck (Österreich)

2009–2010 Zivildienst
Rotes Kreuz, Kufstein (Österreich)

2010–2014 Abschluss des Bakkalaureatsstudiums Sportwissenschaft
Universität Wien, Institut für Sportwissenschaft, Wien (Österreich)

2014–Heute Masterstudium Sportwissenschaft/Trainingstherapie
Universität Wien/Institut für Sportwissenschaft, Wien (Österreich)

Aus- und Fortbildungen

2011–2012 Ausbildung klassische Massage
Universitätsportinstitut, Wien (Österreich)

2016–2017 Instruktorausbildung Baseball
BSPA Wien, (Österreich)

Berufserfahrung

2014–2017 Mitarbeiter der Studierendenvertretung Sport
STUV Sport, Wien (Österreich)

2015–Heute Trainertätigkeit USI Wien
Universitätsportinstitut Wien, Wien (Österreich)

2015 Projektmitarbeiter
Universität Wien, Institut für Sportwissenschaft, Abt. Biomechanik/Bewegungswissenschaft und Sportinformatik, Wien (Österreich)

2016–2018 Trainingstherapie
Universitätsklinikum Krems, Krems (Österreich)

2016–2017 Trainer der Austrian Baseball Academy (ABA)
Austrian Baseball Federation (ABF), Wien, (Österreich)

Publikationen

Preuschl E., Tampier M., Schermer T., Baca A. (2016) Introduction of the relative activity index: Towards a fair method to score school children's activity using smartphones. In: Chung P., Soltoggio A., Dawson C., Meng Q., Pain M. (eds) Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS). Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 392. Springer, Cham

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe.

Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht (z. B. für andere Lehrveranstaltungen) noch von anderen Personen (z. B. Arbeiten von anderen Personen aus dem Internet) vorgelegt.



Tobias Schermer

Wien, am 27.06.2018

Abstract (Deutsch)

Hintergrund Primäres Ziel dieser Arbeit war die Analyse der aeroben Leistungsfähigkeit von HerzpatientInnen (VO_{2max} , Watt max, Watt an VT1, Watt an VT2) während der ambulanten Phase II und/oder Phase III Rehabilitation. Die PatientInnen absolvierten die kardiale Rehabilitation im *Institut für Präventive und Angewandte Sportmedizin* (IPAS) in Universitätsklinikum Krems. Das Programm inkludierte Ausdauer- und Krafttraining und wurde auf Basis der österreichischen Guidelines durchgeführt, die von der Arbeitsgemeinschaft für ambulante kardiologische Prävention und Rehabilitation (AGAKAR) veröffentlicht und von der österreichischen kardiologischen Gesellschaft (ÖKG) bestätigt wurde. Bezüglich der Entwicklung der aeroben Kapazität werden in den Guidelines Steigerungen der VO_{2max} um $\geq 20\%$ und/oder $\geq 100\%$ Leistungsfähigkeit des tabellarischen Sollwerts gefordert. Daher war das sekundäre Ziel der Arbeit die Evaluation der Zielerreichung.

Methodik Alle PatientInnen, die zwischen 1. Januar 2014 und 12. Januar 2017 eine Phase II (4-6 Wochen) und/oder eine Phase III (6-12 Monate) Rehabilitation abgeschlossen hatten und in der Datenbank verfügbar waren wurden retrospektiv-quantitativ ausgewertet.

Ergebnisse Daten von 132 PatientInnen (Phase II), 67 PatientInnen (Phase III) und 33 PatientInnen (Phase II + III) wurden ausgewertet. In Phase II verbesserten die PatientInnen ihre maximale Wattleistung von $149,5 \pm 55,4$ Watt auf $171 \pm 59,1$ Watt. Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) stieg von $1,8 \pm 0,6$ L/min auf $2,0 \pm 0,7$ L/min an. Watt an VT1 verbesserte sich von 60 Watt (Median) auf 72 Watt (Median). Watt an VT2 stieg von 120 Watt (Median) auf 135 Watt (Median) an. Diese Veränderungen waren hochsignifikant ($p = <0.001$). In Phase III stieg die maximale Wattleistung von $172,1 \pm 61,3$ Watt auf $189,3 \pm 66$ Watt an. Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) verbesserte sich von $2 \pm 0,7$ L/min auf $2,1 \pm 0,7$ L/min. Watt an VT1 stieg von 60 Watt (Median) auf 80 Watt (Median) an. Watt an VT2 verbesserte sich von $135,9 \pm 46,2$ Watt auf $148,5 \pm 53,8$ Watt. Diese Veränderungen waren hochsignifikant ($p = <0.001$). Die Verbesserung der VO_{2max} war signifikant ($p = <0.05$). PatientInnen, die beide Phasen der Rehabilitation absolvierten (Phase II + III) verbesserten die maximale Wattleistung von $156,8 \pm 52,6$ Watt auf $188,3 \pm 59,8$ Watt. Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) stieg von $1,9 \pm 0,6$ L/min auf $2,2 \pm 0,7$ L/min an. Watt an VT1 verbesserte sich von 60 Watt (Median) auf 75 Watt (Median). Watt an VT2 stieg von $124,7 \pm 45,4$ Watt auf $148,6 \pm 51,5$ Watt. Alle Veränderungen waren hochsignifikant ($p = <0.001$). Obwohl keine der drei Gruppen eine Steigerung der VO_{2max} um $\geq 20\%$ erzielen konnten, wurde die Leistungsfähigkeit des tabellarischen Sollwerts vom Großteil der Phase II (60,6%), Phase III (70,1%) und Phase II+III (81,8%) PatientInnen erreicht.

Diskussion Die Resultate demonstrieren die Effektivität der trainingsbasierten kardialen Rehabilitation des IPAS Krems. Der Haupteffekt zur Entwicklung der aeroben Kapazität konnte in Phase II festgestellt werden. Während der Phase III konnten die vorteilhaften Veränderungen stabilisiert und, wie in vielen Fällen, zusätzlich verbessert werden. Zusätzlich bietet die Analyse erstmalig in Österreich Einblicke in die Leistungsfähigkeit an VT1 und VT2 bei HerzpatientInnen.

Abstract (English)

Background The main goal of this single center study was to assess the development of aerobic capacity ($\text{VO}_{2\text{max}}$, physical work capacity, watts at VT1, watts at VT2) during short-term (phase II) and long-term (phase III) out-patient cardiac rehabilitation. The patients were part of a cardiac rehabilitation program performed in the *Institute of Preventive and Applied Sports Medicine* (IPAS) in Krems, Austria. The comprehensive program, including endurance and strength training, is based on the Austrian guidelines that has been published by the Working Group on Out-Patient Cardiac Rehabilitation (AGAKAR), which were also endorsed by the Austrian Society of Cardiology (ÖKG). Regarding the development of aerobic capacity, the guidelines suggest a raise in $\text{VO}_{2\text{max}}$ by $\geq 20\%$ and/or age-adjusted target values of healthy subjects. Therefore, the secondary goal was to evaluate if the patients could reach the suggested improvements.

Methods All patients who entered the database and completed phase II (4-6 weeks) and/or phase III rehabilitation (6-12 months) between January 1st, 2014 and January 12th, 2017 were included into the retrospective-quantitative analysis.

Results Exercise data of 132 patients (phase II), 67 patients (phase III) and 33 patients (phase II + III) were analysed. During phase II, patients improved their physical work capacity from $149,5 \pm 55,4$ watts to $171 \pm 59,1$ watts. Maximum oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$) increased from $1,8 \pm 0,6$ L/min to $2,0 \pm 0,7$ L/min. Watts at VT1 raised from 60 watts (median) to 72 watts (median). Watts at VT2 increased from 120 watts (median) to 135 watts (median). All changes were highly significant ($p = <0.001$). In phase III, physical work capacity improved from $172,1 \pm 61,3$ watts to $189,3 \pm 66$ watts. Maximum oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$) increased from $2 \pm 0,7$ L/min to $2,1 \pm 0,7$ L/min. Watts at VT1 raised from 60 watts (median) to 80 watts (median). Watts at VT2 increased from $135,9 \pm 46,2$ watts to $148,5 \pm 53,8$ watts. All changes were highly significant ($p = <0.001$). Changes in $\text{VO}_{2\text{max}}$ were significant ($p = <0.05$). Patients who completed both phases of rehabilitation (phase II + III) improved their physical work capacity from $156,8 \pm 52,6$ watts to $188,3 \pm 59,8$ watts. Maximum oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$) increased from $1,9 \pm 0,6$ L/min to $2,2 \pm 0,7$ L/min. Watts at VT1 raised from 60 watts (median) to 75 watts (median). Watts at VT2 increased from $124,7 \pm 45,4$ watts to $148,6 \pm 51,5$ watts. All changes were highly significant ($p = <0.001$). Although none of the three groups could reach the suggested increase of $\text{VO}_{2\text{max}}$, age adjusted target values of healthy subjects were reached by the vast majority of patients during out-patient phase II (60,6%), phase III (70,1%) and phase II+III (81,8%).

Conclusions The results demonstrate the effectiveness of exercise-based cardiac rehabilitation performed at IPAS Krems. The main effect regarding the development of aerobic capacity can be found in phase II. In phase III, the beneficial changes were stabilised and, in many cases, further improved. For the first time in Austria, this study also provides deeper insights into physical work capacity at the ventilatory thresholds on cardiac patients.

Lebenslauf.....	2
Eidesstattliche Erklärung	3
1. Einleitung	9
2. Epidemiologie von Herz-Kreislauf Erkrankungen in Österreich.....	12
3. Ausdauertraining bei Herz-Kreislauf Erkrankungen	12
3.1. Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit	13
3.1.1. Belastungskomponenten	14
3.1.2. Trainingsmethoden	15
3.2. Messung der aeroben Leistungsfähigkeit.....	15
3.2.1. Messwerte	16
3.2.1.1. Watt max	16
3.2.1.2. VO ₂ max.....	16
3.2.1.3. VT1.....	17
3.2.1.4. VT2.....	18
4. Kardiale Rehabilitation in Österreich	18
4.1. Guidelines Österreich	18
4.1.1. Ziele der kardiologischen Rehabilitation.....	18
4.1.2. Inhalte und zeitlicher Ablauf der Trainingstherapie	20
5. Problemstellung der Arbeit.....	21
5.1. Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit.....	21
5.2. Zuwachs der VO ₂ max um $\geq 20\%$, Leistungsfähigkeit bei 100-120 % des TBS.....	21
5.3. Einfluss des Trainingsumfanges auf die Leistungsparameter	22
5.4. Steigerung der Leistung in den drei Energiebereitstellungsphasen	22
5.5. Hypothesen.....	23
6. Methodik.....	24
6.1. PatientInnenrekrutierung	24
6.2. Beschreibung des PatientInnenkollektivs	24
6.3. Bildung der Gruppen.....	26
6.4. Messzeitpunkte.....	29
6.5. Messmethodik.....	30
6.6. Statistik	30
7. Ergebnisse	32
7.1. Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit.....	32

7.1.1.	Phase II (n = 132).....	32
7.1.2.	Vergleich des Phase II Settings – ambulant oder stationär (n = 57)	39
7.1.3.	Phase III (n = 67).....	41
7.1.4.	Alle Phasen (Phase II + Phase III, n = 30).....	45
7.2.	Veränderung der Leistung in den Energiebereitstellungsphasen.....	52
7.2.1.	Phase II	52
7.2.2.	Phase III.....	54
7.2.3.	Alle Phasen (Phase II + Phase III).....	55
7.3.	Prüfung der primären Hypothese.....	57
7.4.	Prüfung der sekundären Hypothese (1).....	58
7.5.	Prüfung der sekundären Hypothese (2).....	59
8.	Diskussion.....	61
8.1.	Take Home Message der Ergebnisse.....	61
8.1.1.	Verbesserungen der aeroben Leistungsfähigkeit.....	61
8.1.2.	Erreichung der Rehabilitationsziele	62
8.1.3.	Fehlende VO ₂ max - Steigerung in der Phase III.....	62
8.1.4.	Steigerung der Leistung in den drei Energiebereitstellungsphasen.....	62
8.2.	Vergleich mit anderen Studien	63
8.2.1.	Verbesserung der VO ₂ max.....	63
8.2.2.	Verbesserung der maximalen Wattleistung	64
8.3.	Stärken und Limitationen der Arbeit	65
8.4.	Ausblick	66
9.	Verzeichnisse	67
9.1.	Literaturverzeichnis.....	67
9.1.1.	Elektronische Quellen.....	73
9.1.2.	Weiterführende Literatur	73
9.2.	Tabellenverzeichnis.....	75
9.3.	Abbildungsverzeichnis.....	76

Abkürzungsverzeichnis

ACE	Angiotensin Converting Enzyme
ACS	Akutes Koronarsyndrom
ACSM	American College of Sports Medicine
AHA	American Heart Association
AIT	Aerobes Intervall Training
AGAKAR	Arbeitsgemeinschaft für ambulante kardiologische Prävention und Rehabilitation
CABG	Coronary Artery Bypass Graft
ESC	European Society of Cardiology
EWM	Ein-Wiederholungs-Maximum
HDL	High Density Lipoprotein
HF _{max}	Maximale Herzfrequenz
HF _{pEF}	Herzinsuffizienz mit erhaltener Auswurfraction
HF _{rEF}	Herzinsuffizienz mit reduzierter Auswurfraction
HI	Herzinsuffizienz
HTA	Health Technology Assessment
HRTp	Heart Rate Turn Point
ICD	Implantierbarer Kardioverter-Defibrillator
ICF	International Classification of Functioning
KHK	Koronare Herzkrankheit
LDL	Low Density Lipoprotein
LTP	Lactate Turn Point
LVEF	Linksventrikuläre Auswurfraction
NNT	Number Needed To Treat
NO	Stickstoffmonoxid
NSTEMI	nicht-ST-Elevations-Infarkt
NYHA	New York Heart Association
ÖKG	Österreichische Kardiologische Gesellschaft
PAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PCI	Perkutane koronare Intervention
gLQ	Gesundheitsbezogene Lebensqualität
RAA	Renin Angiotensin Aldosteron System
RCT	Randomisierte, kontrollierte Studie
RCP	Respiratory Compensation Point
RER	Respiratory Exchange Ratio
ROM	Range Of Motion
RPE	Rate of Percieved Exertion
STEMI	ST-Elevations-Infarkt
TBS	Tabellarischer Sollwert
VCO ₂	Kohlendioxidabgabe
VO _{2max}	Maximale Sauerstoffaufnahme
VT	Ventilatory Threshold
Watt max	Maximal erreichte Leistung (Watt)

1. Einleitung

„Die kardiologische Rehabilitation und Prävention ist die koordinierte Summe der Maßnahmen, die benötigt werden, um die bestmöglichen physischen, psychischen und sozialen Bedingungen zu schaffen, damit Patienten mit chronischer oder auf ein akutes Ereignis folgender kardiovaskulärer Erkrankung aus eigener Kraft ihren gewohnten Platz in der Gesellschaft bewahren oder wiedereinnahmen und durch verbesserte Lebensgewohnheiten das Fortschreiten der Erkrankung begrenzen oder umkehren können“ (WHO, 1993, Zit. n. Benzer, 2008, S. 298).

Mit diesem Wortlaut wird die kardiologische Rehabilitation von der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft definiert. In dieser Definition findet man einige Begriffe, die näher erläutert werden müssen. Die Summe der Maßnahmen bezieht sich auf alle Tätigkeiten eines multidisziplinären Teams, die zum Erfolg der Rehabilitation beitragen. Dazu gehören Ärzte, PsychologInnen, SozialarbeiterInnen, PhysiotherapeutInnen, DiätologInnen, SportwissenschaftlerInnen und weitere nicht ärztliche Fachkräfte. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der unterschiedlichen Gruppen und die Bedeutsamkeit der Arbeit aller einzelnen Gruppen stellen einen der wichtigsten Faktoren dar, die entscheidenden Einfluss auf das Rehabilitationsergebnis haben können. Dazu gehören das koordinierte Setzen unterschiedlicher Maßnahmen wie medikamentöse Einstellung, Trainingstherapie, Physiotherapie, psychokardiologische Gesprächsgruppen, theoretische Schulungen zu diversen kardiologischen Themen, Entspannungstraining, Raucherentwöhnung und Ernährungsschulung. Dieser ganzheitliche Ansatz basiert dementsprechend auf einem biopsychosozialen Gesundheitsmodell, das die Einflüsse verschiedenster biologischer, psychologischer und sozialer Determinanten auf die Gesundheit von Menschen aufzeigt.

Ein weiterer wichtiger Punkt der Definition ist die (Re-)Integration der PatientInnen in die Gesellschaft. PatientInnen mit kardiologischen Erkrankungen sind häufig mit der Problematik konfrontiert, ihren Beruf nicht mehr ausüben zu können. Je stärker die Einschränkungen sind, desto schwieriger können zusätzlich alltägliche Aktivitäten alleine gemeistert werden. PatientInnen sind in Folge dessen auf externe (Pflegekraft) oder interne (Familie, Angehörige) Unterstützung angewiesen. Dies kann eine große Belastung für die PatientInnen und die beteiligten Personen darstellen. Die Wiederherstellung der sozialen Bedingungen der Betroffenen ist sehr individuell zu meistern und hängt vor allem von dem Ausmaß der Diskrepanz zwischen dem Ist-Zustand und dem Zustand vor der Erkrankung ab. Je größer dieser Unterschied ist, desto schwieriger wird die Wiederherstellung der sozialen Bedingungen. Diese Herausforderung unterstreicht wiederum die Priorisierung der

Selbstständigkeit. Die Wiederherstellung derselben ist für PatientInnen oftmals das höchste Gut und erlaubt den Menschen, sozial aktiv zu bleiben.

Im letzten Teil der Definition werden die verbesserten Lebensgewohnheiten der Rehabilitierenden erwähnt. PatientInnen sehen sich mit der Mammutaufgabe konfrontiert, ihren bisherigen Lebensstil weitgehend zu ändern, um Risikofaktoren wie beispielsweise Übergewicht, Rauchverhalten und Bewegungsmangel positiv zu beeinflussen, um das Fortschreiten ihrer chronischen Erkrankung zu verhindern. PatientInnenenschulungen, Raucherentwöhnung, Trainingstherapie und andere Maßnahmen können dabei helfen, die empfohlenen Lebensstilmodifikationen in den Alltag zu transferieren. Das Prinzip Langfristigkeit ist in der kardialen Rehabilitation ohnehin von besonderer Bedeutung. Sobald die PatientInnen die Rehabilitation verlassen, sind sie oft auf sich allein gestellt und müssen die erhaltenen Inputs individuell für ihr weiteres Leben nutzen können. Da chronische Herzkrankheiten nur durch eine konsequente Fortführung der erhaltenen Maßnahmen erfolgreich behandelt werden können, ist die langfristige umfassende Nachsorge eine weitere große Herausforderung, die es zu meistern gilt. Man erkennt somit, dass die kardiale Rehabilitation ein komplexes Konstrukt von synergistischen Effekten und Mechanismen repräsentiert, die wie Zahnräder ineinandergreifen und unabhängig voneinander nicht zu den erwünschten Zielen führen würden.

Eine Steigerung der Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit in der kardialen Rehabilitation in Österreich können unter anderem durch die von SportwissenschaftlerInnen durchgeführte Trainingstherapie erzielt werden. Durch die Gesetzesänderung des Medizinischen Assistenz-Berufe Gesetzes MAB-G im September 2012 sind SportwissenschaftlerInnen in Österreich erstmalig dazu befähigt, als Trainingstherapeuten in Krankenhäusern, Ambulanzen und Rehabilitationszentren mit PatientInnen arbeiten zu können. Die Tätigkeiten umfassen lt. §27 (1) *„...die strukturelle Verbesserung der Bewegungsabläufe und der Organsysteme mit dem Ziel, die Koordination, Kraft, Ausdauer und das Gleichgewicht durch systematisches Training, aufbauend auf der Stabilisierung der Primärerkrankung und zur ergänzenden Behandlung von Sekundärerkrankungen, zu stärken. Übergeordnetes Ziel ist die Vermeidung des Wiedereintritts von Krankheiten sowie des Entstehens von Folgekrankheiten, Maladaptationen und Chronifizierungen.“* (MAB-G, 2014). Ein Fachbereich ist jener der inneren Erkrankungen (Trainingstherapie Ausbildungsverordnung, 2014). Obwohl seit langem SportwissenschaftlerInnen in der kardiologischen Rehabilitation beschäftigt sind, war die gesetzliche Verankerung und Legitimierung dennoch ein Meilenstein. Zuvor war die Arbeit mit PatientInnen für SportwissenschaftlerInnen ein gesetzlicher Graubereich. Somit

können nun SportwissenschaftlerInnen durch ihr fachliches Wissen zum Rehabilitationserfolg und einem langfristig aktiveren Lebensstil der PatientInnen beitragen. Durch die breite wissenschaftliche Ausbildung im Sportwissenschaftsstudium könnte dies in nächster Zukunft eine Chance für Rehabilitationseinrichtungen sein, den Rehabilitationsprozess durch SportwissenschaftlerInnen vermehrt evaluieren und quantitativ messbar machen zu können.

In dieser Arbeit soll die Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit von rehabilitierenden HerzpatientInnen retrospektiv evaluiert werden. Nach der thematischen Einleitung zur Epidemiologie von Herz-Kreislauf Erkrankungen in Österreich beschäftigt sich Kapitel 3 mit der Frage, warum und wie körperliches Training (insbesondere die Haupttrainingsart Ausdauertraining) bei kardiologischen PatientInnen wirkt. Zusätzlich wird beschrieben, wie man Ausdauerleistungsfähigkeit messen kann. Außerdem werden die Belastungskomponenten des Ausdauertrainings beschrieben, die den Schlüssel zur Trainingssteuerung darstellen. Kapitel 4 soll einen Einblick in die Organisation und den Ablauf der kardiologischen Rehabilitation in Österreich geben. In Kapitel 5 wird in kurzer Form die Problemstellung dargestellt. Die zwei wichtigsten Punkte sind hierbei die standardmäßig durchgeführte Leistungsdiagnostik mittels Spiroergometrie und die Einhaltung trainingswirksamer Prinzipien in der kardiologischen Rehabilitation in Österreich. Diese zwei Punkte sind die Basis für die folgenden Kapitel, die den praktischen Abschnitt der Arbeit repräsentieren. In Kapitel 6 wird die Methodik der quantitativen, retrospektiven Datenanalyse näher beschrieben. Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen und die Prüfung der Hypothesen werden in Kapitel 7 ausführlich dargestellt. In Kapitel 8 folgt die Diskussion und Interpretation der Ergebnisse und ein abschließender Ausblick.

2. Epidemiologie von Herz-Kreislauf Erkrankungen in Österreich

Durch die stetig steigende Lebenserwartung, bedingt durch die verbesserte medizinische Versorgung, sind Herz-Kreislauf Erkrankungen und Krebs die häufigsten Todesursachen in westlichen Industrieländern. In Österreich starben 2014 insgesamt 33.137 Menschen an den Folgen einer Herz-Kreislauf-Erkrankung, das sind über 42% aller Verstorbenen (Statistik Austria, 2015a). Die Gruppe der Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist sowohl bei Männern, als auch bei Frauen erst ab dem 75. Lebensjahr der häufigste Mortalitätsgrund (Statistik Austria 2015b). Betrachtet man die ischämische Herzkrankheit als isolierte Krankheit, stellt man fest, dass sie bei Männern ab dem 45. Lebensjahr und bei Frauen erst ab dem 70. Lebensjahr die dominante Todesursache darstellt. Die Sterblichkeit nach einem akuten kardialen Ereignis hat jedoch in den letzten Jahren deutlich abgenommen (Bundesministerium für Gesundheit, 2015). Als mögliche Ursachen werden die verbesserte Akutbehandlung, die Fortschritte in der Therapie und die Verringerung der Risikofaktorenexposition diskutiert (Samitz, Benzer & Zwahlen, 2009).

Bezüglich der Morbidität können keine eindeutigen Aussagen getroffen werden, da sich diese nur auf Basis der stationären Aufenthalte in österreichischen Krankenhäusern treffen lassen und die ambulante Morbidität nicht miteinbezogen werden kann. Man kann dennoch davon ausgehen, dass die Morbidität im Hinblick auf Herz-Kreislauf Erkrankungen in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird (Laimer, 2010).

Aus der steigenden Lebenserwartung und dem damit verbundenen erhöhten Risiko einer Herz-Kreislauf-Erkrankung könnte man ableiten, dass die kardiale Rehabilitation weiterhin ein zentraler Baustein in der medizinischen Grundversorgung sein kann und in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird.

3. Ausdauertraining bei Herz-Kreislauf Erkrankungen

Ausdauertraining führt durch strukturelle, metabolische und funktionelle Adaptationen zu einer gesteigerten aeroben Leistungsfähigkeit und reduziert laut epidemiologischen Studien die Sterblichkeitsrate (Blair et al., 1986; Kodama et al., 2009). Die positiven Wirkungen von Herz-Kreislauf Training sind dabei nicht nur auf gesunde Menschen beschränkt, sondern sind auch bei kardialen PatientInnen valide und gut erforscht. Daher wird in Kapitel 3 das Ausdauertraining bei Herz-Kreislauf-PatientInnen näher beleuchtet. Des Weiteren werden die Messinstrumente, beziehungsweise die relevanten Messwerte zur Feststellung der aeroben Leistungsfähigkeit mit speziellem Fokus auf die Spiroergometrie vorgestellt.

3.1. Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit

Die zwei am häufigsten untersuchten Herzkrankheiten bezüglich aerober Leistungssteigerung sind die koronare Herzkrankheit und die Herzinsuffizienz. Betrachtet man die positiven Effekte der trainingsbasierten kardialen Rehabilitation bei KHK-PatientInnen, kann ein großer Pool an Studien eine Verbesserung von Leistungsparametern berichten. Die Bedeutung der aeroben Fitness ist in der Literatur in hohem Maße anerkannt. So stellten zwei voneinander unabhängige Meta-Analysen fest, dass eine Steigerung der maximalen kardiorespiratorischen Fitness von 3,5 ml/min/kg O₂ zu einer Reduktion der Mortalitätsrate von 12 bis 13 Prozent bei gesunden Menschen (Kodama et al., 2009), und bei kardialen PatientInnen (Myers et al., 2002) führen kann. Dementsprechend ist der aerobe Fitnesszustand ein starker prognostischer Wert für die Gesamtsterblichkeit. Sowohl systematische Reviews und Meta-Analysen (Sandercock et al., 2013, Valkeinen et al., 2010), als auch einzelne rezente Studien (Moholdt et al., 2014, Aamot et al., 2016, Ribeiro et al., 2016). zeigen eine Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme durch Training. Weitere Arbeiten wiesen durch die Trainingsinterventionen eine erhöhte maximale Wattleistung nach (Bjarnason-Wehrens et al., 2003, Müller et al., 2009, Niebauer et al., 2014, Tschentscher et al., 2016).

In der Meta-Analyse von Sandercock et al. (2013) werden erstmals detaillierte Auswertungen von Veränderungen der kardiorespiratorischen Fitness durch Training bei einer großen Anzahl an HerzpatientInnen präsentiert. Es konnte bei 31 Studien (n=3827) eine durchschnittliche Steigerung der aeroben Fitness um 5,4 ml/min/kg erhoben werden. Im Gegensatz dazu konnten Valkeinen et al. (2010) in 18 Studien (n=922) lediglich eine Verbesserung von 2,6 ml/min/kg, feststellen. Beide Arbeiten wiesen in ihrer Diskussion kritisch darauf hin, dass die Trainingsinterventionen wie auch im Cochrane Review von Anderson et al. (2016) große Unterschiede im Studiendesign aufzeigten. Vor allem die Interventionsdauer variierte zwischen den Studien enorm. Somit bestätigt sich wiederum die Notwendigkeit für nationale und internationale Richtlinien, um Studien im kardiologischen Rehabilitationssetting besser vergleichen zu können.

Die trainingsbasierte Rehabilitation gehört auch bei HerzinsuffizienzpatientInnen zu den Eckpfeilern der nicht-pharmakologischen Therapie (Neuhold & Hülsmann, 2008). Die Evidenzlage ist dabei in den letzten Jahren immens gestiegen. Im Cochrane Review von Taylor et al. (2014) wurden 33 Studien (n=4740) zur Analyse der Effektivität des körperlichen Trainings bei HI eingeschlossen und die Ergebnisse der jüngeren Vergangenheit zusammengefasst. Die dabei häufigsten Schweregrade waren NYHA Klassen II und III und die systolische Herzinsuffizienz. Die Unterschiede im Studiendesign waren wiederum groß:

Die PatientInnen trainierten 15 bis 120 Wochen und ein bis sieben Mal pro Woche zwischen 15 und 120 Minuten lang bei 40-80 % der HFmax, beziehungsweise 50 – 85 % der VO₂max. Bei zwei Drittel der Studien wurde ein reines Ausdauertraining durchgeführt, während bei einem Drittel der Studien Kraft und Ausdauer trainiert wurde. Dabei handelte es sich vorwiegend um reine Trainingsinterventionsstudien (exercise only). Bei knapp 36 Prozent erhielten die PatientInnen umfassende, komprehensiv Maßnahmen.

Obwohl die Leistungsfähigkeit bei herzinsuffizienten PatientInnen stark eingeschränkt ist, ist diese PatientInnenengruppe gut trainierbar. So berichten Trainingsinterventionsstudien von Leistungssteigerungen bis zu 25 Prozent (Downling & Balady, 2011). In einer rezenten Meta-Analyse von Uddin et al. (2016) wurden 34 Studien (n=5158) im Hinblick auf das Ausmaß der Leistungssteigerung von HI-PatientInnen untersucht. Studienübergreifend konnte die maximale Sauerstoffaufnahme um 2,8 ml/min/kg gesteigert werden. Uddin und Kollegen verglichen darauffolgend die erzielten Erfolge mit den Leistungssteigerungen von PatientInnen mit koronarer Herzkrankheit. Prozentuell steigerten sich beide Krankheitsgruppen gleich. In der bisher größten Einzelstudie (HF-ACTION, Flynn et al., 2009) hinsichtlich der Leistungssteigerung bei Herzinsuffizienz konnten bei über 2000 PatientInnen signifikante Leistungssteigerungen im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Die Steigerung belief sich auf 4 %, beziehungsweise 1,4 ml/min/kg.

3.1.1. Belastungskomponenten

In der Trainingspraxis wird die Intensität meist über die Herzfrequenz kontrolliert (Hofmann et al., 2009). Die ideale Trainingsintensität wird in der Literatur viel diskutiert. Grundsätzlich gilt für kardiologische PatientInnen VT1 (ca. 50 % der VO₂max) als untere Grenze, beziehungsweise H RTP, LTP2 und VT2 (bei ca. 70 % der VO₂max) als Obergrenze des rehabilitativen Ausdauertrainings (Pokan et al., 2004). Dieser Intensitätsbereich wird auch von der ÖKG in ihren Leitlinien empfohlen. PatientInnen mit Herzinsuffizienz sind oftmals in einem Ausmaß eingeschränkt, dass sie sich bereits bei Spaziergängen über der aeroben Schwelle bewegen. Somit ist es für diese PatientInnengruppe entscheidend, durch das Ausdauertraining im rehabilitativen Setting wieder steady-state-Belastungen im Alltag ohne vorzeitige Ermüdung durchführen zu können. Bei dieser PatientInnengruppe konnte bereits bei 40 % der VO₂max eine Leistungssteigerung erzielt werden (Belardinelli et al., 1995). Rezente Studien konnten zeigen, dass bei HerzpatientInnen durchaus höhere Intensitäten in der Trainingstherapie möglich sind. Es kam durch ein hochintensives Training bei KHK- und HI-PatientInnen zu signifikant höheren Verbesserungen der VO₂max als durch ein moderates Training (Wisløff et al., 2007). Bezüglich der Dauer werden für die Phase II Rehabilitation

pro Einheit 20-30 Minuten an 3-4 verschiedenen Tagen empfohlen (Mezzani et al., 2012). Hinsichtlich des Umfangs wird von Mezzani und Kollegen als Ziel ein zusätzlicher Energieumsatz durch Bewegung (inklusive strukturiertes Ausdauertraining) von 1500 kcal pro Woche postuliert, etwas weniger als in den Empfehlungen der ÖKG. Sie empfiehlt 2000 kcal pro Woche mit folgender Zusammensetzung: „...Tägliche körperliche Aktivität von 30 Minuten, in Summe ca. 1000 kcal. ...2 Stunden wöchentlich strukturiertes Ausdauertraining (3 × 40 min), in Summe ca. 800 kcal. ...1 Stunde Muskelhypertrophietraining pro Woche (2 × ½ Stunde), in Summe 200 kcal“ (Benzer, 2008, S. 309).

3.1.2. Trainingsmethoden

Die zwei Haupttrainingsmethoden in der kardialen Trainingstherapie sind die Dauermethode und die Intervallmethode, meist durchgeführt auf einem Laufband oder Ergometer. Die Diskussion rund um die Trainingsmethoden reiht sich in die Debatte bezüglich der Trainingsintensitäten ein. Die Dauermethode wird wie bereits erwähnt in den meisten Guidelines empfohlen und in der Trainingstherapie der Rehabilitationseinrichtungen in Österreich durchgeführt. Eine Reihe an Untersuchungen widmete sich vor allem in letzter Zeit der Intervallmethode. Das Standardprotokoll des aeroben Intervalltrainings (AIT) besteht aus einer Aufwärmphase mit darauffolgenden 4x4 Minuten Intervallen bei 85-95% der HFmax mit zwischenzeitlicher dreiminütiger aktiver Erholung bei 60-70 % der maximalen Herzfrequenz. Obwohl eine anaerobe Energiebereitstellung in intensiven Bereichen unvermeidbar ist, repräsentiert trotzdem der aerobe Stoffwechsel die Hauptdomäne dieser Trainingsform. AIT konnte vor allem bei leistungsschwachen PatientInnen im Vergleich zur Dauermethode eine höhere Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit und eine verbesserte linkventrikuläre Funktion erzielen (Mezzani, 2012). Zusätzlich wurde festgestellt, dass es eine Dosis-Wirkungs-Beziehung bei unterschiedlichen Intervallen gibt. Je höher die Intensität der Intervalle, desto höher die Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme (Moholt et al., 2014). Im Gegensatz dazu konnten Tschentscher et al. (2016) in einem Vergleich von Dauermethode, AIT und Pyramidenmethode keine überlegene Modalität hinsichtlich Steigerung der maximalen Wattleistung finden. Alle Interventionsgruppen verbesserten sich in einem ähnlichen Ausmaß.

3.2. Messung der aeroben Leistungsfähigkeit

Die bekanntesten Methoden zur Ermittlung der aeroben Leistungsfähigkeit, beziehungsweise der Trainingsbereiche sind spiroergometrische Messverfahren, die Laktatleistungsdiagnostik,

die Bestimmung des Heart Rate Turn Points H RTP und approximative/indirekte Verfahren wie die Karvonen Formel.

Die Spiroergometrie gilt als der Goldstandard der Leistungsdiagnostik. In Europa ist für die Standardergometrie ein Fahrradergometer gebräuchlich. Das Belastungsverfahren ist meist eine symptomlimitierte, maximale Ergometrie in Form eines Stufentests, da nur dieses Protokoll eine diagnostische Feststellung der (maximalen) Leistungsfähigkeit erlaubt (Haber, 2005). Die Spiroergometrie ist vor allem bei Herz-Kreislauf PatientInnen das diagnostische Tool der Wahl, um auf Basis ihrer Leistungsfähigkeit und ihres pathophysiologischen Zustands präzise und maßgeschneiderte Trainingsempfehlungen geben zu können (Mezzani et al., 2012). Außerdem gibt die Analyse der Atemgase (neben EKG und Blutdruck) zusätzlichen Aufschluss über die kardiale und respiratorische Reaktion auf körperliche Belastung (Wonisch et al., 2003).

3.2.1. Messwerte

Die Hauptinformation der Spiroergometrie ist die Leistungsfähigkeit. *„Sie entspricht der Leistung im Augenblick des Belastungsabbruchs aus subjektiven oder objektiven Gründen und repräsentiert den individuell größtmöglichen aeroben Energieumsatz.“* (Haber 2005, S. 302). Die Leistungsfähigkeit wird entweder mit der maximalen Wattleistung (Watt max) oder mit der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) angegeben. Die Leistung an den Schwellen VT1 und VT2 (als physiologischer Ausdruck der Verwertung des Sauerstoffs während Belastung, beziehungsweise als Übergang zwischen aerober und anaerober Energiebereitstellung) gelten zusätzlich als Schlüsselparameter sowohl in der Leistungsdiagnostik als auch für die Trainingsplanung.

3.2.1.1. Watt max

Die maximale Wattleistung entspricht laut ÖKG der Leistung zum Zeitpunkt des symptomlimitierten Belastungsabbruches. Meist wird die Wattstufe nicht über den geforderten Zeitraum durchgehalten, daher muss sie oftmals mittels Formel errechnet werden (Haber, 2005). Die maximale Leistung gilt in vielen Studien als das Bruttokriterium der aeroben Leistungsfähigkeit.

3.2.1.2. VO_{2max}

Die aerobe Belastungsintensität während körperlicher Anstrengung steht in kausalem Zusammenhang mit dem Energieverbrauch. Dieser wird unter anderem durch die Sauerstoffaufnahme (VO_2) ausgedrückt. Somit entspricht die maximale Sauerstoffaufnahme VO_{2max} *„...der gesamten oxidativ bereitgestellten Energie“* (Haber 2005, S. 303). VO_{2max} ist

auch eine Messgröße zur Bestimmung der aeroben Leistungsfähigkeit. Dabei handelt es sich um die *...höchstmögliche Sauerstoffaufnahme während der Maximalbelastung*“ (Wonisch et al., 2003, S. 385). Es geht also darum, wie viel Sauerstoff der Körper aus der inhalierten Luft extrahieren kann. Der Wert wird meistens in ml/min/kg angegeben. Das Erreichen einer maximalen Ausbelastung während des leistungsdiagnostischen Verfahrens ist entscheidend, da auf Basis der $\text{VO}_{2\text{max}}$ die jeweiligen Trainingsbereiche festgelegt werden können. Um tatsächlich festzustellen ob eine vollständige Ausbelastung (und damit eine valide $\text{VO}_{2\text{max}}$) erreicht wurde, können nach Howley, Bassett & Welch (1993) folgende Parameter herangezogen werden:

- Keine Steigerung von VO_2 und/oder Herzfrequenz bei weiterer Steigerung der Belastung
- $\text{RER} (\text{VCO}_2/\text{VO}_2) \geq 1.10$
- $\text{RPE} \geq 18$ auf der Borg Skala
- Subjektive Ausbelastung

Es gibt etliche Formeln und Modelle, die einen Rückschluss auf die maximale Sauerstoffaufnahme indirekt über die Laufdistanz bzw. die erreichte Leistung in Watt am Fahrradergometer zulassen (Beispiel: One Mile Jog Test nach George et al., 1993). Allerdings entsprechen indirekte Messungen durch den Einfluss multipler Faktoren nicht zur Gänze den wissenschaftlichen Messstandards und sind somit den direkten Messmethoden unterlegen. Dabei gelten die jeweiligen direkten Messverfahren als gleichwertig hinsichtlich der Bestimmung der Leistungsobergrenze, da die ermittelten Herzfrequenzen praktisch ident sind (Poka et al., 2004).

3.2.1.3. VT1

Bei einer zunächst leichten, stufenförmigen Belastung kann der aerobe Metabolismus alle Energiebedürfnisse des Körpers befriedigen (Phase I der Energiebereitstellung). Daher steigt der Laktatspiegel nicht (oder nur marginal) über die Messwerte in Ruhe. Bei steigender Belastung wird eine Schwelle erreicht, über der der pH-Wert des Blutes absinkt. Grund dafür ist die Reaktion des Körpers auf die beginnende metabolische Azidose. Intrazelluläres Bicarbonat (HCO_3^-) muss überschüssige H^+ -Ionen abpuffern, um den pH-Wert konstant zu halten. Dadurch muss vermehrt entstehendes CO_2 abgeatmet werden und es kommt sowohl zu einem Anstieg der VCO_2 gegen VO_2 Kurve, als auch der V_E -Kurve. Die erste ventilatorische Schwelle markiert den Übergang zur Phase II der Energiebereitstellung und wird bei einer Belastungsintensität von 40-60 % der $\text{VO}_{2\text{max}}$ erreicht (Binder et al., 2008). Daher können die

Leistung (Watt) und die Sauerstoffaufnahme (VO_2) an der VT1 als motivationsunabhängige Parameter der aeroben Leistungsfähigkeit angesehen werden.

3.2.1.4. VT2

Bei steigender Belastung über VT1 wird ein Punkt erreicht, an dem die höchste steady state Belastung für ca. 30 Minuten aufrechterhalten werden kann (VT2). Sie ist dem maximal lactate steady state (MLSS) und dem RCP gleichzusetzen. Ab der zweiten ventilatorischen Schwelle versagt der Bicarbonatpuffer. Durch weitere H^+ -Ionen Freisetzung ist an der VT2 eine Steigung der V_E -Kurve zu erkennen. Zusätzliche Möglichkeiten der Erkennung der VT2 ist die Überkreuzung der Kurve des Atemäquivalentes für Sauerstoff V_E / VO_2 gegenüber der Kurve des Atemäquivalentes für Kohlendioxid V_E / VCO_2 (Wonisch et al., 2003). Die zweite ventilatorische Schwelle repräsentiert den Übergang in den fast ausschließlich anaeroben Stoffwechsel (Phase III der Energiebereitstellung) und stellt sich bei einer Belastung von 70-90 % der $\text{VO}_{2\text{max}}$ ein (Mezzani et al., 2012).

4. Kardiale Rehabilitation in Österreich

4.1. Guidelines Österreich

Die Arbeitsgruppe Kardiologische Rehabilitation und Sekundärprävention der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft entwickelte 2005 Leitlinien für die ambulante kardiale Rehabilitation. Diese wurden von Benzer (2008) mit einem Update versehen. Sie stellen Empfehlungen für eine evidenzbasierte, qualitativ hochwertige Durchführung der kardiologischen Rehabilitation in Österreich dar und unterstreichen die nationale Bedeutung und Akzeptanz der Thematik.

Die in dieser Arbeit untersuchten Daten stammen von PatientInnen der ambulanten Rehabilitation des IPAS Instituts Krems, die im Sinne der Leitlinien rehabilitiert wurden. Daher erscheint die Beschreibung der Leitlinien besonders wichtig, da sie die Basis der praktischen Rehabilitationsdurchführung repräsentieren.

4.1.1. Ziele der kardiologischen Rehabilitation

Die übergeordneten Ziele der kardiologischen Rehabilitation in Österreich sind multidimensional und breit definiert. Man kann die allgemeinen Rehabilitationsziele zusammenfassend in drei Kategorien aufteilen (Vgl. Hahnmann, 2012, S. 22):

- 1.) Verbesserung der Leistungsfähigkeit
- 2.) Verbesserung der Lebensqualität
- 3.) Verbesserung der Prognose der Patienten (Morbidität und Mortalität)

Bevor die Behandlungsmaßnahmen im Zuge der Phase II oder II Rehabilitation eingeleitet werden, sollten die Rehabilitationsziele immer gemeinsam mit den PatientInnen und gegebenenfalls den Angehörigen entwickelt und definiert werden. Dabei sollten alle Zielvereinbarungen immer die Zustimmung der PatientInnen haben, um die Compliance der Rehabilitanden aufrechtzuerhalten. Außerdem müssen die Ziele realistisch erreichbar sein und zeitlich abgegrenzt werden. Des Weiteren sollten die Zielsetzungen immer in Absprache mit dem gesamten Rehabilitationsteam vereinbart werden. Es muss zudem festgehalten werden, dass die definierten Ziele nicht „in Stein gemeißelt“ sein müssen, sondern eher als Prozess zu sehen sind. Sie können während der laufenden Rehabilitation verändert werden. Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, ist die Reduktion von Risikofaktoren eine der zentralen Aufgaben der kardiologischen Rehabilitation. Daher wurden in den österreichischen Guidelines spezielle Zielwerte für die zentralen Risikofaktoren definiert (Benzer, 2008, S. 308f). Auch die American Heart Association (Balady et al., 2007) hat in dieser Hinsicht eigene Zielwerte festgelegt; diese werden hier zur Vergleichbarkeit dargestellt.

Zielwerte	ÖKG (Benzer, 2008)	AHA (Balady et al., 2016)
Rauchen	kompletter Stop	kompletter Stop
Ernährung	Mediterrane Kost	TLC Diät (NCEP, 2002)
Körperliche Aktivität	>2000 kcal/Woche:: Tägliche körperliche Aktivität von 30 Minuten, in Summe ca. 1000 kcal. 2 Stunden wöchentlich strukturiertes Ausdauertraining (3 x 40 min), ca. 800 kcal. 1 Stunde Muskelhypertrophietraining (2 x ½ Stunde), in Summe 200 kcal	30-60 Minuten pro Tag mit moderater Intensität an den meisten Tagen der Woche. Für Ausdauertraining: 3-5 Tage pro Woche, 50-80 % der Leistungsfähigkeit, 20-60 Minuten. Für Krafttraining: 2-3 Tage pro Woche, 10-15 Wiederholungen, 1-3 Sätze von 8-10 Übungen
Psychosoziales Befinden	HADS-Score jeweils < 8, MacNew Global Score Zunahme um >0.5	keine speziellen Zielwerte
Körperfettanteil	<20 % bei Männern und < 25 % bei Frauen	keine speziellen Zielwerte
Körperfettverteilung	Bauchumfang < 102 cm bei Männern und < 89 cm bei Frauen	Bauchumfang < 102 cm bei Männern und < 89 cm bei Frauen
Übergewicht	Gewichtsreduktion von -10 %. Zielwert: BMI < 25	Gewichtsreduktion von -5 %, besser-10 %. Zielwert BMI < 25
LDL	< 100 mg/dl bzw. < 70 mg/dl bei koronaren Hochrisikopatienten	< 100 mg/dl bzw. < 70 mg/dl bei koronaren Hochrisikopatienten
Triglyceride	< 150 mg/dl	keine speziellen Zielwerte
Nüchternblutzucker	< 110 mg/dl	90-130 mg/dl
HbA1C	< 6,5 %	< 7%
Blutdruck	< 140/90 bzw. 130/80 bei zusätzlichen Risikofaktoren	< 140/90 bzw. 130/80 bei zusätzlichen Risikofaktoren
Medikamentöse Sekundärprävention	ASS u/o indikationsbedingt Clopidogrel Betablocker ACE-Hemmer oder A-II-Rezeptorblocker Statin	ASS u/o indikationsbedingt Clopidogrel Betablocker ACE-Hemmer oder A-II-Rezeptorblocker Statin jährliche Influenzaimpfung

Tab. 1: Zielwerte der kardiovaskulären Risikofaktoren im internationalen Vergleich

Man erkennt, dass die Zielvorgaben für die Risikofaktoren in der Sekundärprävention im internationalen Vergleich relativ ähnlich sind. Interessant sind die unterschiedlichen Angaben bei der körperlichen Aktivität, wo die AHA weitaus höhere Frequenzen und Umfänge postuliert. Allerdings werden in den österreichischen Guidelines erstmals detaillierte Angaben zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit gemacht: „...mit dem zusätzlichen Ziel der Verbesserung der VO_{2max} um > 20 % bzw. der Leistungsfähigkeit am Fahrradergometer auf 100–120 % des tabellarischen Sollwertes“ (Benzer, 2008, S. 309).

4.1.2. Inhalte und zeitlicher Ablauf der Trainingstherapie

Nach Abschluss der Einstiegsuntersuchung erfolgt über einen Zeitraum von sechs Wochen (Phase II), beziehungsweise sechs, neun, oder zwölf Monaten (Phase III), ein Guideline-basiertes Kraft- und Ausdauertraining mit zusätzlichen koordinativen und mobilisierenden Komponenten. (AGAKAR, 2005). Die Trainingstherapieeinheiten werden unter Aufsicht von Ärzten und unter der Anleitung von SportwissenschaftlerInnen absolviert.

Die Phase II PatientInnen führen dabei ein separates Ausdauer- und Krafttraining durch, während die PatientInnen der Phase III ein kombiniertes Training zu absolvieren haben. Bei der Phase II werden innerhalb von 6 Wochen 14 Ausdauertrainingseinheiten, plus 9 Krafttrainingseinheiten absolviert. Das bedeutet eine wöchentliche Trainingszeit von vier Bruttostunden, aufgeteilt auf drei Mal pro Woche. In der Phase III werden 45-80 Trainingstherapieeinheiten angeboten. Die maximale Häufigkeit beträgt zwei Mal pro Woche mit einer wöchentlichen Brutto-Trainingszeit von 2 Stunden, Krafttraining inkludiert.

Dabei führten die Rehabilitierenden für 20 bis 30 Minuten ein herzfrequenzgesteuertes Ausdauertraining im Bereich von 50 - 70% der VO_{2max} , beziehungsweise der Herzfrequenzreserve durch. Die Intensitäten werden, je nach Krankheitsbild und in Einzelfällen unter Miteinbeziehung des subjektiven Belastungsempfindens, auch individuell adaptiert. Während in der Phase II das Ausdauertraining auf 2-3 Einheiten pro Woche angesetzt ist, wird in der Phase III nur 1-2 Einheiten wöchentlich im Rehabilitationszentrum trainiert. Allerdings gibt es in der Phase III eine Empfehlung für zusätzliches Heimtraining im Ausmaß von 1-3 Einheiten pro Woche.

In den Krafteinheiten der Phase II geht es zunächst primär um das Erlernen der Bewegungstechniken. Dabei werden drei bis vier Übungen der großen Muskelgruppen mit 15 bis 25 Wiederholungen durchgeführt. Im Krafttraining der Phase III liegt der Fokus zunächst auf einem vorbereitenden Kraftausdauertraining und ging in ein Hypertrophietraining über. Dabei werden drei bis fünf Übungen mit zwei Sätzen und 15 Wiederholungen durchgeführt. Die Anpassung der Übungen und die Trainingsadaptation in Richtung Hypertrophie erfolgt sehr individuell und wird entsprechend der subjektiven Belastbarkeit der PatientInnen adaptiert. Betrachtet man die Belastungskomponenten des Krafttrainings kann man feststellen, dass das vorbereitende Training bereits mehr als die Hälfte der Zeit von Phase II PatientInnen in Anspruch nimmt. Somit wird wiederum die Relevanz einer daran anschließenden Phase III Rehabilitation verdeutlicht, da die PatientInnen keineswegs sofort in das Muskelwachstumstraining einsteigen können und im Sinne der Trainingslehre eine Kraftausdauerphase benötigen.

Die Trainingseinheiten finden im Einklang mit weiteren Rehabilitationsschwerpunkten (medikamentöse Einstellung, Theorieeinheiten, psychologische Betreuung, Physiotherapie, Raucherentwöhnung, Sozialarbeit etc.) statt. Das zeitliche Ausmaß der gesamten Rehabilitation beträgt 56,5 Einheiten in Phase II und 45, 67,5 oder 90 Einheiten in Phase III (je nach Genehmigung des Sozialversicherungsträgers).

5. Problemstellung der Arbeit

5.1. Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit

Im Fokus dieser Arbeit stehen die Veränderungen der aeroben Leistungsparameter der PatientInnen des IPAS Krems, die im Zeitraum zwischen 1. Januar 2014 und 12. Januar 2017 eine Phase II und/oder eine Phase III Rehabilitation abgeschlossen haben. Die Veränderungen der Leistungsfähigkeit durch die österreichweiten ambulanten Rehabilitationsprogramme wurde bereits durch Niebauer et al. (2014) dokumentiert. Allerdings wird sowohl bei internationalen Studien, als auch in den meisten österreichischen Rehabilitationseinrichtungen nur die maximale Wattleistung als Leistungsparameter erhoben. Dadurch gilt in vielen Studien die maximale Wattleistung als das Bruttokriterium des Fitnesszustandes. Zudem werden in der Leistungsdiagnostik approximative Verfahren eingesetzt, die durch das Vorkommen multipler Einflussfaktoren großen Streuungen unterworfen sein können. Im ambulanten Rehabilitationszentrum des Universitätsklinikums Krems wird hingegen standardmäßig mittels Spiroergometrie auch die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) gemessen, die in der Literatur den Goldstandard zur Bestimmung der aeroben Leistungsfähigkeit darstellt. Mittels Spiroergometrie wird zusätzlich die Messung der Leistung an den Schwellen VT1 und VT2 durchgeführt und dadurch die Einschätzung des physiologischen Hintergrunds des Trainingszustands, beziehungsweise der Trainingsanpassung besser möglich. Somit repräsentiert die Arbeit die erstmalige Auswertung aller relevanten (spiro-)ergometrischen Messwerte des Institutes für Präventiv- und angewandte Sportmedizin Krems. Die zentrale Frage wird daher lauten, ob sich die Leistungsparameter durch die ambulante kardiale Phase II und Phase III Rehabilitation in Krems signifikant verändern.

5.2. Zuwachs der VO_{2max} um ≥ 20 %, Leistungsfähigkeit bei 100-120 % des TBS

In den Guidelines der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft werden detaillierte Angaben zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit gemacht, in denen eine Steigerung

der VO_{2max} von $\geq 20\%$, beziehungsweise der Leistungsfähigkeit am Fahrradergometer auf 100–120 % des tabellarischen Sollwertes gefordert wird (Benzer, 2008, S. 309). Die tabellarischen Sollwerte stammen von den Ergometrieleitlinien von Niedermeier, Kubicek & Reiterer (1975), die in ergometrischen Untersuchungen bis zum heutigen Tag verwendet werden. Ein Trainingseffekt müsste auch am Anstieg der Leistung an den Schwellen VT1 und VT2 erkennbar sein. Somit stellt sich die Frage, ob das Rehabilitationsprogramm des IPAS Krems geeignet ist um die postulierten Zunahmen der VO_{2max} und/oder 100 % des tabellarischen Sollwerts im geforderten Ausmaß zu erreichen.

5.3. Einfluss des Trainingsumfanges auf die Leistungsparameter

Eine weitere Problemstellung ist die Einhaltung von Trainingsprinzipien für wirksames Training bei kardialen PatientInnen. Wie bereits erwähnt, ist die Therapiedichte und die Nettotrainingszeit des Ausdauertrainings im UK Krems bei Phase II PatientInnen im Vergleich zu den Phase III PatientInnen deutlich höher. Dies könnte bedeuten, dass der wesentliche Anteil des Leistungszuwachses in der Phase II erarbeitet wird und die Anpassungen in der Phase III wieder zurückgehen, wenn die PatientInnen nicht zusätzlich selbstständig das Ihnen empfohlene Trainingsprogramm durchführen. Die Anpassung der aeroben Kapazität wäre an einem Anstieg der VO_{2max} und der Leistung an den Schwellen VT1 und VT2 in Phase II sichtbar und einem parallelen Anstieg der maximalen Wattleistung. Bildet sich die aerobe Kapazität in der Phase III durch den geringen Trainingsumfang wieder zurück, würde sich die VO_{2max} reduzieren, wobei die Wattleistung durch Übung und verbesserte Kraft durchaus gleichbleiben oder in geringem Ausmaß abnehmen könnte. Daher wird es eine weitere Aufgabe dieser Untersuchung sein, das Verhältnis der Veränderung von Watt max und VO_{2max} (parallel oder nicht parallel) in den jeweiligen Phasen zu betrachten.

5.4. Steigerung der Leistung in den drei Energiebereitstellungsphasen

In der Magisterarbeit von Harthum (2015) wurden erstmals die Veränderungen der Leistung in den verschiedenen Energiebereitstellungsphasen mittels Lactat-Turn-Points untersucht. Dabei wurden Daten aus einem vergleichbaren österreichischen Rehabilitationszentrum untersucht. Es wurde festgestellt, dass die gesamte Leistungssteigerung in Phase 1 der Energiebereitstellung (aerobe Phase) stattfindet. Durch das Vorhandensein der ventilatorischen Schwellen VT1 und VT2 können die Ergebnisse dieser Arbeit mit jenen von Harthum (2015) verglichen werden um festzustellen, in welchen Phasen der Energiebereitstellung sich die PatientInnen des IPAS Krems signifikant verbessern.

5.5. Hypothesen

Primäre Hypothese

H0: Durch die ambulante Phase II und Phase III Rehabilitation im IPAS Krems steigen die maximale Wattleistung (Watt max) und die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) nicht statistisch signifikant an.

H1: Durch die ambulante Phase II und Phase III Rehabilitation im IPAS Krems steigen die maximale Wattleistung (Watt max) und die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) statistisch signifikant an.

Sekundäre Hypothese (1)

H0: Der geforderte Zuwachs der VO_{2max} um ≥ 20 % im Mittelwert und/oder eine Leistungssteigerung auf 100-120 % des tabellarischen Sollwerts wird durch die ambulante Phase II und Phase III Rehabilitation im IPAS Krems nicht erreicht.

H1: Der geforderte Zuwachs der VO_{2max} um ≥ 20 % im Mittelwert und/oder eine Leistungssteigerung auf 100-120 % des tabellarischen Sollwerts wird durch die ambulante Phase II und Phase III Rehabilitation im IPAS Krems erreicht.

Sekundäre Hypothese (2)

H0: Durch die ambulante Phase II und Phase III Rehabilitation im IPAS Krems ergibt sich eine parallele Entwicklung von maximaler Wattleistung (Watt max) und maximaler Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}).

H1: Durch die ambulante Phase II und Phase III Rehabilitation im IPAS Krems ist die Zunahme der maximalen Wattleistung (Watt max) größer als die der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}).

6. Methodik

6.1. PatientInnenrekrutierung

Als Grundlage der Auswertungen fungierten anonymisierte Datensätze von PatientInnen, die zwischen 1. Januar 2014 und 12. Januar 2017 am IPAS eine ambulante Phase II und/oder Phase III Rehabilitation absolviert hatten. Es wurde kein Rekrutierungsverfahren im eigentlichen Sinne eingesetzt, da die Rehabilitation der PatientInnen abgeschlossen war und die Daten digital gespeichert vorlagen. Die gesammelten Daten wurden bereits nach Abschluss der Rehabilitation in die MS Access Datenbank eingegeben. Die Datenbank wurde von der AGAKAR in Auftrag gegeben und wird in allen ambulanten Instituten Österreichs verwendet. Die PatientInnen mussten zuvor eine Einwilligungserklärung unterschreiben, um die digitale Speicherung und Verwendung der erhobenen Daten zu erlauben.

Es konnten aus der Datenbank 227 Datensätze von PatientInnen identifiziert werden, die zwischen 1. Jänner 2014 und 12. Jänner 2017 (Stichtag für die Auswertung) angelegt wurden. In Folge dessen wurden die Datensätze auf ihre Vollständigkeit überprüft. Ein vollständiger Datensatz wurde durch folgende Kriterien definiert:

- Zeitgemäße Beendigung der Rehabilitation (Phase II und/oder Phase III)
- Abgeschlossene Ein- und Ausgangsuntersuchung (Spiroergometrie)
- „Ausbelastung“ als Abbruchgrund der Spiroergometrie (laut Befund)
- Vollständigkeit der Leistungsparameter

6.2. Beschreibung des PatientInnenkollektivs

Tab. 2: PatientInnenkollektiv				
Primäre Gruppen	n	männlich	weiblich	% weiblich
Phase II	132	101	31	23,5
Phase III	67	57	10	14,9
Weitere Unterteilung				
Phase II ambulant	99	71	28	28,3
Phase III ambulant, Phase II stationär	34	27	7	20,6
Phase II und Phase III ambulant	33	30	3	10
Zwischensumme	166	128	38	22,9
Nicht in die Auswertung eingeschlossen				
wegen vorzeitigem Abbruch	31	22	9	29
wegen fehlender Daten	15	11	4	26,6
wegen laufender Rehabilitation	15	12	3	20
Alle Datensätze	227	173	54	23,8

Von 227 angelegten PatientInnen erfüllten 166 PatientInnen die Einschlusskriterien (73,1 % der Grundgesamtheit). Davon absolvierten 99 PatientInnen (28,3 % Frauen) eine ambulante Phase II Rehabilitation im IPAS. 34 PatientInnen (20,6 % Frauen) durchliefen die Phase III Rehabilitation im IPAS, nachdem sie die Phase II Rehabilitation in einem stationären Zentrum durchgeführt hatten. 33 PatientInnen (10 % Frauen) absolvierten sowohl Phase II als auch Phase III ambulant im IPAS.

61 PatientInnen mussten aus verschiedenen Gründen von der Auswertung ausgeschlossen werden (Tabelle 2). Einunddreißig davon (29 % Frauen) brachen die Rehabilitation frühzeitig ab. Die Abbruchgründe sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: Abbruchgründe	
Abbruchgründe	n
orthopädische Probleme	7
klinische Verschlechterung/Re-Intervention	5
respiratorischer Infekt	5
Private Probleme	1
verstorben	1
Sonstige (Augen OP, Unfall, Wechsel der Reha, nicht mehr erschienen, Überlastung)	12
total	31

15 PatientInnen mussten von der statistischen Auswertung aus folgenden Gründen ausgeschlossen werden (Tabelle 4):

Tab. 4: Ausschlusskriterien	
Ausschlusskriterien für die statistische Analyse	n
keine Spiroergometrie am Ende	3
keine Ausbelastung	4
keine Schwellen ermittelbar	5
Maskenunverträglichkeit	2
sonstiges	1
total	15

Weitere 15 PatientInnen waren zum Stichtag (12.01.2017) noch aktiv in der Rehabilitation und mussten von der statistischen Auswertung exkludiert werden.

6.3. Bildung der Gruppen

Folgende zwei Gruppen wurden primär untersucht:

- Phase II ($n = 132$)

Tab. 5: Basischarakteristika Phase II männlich ($n = 101$)					
Merkmal	NV	n	Min	MW $\pm$ SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	ja	101	21	59,9 $\pm$ 12,7	86
Gewicht (kg)	ja	101	50	88,2 $\pm$ 13,9	121
Body Mass Index (BMI)	ja	101	16,9	28,3 $\pm$ 4,1	41,3
untergewichtig (BMI <18,5)		2		2,0%	
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)		20		19,8%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)		48		47,5%	
adipös (BMI >30)		31		30,7%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PCI)		34		33,7%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)		17		16,8%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)		10		9,9%	
Elektrophysiologischer Intervention		6		5,9%	
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten		9		8,9%	
Andere OP am Herzen/Gefäßen		6		5,9%	
Bypassoperation		6		5,9%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator		3		3,0%	
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)		2		2,0%	
Stabile koronare Herzkrankheit		6		5,9%	
Hämodynamische stabile Arrhythmie		1		1,0%	

Tab. 6: Basischarakteristika Phase II weiblich ($n = 31$)					
Merkmal	NV	n	Min	MW $\pm$ SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	ja	31	32	54,5 $\pm$ 12,9	82
Gewicht (kg)	nein	31	54	74,8 $\pm$ 20,9	139
Body Mass Index (BMI)	nein	31	21,2	28 $\pm$ 6,2	43,9
untergewichtig (BMI <18,5)		-		-	
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)		13		41,9%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)		8		25,8%	
adipös (BMI >30)		10		32,3%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PCI)		9		29,0%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)		4		12,9%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)		9		29,0%	
Elektrophysiologischer Intervention		1		3,2%	
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten		2		6,5%	
Andere OP am Herzen/Gefäßen		2		6,5%	
Bypassoperation		2		6,5%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator		1		3,2%	
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)		-		-	
Stabile koronare Herzkrankheit		1		3,2%	
Hämodynamische stabile Arrhythmie		-		-	

- **Phase III (n = 67)**

Tab. 7: Basischarakteristika Phase III männlich (n = 57)					
Merkmal	NV	n	Min	MW ± SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	nein	56	38	58,6 ± 10,6	85
Gewicht (kg)	ja	56	60	85,9 ± 14,9	121
Body Mass Index (BMI)	ja	56	18,2	27,8 ± 4,5	39,2
untergewichtig (BMI <18,5)		1		1,8%	
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)		18		32,1%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)		20		35,7%	
adipös (BMI >30)		17		30,4%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PCI)		17		29,8%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)		11		19,3%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)		7		12,3%	
Elektrophysiologischer Intervention		1		1,8%	
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten		4		7,0%	
Andere OP am Herzen/Gefäßen		6		10,5%	
Bypassoperation		6		10,5%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator		-		-	
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)		3		5,3%	
Stabile koronare Herzkrankheit		2		3,5%	
Hämodynamische stabile Arrhythmie		-		-	

Tab. 8: Basischarakteristika Phase III weiblich (n = 10)					
Merkmal	NV	n	Min	MW ± SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	ja	9	31	56,1 ± 11,1	71
Gewicht (kg)	nein	9	55	66,3 ± 10,1	86
Body Mass Index (BMI)	ja	9	20,7	25,3 ± 3,7	31,6
untergewichtig (BMI <18,5)		-		-	
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)		5		55,6%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)		2		22,2%	
adipös (BMI >30)		2		22,2%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PCI)		3		30,0%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)		2		20,0%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)		2		20,0%	
Elektrophysiologischer Intervention		-		-	
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten		-		-	
Andere OP am Herzen/Gefäßen		1		10,0%	
Bypassoperation		1		10,0%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator		1		10,0%	
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)		-		-	
Stabile koronare Herzkrankheit		-		-	
Hämodynamische stabile Arrhythmie		-		-	

Die primären Gruppen (Phase II, Phase III) ergaben sich aus der Zusammenlegung aller PatientInnen, die eine Rehabilitation im IPAS durchgeführt hatten. Phase II und Phase III wurden geschlechtergetrennt ausgewertet.

Danach wurde die Phase III Gruppe in 2 Gruppen geteilt: eine Gruppe, die die Phase II davor in einem stationären Rehabilitationszentrum durchgeführt hatte, also außerhalb des IPAS, und

in eine andere, die eine ambulante Phase II im IPAS absolvierte:

- **ambulante Phase II ($n = 30$)**

Tab. 9: Basischarakteristika der Patienten Phase III Anfang					
Merkmal	ambulante Phase II ($n = 30$)				
	n	NV	Min	MW $\pm$ SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	30	ja	38	61,4 $\pm$ 11,8	85
Gewicht (kg)	30	ja	60	86,4 $\pm$ 15,8	121
Body Mass Index (BMI)	30	ja	18,2	28,4 $\pm$ 4,6	39,2
untergewichtig (BMI <18,5)	1			3,3%	
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)	8			26,6%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)	9			30,0%	
adipös (BMI >30)	12			40,0%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PCI)	12			40,0%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)	6			20,0%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)	5			16,6%	
Elektrophysiologischer Intervention	1			3,3%	
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten	2			6,6%	
Andere OP am Herzen/Gefäßen	1			3,3%	
Bypassoperation	1			3,3%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator	-				
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)	1			3,3%	
Stabile koronare Herzkrankheit	1			3,3%	
Hämodynamische stabile Arrhythmie	-				

- **stationäre Phase II ($n = 27$)**

Tab. 10: Basischarakteristika der Patienten Phase III Anfang					
Merkmal	stationäre Phase II ($n = 27$)				
	n	NV	Min	MW $\pm$ SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	27	ja	44	55,5 $\pm$ 8,2	74
Gewicht (kg)	27	ja	65	85,9 $\pm$ 14,1	119
Body Mass Index (BMI)	27	ja	21	27,2 $\pm$ 4,3	37,6
untergewichtig (BMI <18,5)	-				
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)	10			37,0%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)	12			44,4%	
adipös (BMI >30)	5			18,5%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PC)	5			18,5%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)	5			18,5%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)	2			7,4%	
Elektrophysiologischer Intervention	-				
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten	2			7,4%	
Andere OP am Herzen/Gefäßen	5			18,5%	
Bypassoperation	5			18,5%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator	-				
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)	2			7,4%	
Stabile koronare Herzkrankheit	1			3,7%	
Hämodynamische stabile Arrhythmie	-				

Für die Untersuchung jener PatientInnen, die einen vollständigen Rehabilitationszyklus im IPAS Krems absolviert haben, wurde eine Gruppe mit vier Messzeitpunkten gebildet:

- **alle Phasen (Phase II und Phase III, $n = 30$)**

Tab. 11: Basischarakteristika Phase II + Phase III ($n = 30$)					
Merkmal	NV	n	Min	MW $\pm$ SD, bzw. Prozentsatz	Max
Alter	ja	30	38	61,4 $\pm$ 11,8	85
Gewicht (kg)	ja	30	60	87,5 $\pm$ 16,4	121
Body Mass Index (BMI)	ja	30	18,2	28,7 $\pm$ 4,8	41,3
untergewichtig (BMI <18,5)		1		3,3%	
normalgewichtig (BMI 18,5-24,9)		8		26,6%	
übergewichtig (BMI 25-29,9)		10		33,3%	
adipös (BMI >30)		11		36,6%	
Rehabilitationsgrund					
Perkutane Koronarintervention (PCI)		12		40,0%	
Akutes Koronarsyndrom (STEMI)		6		20,0%	
Chronische Belastungsherzinsuffizienz (NYHA II, III)		5		16,6%	
Elektrophysiologischer Intervention		1		3,3%	
Prävention bei motivierbaren Hochrisikopatienten		2		6,6%	
Andere OP am Herzen/Gefäßen		1		3,3%	
Bypassoperation		1		3,3%	
Implantation eines Herzschrittmachers/Defibrillator		-			
Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI)		1		3,3%	
Stabile koronare Herzkrankheit		1		3,3%	
Hämodynamische stabile Arrhythmie		-			

Da der Frauenanteil in den Gruppen „stationäre Phase II“/„ambulante Phase II“ (drei, bzw. sieben Frauen) und „alle Phasen“ (drei Frauen) zu gering war wurden die Frauen bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.

6.4. Messzeitpunkte

Es ergaben sich folgende Messzeitpunkte:

t_0 : Einstiegsuntersuchung Phase II

t_1 : Enduntersuchung Phase II

t_2 : Einstiegsuntersuchung Phase III

t_3 : Enduntersuchung Phase III

Die meisten PatientInnen absolvierten im Laufe des kompletten Rehabilitationszyklus vier leistungsdagnostische Untersuchungen zu den Messzeitpunkten t_0 bis t_3 . Allerdings lagen die Untersuchungsergebnisse der PatientInnen, die die Phase II auswärts durchgeführt hatten, für die Zeitpunkte t_0 und t_1 nicht vor. Daher musste vorab bestimmt werden, ob zu Beginn der Phase III (Messzeitpunkt t_2) zwischen den PatientInnen die ihre Phase II extern (stationär)

und intern (ambulant im IPAS) absolviert hatten ein Leistungsunterschied bestand.

Falls die Phase III innerhalb von 14 Tagen nach Beendigung der ambulanten Phase II startete, wurde keine gesonderte Einstiegsuntersuchung durchgeführt. Für die Gruppe, bei der aufgrund des längeren Abstandes zwischen Ende der Phase II und Anfang der Phase III zwei Untersuchungen durchgeführt wurden (t1 und t2), wurden die Ergebnisse der beiden Untersuchungen miteinander verglichen. Da kein statistisch signifikanter Unterschied bestand wurden die Ergebnisse zu einem Messzeitpunkt zusammengefasst. Dadurch ergaben sich drei Messzeitpunkte an Stelle von vier Messzeitpunkten: t0 (Einstiegsuntersuchung Phase II), t1 (Enduntersuchung Phase II), t2 (Enduntersuchung Phase III).

6.5. Messmethodik

Die PatientInnen des IPAS Krems absolvierten zu Beginn der Rehabilitation eine Einstiegsuntersuchung (ausführliche Anamneseerhebung, klinische Untersuchung, Anthropometrie, Ruhe-EKG im Liegen, Lungenfunktion, Nüchtern-Blutabnahme, psychologische Fragebögen).

Ein Teil dieser Voruntersuchungen war unter anderem die symptomlimitierte Spiroergometrie auf Basis der ÖKG Guidelines (Wonisch et al., 2008). Die Spiroergometrie wurde auf einem Lode © Excalibur Sport Ergometer (Lode, B.V., Groningen, Niederlande) durchgeführt. Die Analyse der Atemgaswerte erfolgte mittels VyntusTM CPX Spiroergometriesystem und der SentrySuiteTM Software (Carl Reiner, Wien, Österreich). Die PatientInnen führten eine Stufenergometrie durch. Ziel der Untersuchung war es, zehn bis zwölf Stufen für 60 Sekunden auszufahren. Das Belastungsprotokoll und die Belastungsinckremente wurden individuell auf die PatientInnen abgestimmt. Die Bestimmung der Schwellen VT1 und VT2 erfolgte durch die Analyse der entsprechenden Panels der 9-Felder Tafel (Westhoff et al., 2013).

Zusätzlich wurden während der gesamten Untersuchungszeit 12 Kanal EKG-, Herzfrequenz- und Blutdruckwerte aufgezeichnet. Nach zeitgemäßer Beendigung der Rehabilitationseinheiten wird mit den zuvor genannten Untersuchungen die jeweilige Rehabilitationsphase abgeschlossen und der Status post gemessen.

6.6. Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen „IBM SPSS 22 Statistics“ und „Microsoft Excel 14.5.9“. Es wurde ein p-Wert von $\leq 0,05$ als statistisch signifikant interpretiert. Zur Darstellung der Signifikanzen wurden entweder die p-Werte ausgeschrieben oder ein Sternensystem verwendet: Ein Stern (*) bei einem Signifikanzniveau von $\leq 0,05$,

zwei Sterne (**) bei einem Signifikanzniveau von $\leq 0,001$, oder n.s. bei einem nicht signifikanten Ergebnis. Zur grafischen Darstellung wurden Excel-, GraphPad Prism 7 und SPSS-Diagramme und Tabellen verwendet.

Für die Beantwortung der primären Hypothese standen die statistischen Veränderungen der Gruppen Phase II Anfang/Ende, beziehungsweise Phase III Anfang/Ende, im Fokus der Auswertung. Die Kennwerte der Phase II und Phase III PatientInnen wurden auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Da alle untersuchten Parameter intervallskaliert waren, kam zur Überprüfung der Unterschiede der verschiedenen Messzeitpunkte der T-Test für gepaarte/unabhängige Stichproben zum Einsatz. Bei Nicht-Erfüllung der Voraussetzungen (Normalverteilung, Varianzhomogenität - Levene Test) wurde ein passendes Ersatzverfahren (Wilcoxon, Man-Whitney-U-Test) eingesetzt.

Um die Veränderungen jener PatientInnen, die vollständige Parameter zu drei verschiedenen Zeitpunkten aufwiesen zu messen, wurde eine ANOVA mit Messwiederholung durchgeführt. Falls die Voraussetzung (Sphärizität der Daten) erfüllt wurden, und ein Effekt festgestellt werden konnte, wurde die Bonferroni-Korrektur angewendet, um zu sehen, zu welchen Zeitpunkten die Veränderung auch signifikant war.

Um herauszufinden, ob der VO_{2max} - Anstieg mehr als 20 % vom Ausgangswert betrug, wurden zunächst die Quotienten aus VO_{2max} Enduntersuchung und VO_{2max} Einstiegsuntersuchung gebildet. Daraufhin wurde von den Quotienten 1,2 abgezogen und mittels one-sampled T-Test gegen 0 getestet.

H0:

$$\text{Erwartungswert} \left[\frac{VO2 \max (\text{Phase II Enduntersuchung})}{VO2 \max (\text{Phase II Einstiegsuntersuchung})} \right] \leq 1,2$$

H1:

$$\text{Erwartungswert} \left[\frac{VO2 \max (\text{Phase II Enduntersuchung})}{VO2 \max (\text{Phase II Einstiegsuntersuchung})} \right] \geq 1,2$$

Der Anteil der PatientInnen, die das Rehabilitationsziel (≥ 20 % VO_{2max} - Steigerung und/oder Leistungsfähigkeit von 100-120 % des TBS) erreichten, wurden in Prozent dargestellt.

Für die Prüfung der sekundären Hypothese (2) wurden zunächst die Anstiege von VO_{2max} und Watt max deskriptiv dargestellt. Danach wurden wiederum die Quotienten aus End- und Einstiegsuntersuchung gebildet und eine Pearson-, beziehungsweise Spearman Korrelation gerechnet.

7. Ergebnisse

7.1. Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit

7.1.1. Phase II (n = 132)

Tab. 12: Veränderungen von Anthropometrie und Leistungsparametern aus der Spiroergometrie aller Phase II PatientInnen														
Phase II Anfang männlich (n =101)					Phase II Ende männlich (n =101)					Veränderungen				
Merkmal	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	Δ (Range)	In Prozent	Test	p-Wert
Anthropometrie														
Gewicht (kg)	101	ja	50	88,2 ± 13,9	121	101	ja	51	87 ± 13,5	121	(-1),2 (2 bis -6)	-1,4%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Body Mass Index (BMI)	101	ja	17	28,3 ± 4,1	41,3	101	ja	17	28 ± 4	39,2	(-0,3 (0,7 bis -2,1)	-1,1%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Bauchumfang (cm)	101	ja	72	103,9 ± 10,1	131	101	ja	74	102,4 ± 10	124	(-1),5 (11 bis -13)	-1,4%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Leistungsparameter														
Belastungsdauer (Dezimalminuten)	101	ja	3,2	9,2 ± 2,3	15,1	101	ja	6,1	10,2 ± 2,1	17,1	1 (3,9 bis -3)	10,9%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Watt max	101	nein	50	163,5 ± 51,6	322	101	ja	80	186,8 ± 54,6	361	98 bis -22		Wilcoxon	<0,001
Watt pro kg	101	ja	0,6	1,9 ± 0,6	3,2	101	ja	0,9	2,2 ± 0,6	3,6	0,3 (1,1 bis -0,4)	15,8%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Leistung in % TBS	101	ja	40%	96,9% ± 26,6%	157%	101	ja	50%	111,2% ± 27,1%	173%	14,3 (54 bis -14)	14,8%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Hf max	101	ja	75	132,9 ± 24,2	203	101	ja	86	137,1 ± 23,7	196	4,2 (72 bis -62)	3,2%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
VO2 max (l/min)	101	ja	0,7	2,0 ± 0,6	4,2	101	nein	1	2,2 ± 0,6	4,6	1,1 bis -0,4		Wilcoxon	<0,001
rel. VO2 max (ml/kg/min)	101	ja	9,5	23,1 ± 6,1	37,1	101	ja	12	25,3 ± 6,4	42	2,2 (12,3 bis -4,3)	9,5%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Watt an VT1	101	nein	24	60	140	101	nein	30	75	200	68 bis -45		Wilcoxon	<0,001
Watt an VT2	101	nein	48	135	260	101	nein	60	150	325	80 bis -40		Wilcoxon	<0,001
Phase II Anfang weiblich (n = 31)														
Veränderungen														
Anthropometrie														
Gewicht (kg)	31	nein	54	74,8 ± 20,9	139	30	nein	53	74,4 ± 20,3	135	2 bis -4		Wilcoxon	<0,05
Body Mass Index (BMI)	31	nein	21	28 ± 6,2	43,9	30	nein	21	27,8 ± 6,1	42,6	0,8 bis -1,4		Wilcoxon	<0,05
Bauchumfang (cm)	31	nein	72	96,6 ± 16,7	142	30	ja	76	95,6 ± 16,6	136	6 bis -11		Wilcoxon	0,065
Leistungsparameter														
Belastungsdauer (Dezimalminuten)	31	ja	2,4	7,5 ± 2,7	14,6	31	ja	5,1	8,7 ± 2,6	16	1,2 (3,8 bis -2)	16,0%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Watt max	31	ja	41	103,9 ± 41,2	235	31	ja	63	120,5 ± 42,7	255	16,6 (45 bis -7)	16,0%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Watt pro kg	31	ja	0,3	1,4 ± 0,5	2,5	31	ja	0,6	1,7 ± 0,5	2,7	0,3 (0,6 bis -0,1)	21,4%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Leistung in % TBS	31	ja	24%	83,1% ± 26,2%	137%	31	ja	45%	96,5% ± 27,3%	148%	13,4 (33 bis -5)	16,1%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Hf max	31	ja	60	127,9 ± 28,3	176	31	ja	67	133,7 ± 27,4	187	5,8 (29 bis -20)	4,5%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
VO2 max (l/min)	31	ja	0,8	1,3 ± 0,4	2,7	31	ja	0,8	1,4 ± 0,5	2,9	0,1 (0,5 bis -0,3)	7,7%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
rel. VO2 max (ml/kg/min)	31	ja	8,5	18,1 ± 4,7	27,6	31	ja	12	19,9 ± 5,7	31	1,8 (6,7 bis -3,7)	9,9%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Watt an VT1	31	nein	21	48	105	31	nein	20	48	105	36 bis -24		Wilcoxon	0,052
Watt an VT2	31	nein	48	75	165	31	ja	48	96	195	45 bis -20		Wilcoxon	<0,05

Von den 227 Datensätzen wurden 132 PatientInnen (101 Männer, 31 Frauen) identifiziert, die eine Phase II Rehabilitation im IPAS Krems abgeschlossen hatten. Tabelle 12 zeigt die Veränderungen der anthropometrischen Werte und der Leistungsparameter.

Von den 101 Männern waren zu Beginn der Rehabilitation 78,2 % übergewichtig und/oder adipös. Es kam bei den männlichen Patienten zu einer geringen Reduktion von Gewicht (-1,4 %), BMI (-1,1 %) und Bauchumfang (-1,4 %). Die Reduktion war allerdings statistisch hochsignifikant ($p < 0.001$).

58,1 % der 31 Frauen waren zu Beginn übergewichtig oder adipös. Sowohl das Gewicht, als auch der BMI veränderten sich signifikant ($p < 0.05$). Der Bauchumfang der Frauen veränderte sich nicht signifikant.

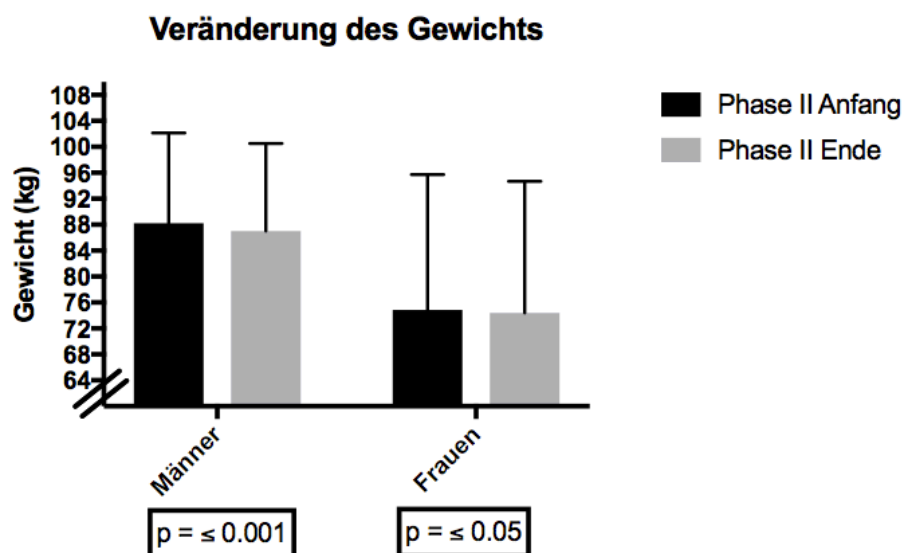


Abb. 1: Veränderung des Gewichts während der Phase II Rehabilitation

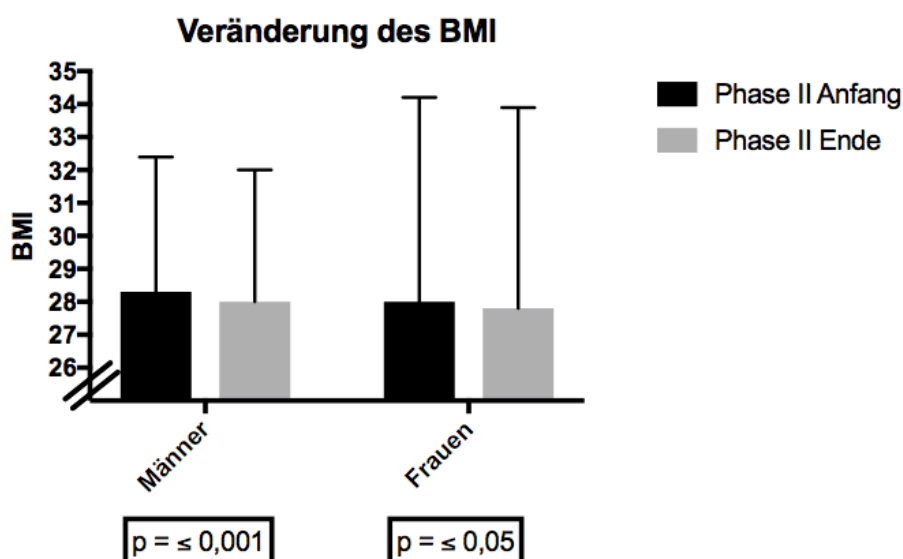


Abb. 2: Veränderung des BMI während der Phase II Rehabilitation

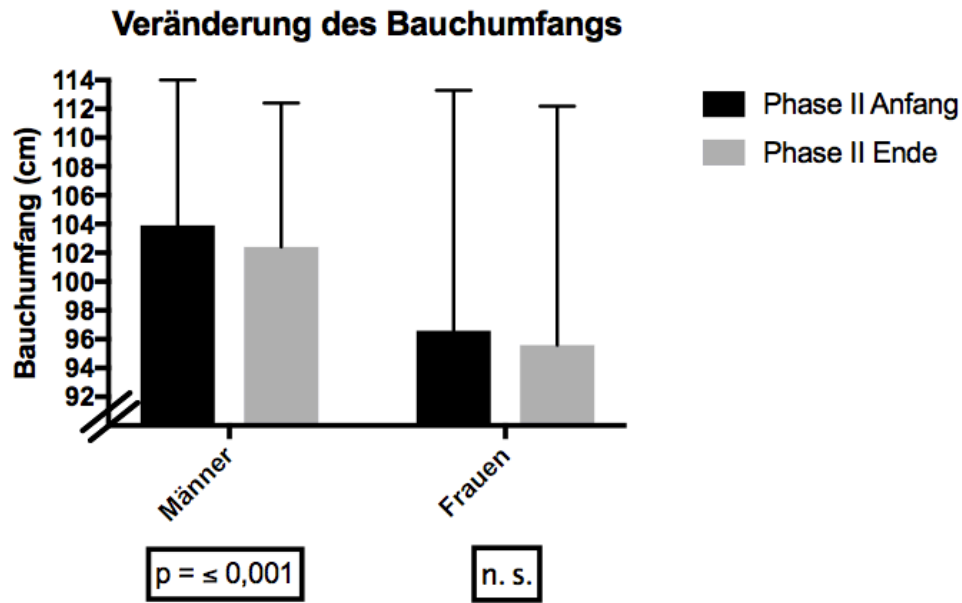


Abb. 3: Veränderung des Bauchumfangs während der Phase II Rehabilitation

Bei der Abschlussuntersuchung erreichten Frauen im Mittel eine durchschnittliche (96,5 %), Männer sogar eine etwas überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit (111,2 %) im Vergleich zu den Normwerten eines gleichaltrigen, gesunden Kollektivs.

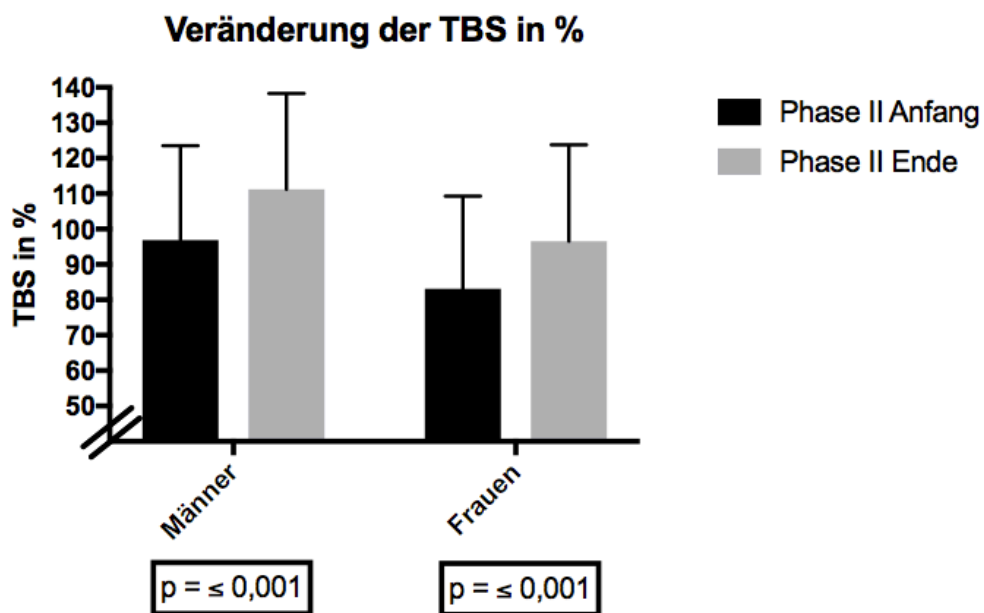


Abb. 4: Veränderung des tabellarischen Sollwerts während der Phase II Rehabilitation

Auch die maximale Herzfrequenz stieg sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen signifikant an ($p < 0,05$), was auf eine bessere Ausbelastung bei der Abschlussspiroergometrie hinweisen könnte.

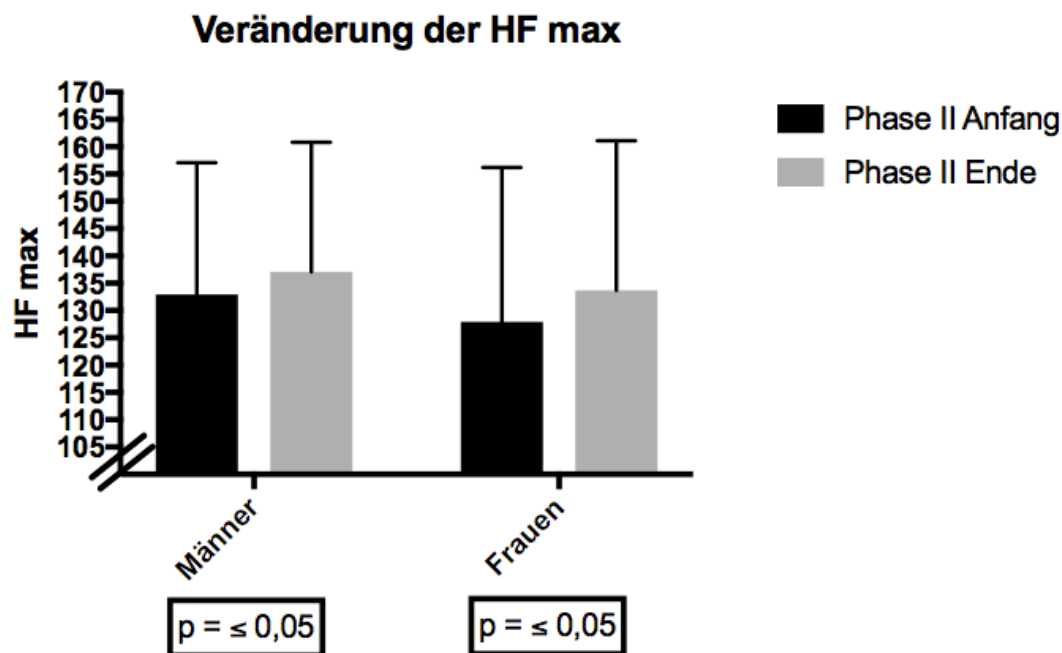


Abb. 5: Veränderung der maximalen Herzfrequenz während der Phase II Rehabilitation

Die maximale Wattleistung stieg bei den Männern von $163,5 \pm 51,6$ Watt auf $186,8 \pm 54,6$ Watt an (+98 bis -22 Watt). Bei den Frauen stieg die maximale Wattleistung von $103,9 \pm 41,2$ Watt auf $120,5 \pm 42,7$ Watt an (+45 bis -7 Watt).

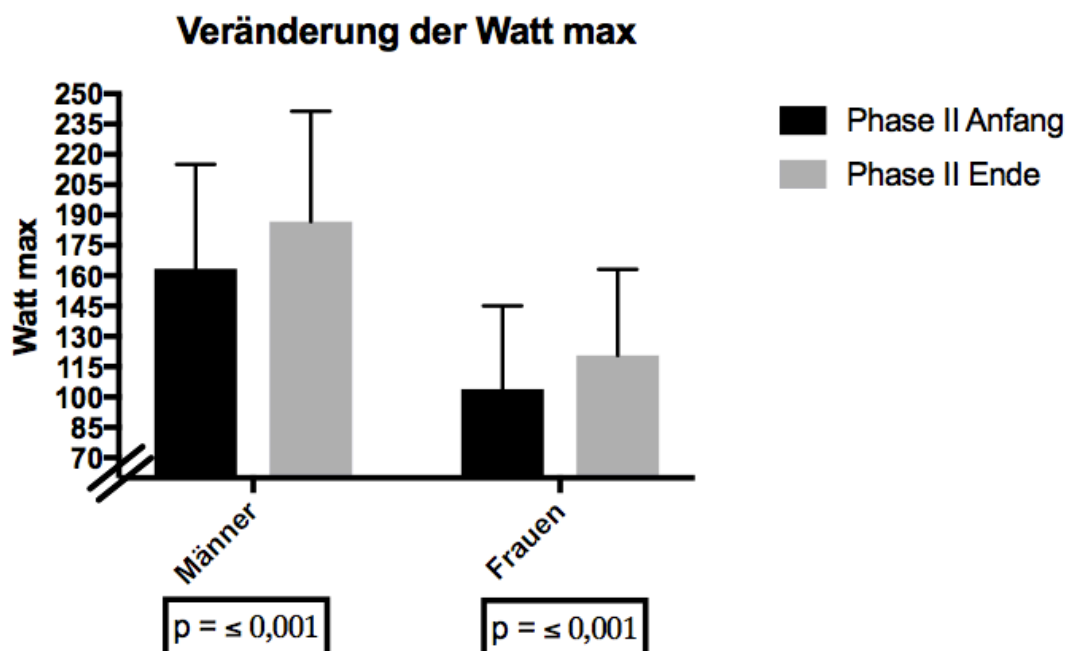


Abb. 6: Veränderung der maximalen Wattleistung während der Phase II Rehabilitation

Die relative Wattleistung (Watt pro kg) stieg bei den Männern um 0,3 Watt von $1,9 \pm 0,6$ Watt pro kg auf $2,2 \pm 0,6$ Watt pro kg an (+1,1 bis -0,4 Watt pro kg). Frauen verbesserten sich von $1,4 \pm 0,5$ Watt pro kg auf $1,7 \pm 0,5$ Watt pro kg.

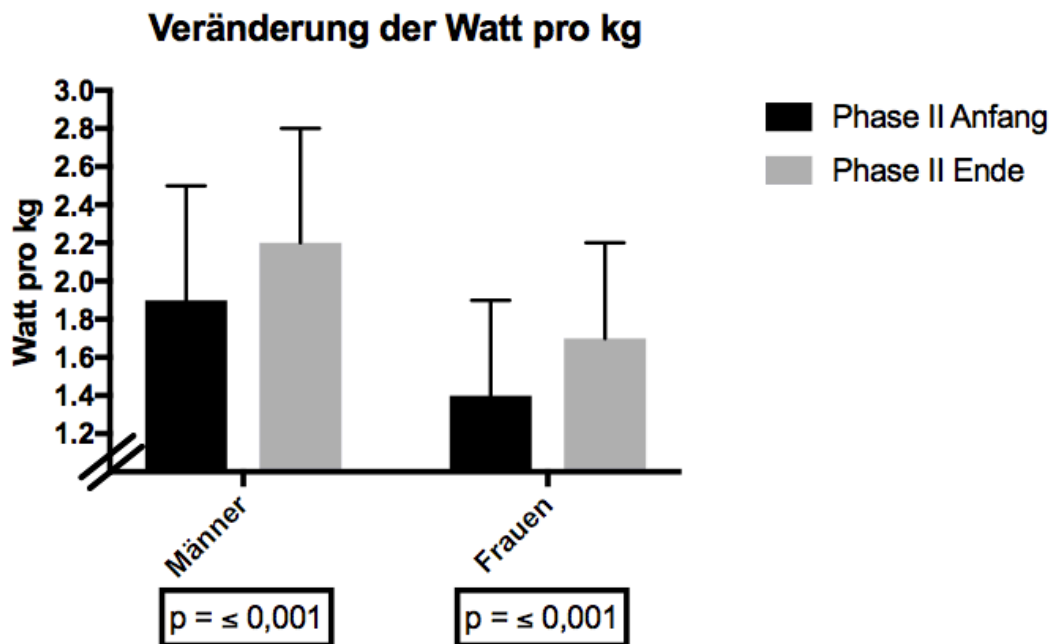


Abb. 7: Veränderung der relativen Wattleistung während der Phase II Rehabilitation

Die maximale Sauerstoffaufnahme erhöhte sich bei den Männern von $2,0 \pm 0,6$ L/min auf $2,2 \pm 0,6$ L/min (+1,1 bis -0,4 L/min). Die VO_{2max} konnte bei den Frauen um 0,1 L/min von $1,3 \pm 0,4$ L/min auf $1,4 \pm 0,5$ L/min gesteigert werden (+0,5 bis -0,3 L/min).

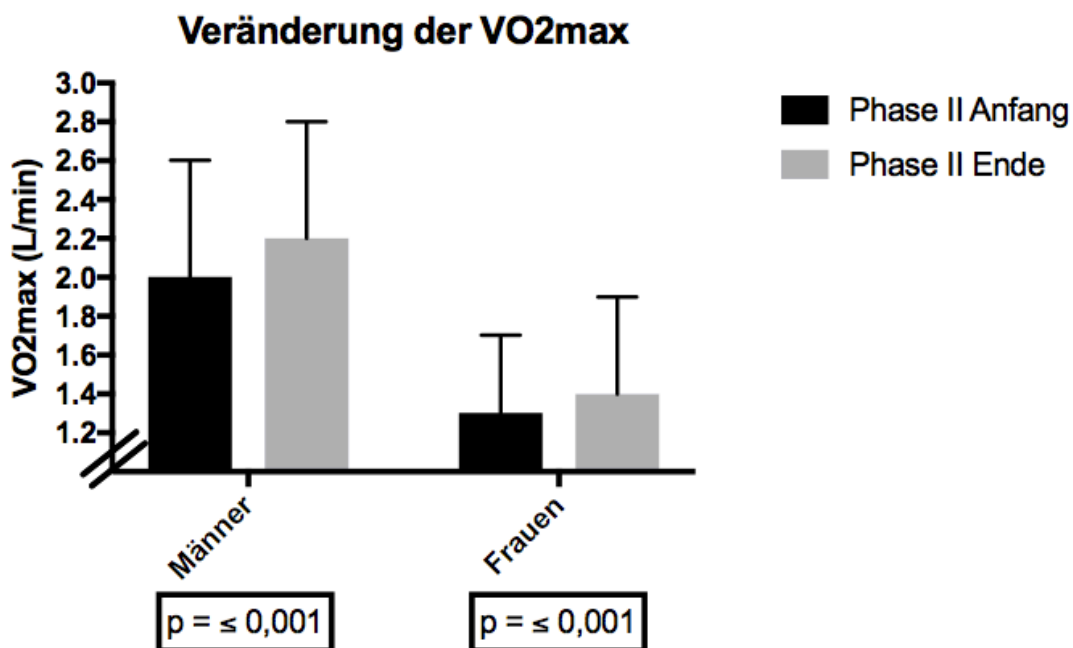


Abb. 8: Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme während der Phase II Rehabilitation

Auch die relative VO_2max konnte bei den Männern um 2,2 ml/kg/min (+12,3 bis -4,3 ml/kg/min) gesteigert werden (+9,5 %). Die relative VO_2max stieg bei den Frauen von $18,1 \pm 4,7$ ml/kg/min auf $19,9 \pm 5,7$ ml/kg/min an (+6,7 bis -3,7 ml/kg/min). Das entspricht einer Verbesserung von 1,8 ml/kg/min (+9,9 %).

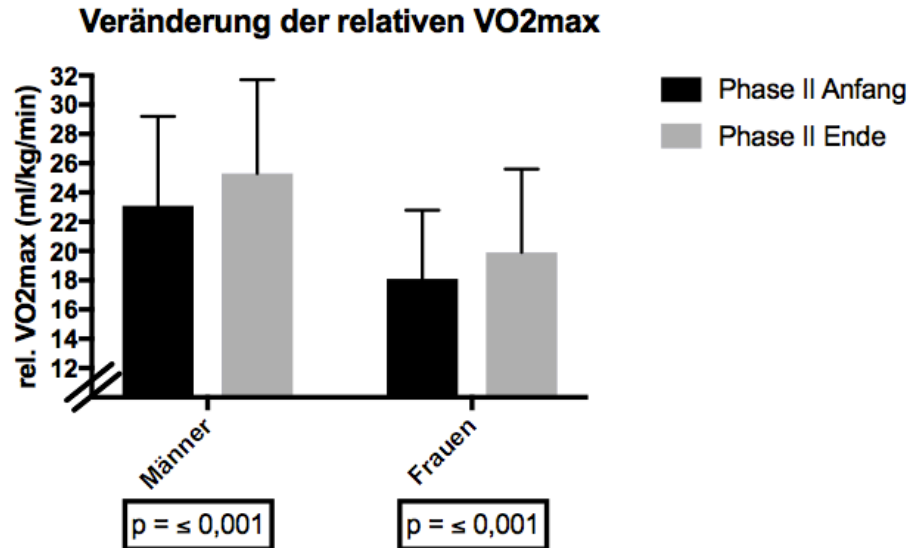


Abb. 9: Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme während der Phase II Rehabilitation

Die Leistung an der VT1 stieg bei den männlichen Patienten hochsignifikant von 60 Watt (Range: 116 Watt) auf 75 Watt (Range: 170 Watt) im Median an. Die Veränderung der Wattleistung lag zwischen 68 und -45 Watt und war somit breit gestreut. Die Leistung an der VT1 blieb bei den weiblichen Patienten im Median bei 48 Watt (Range: 27 Watt Anfang Phase II, 85 Watt Ende Phase II). Die Veränderung der Wattleistung der Frauen lag zwischen 36 bis -24 Watt.

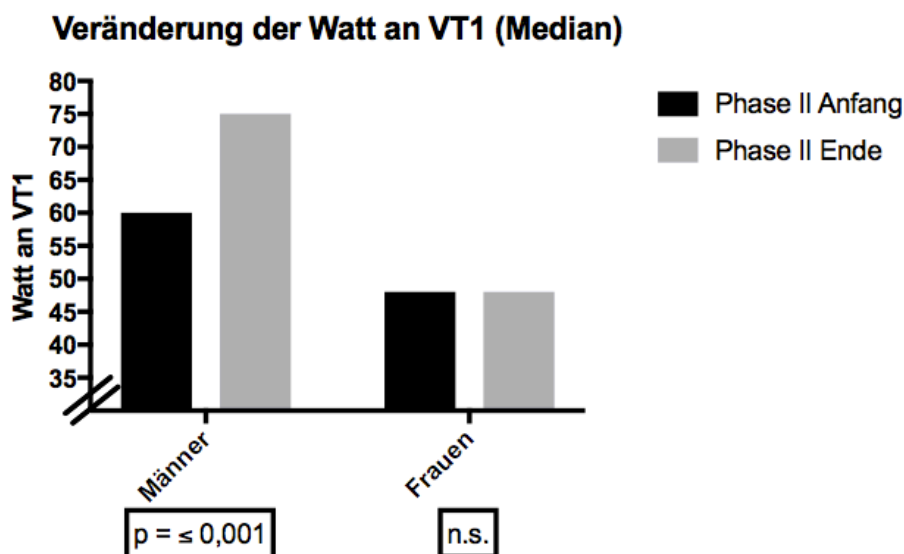


Abb. 10: Veränderung der Watt an VT1 während der Phase II Rehabilitation

Die Wattleistung an der VT2 verbesserte sich bei dem männlichen Patienten im Median von 135 Watt (Range: 212 Watt) auf 150 Watt (Range: 265 Watt). Die Veränderung der Wattleistung lag zwischen +80 und -40 Watt. Bei den Frauen stieg die Wattleistung an der VT2 von 75 Watt (Range: 117 Watt) auf 96 Watt (Range: 147 Watt) im Median an. Die Veränderung der Wattleistung lag zwischen +45 und -20 Watt.

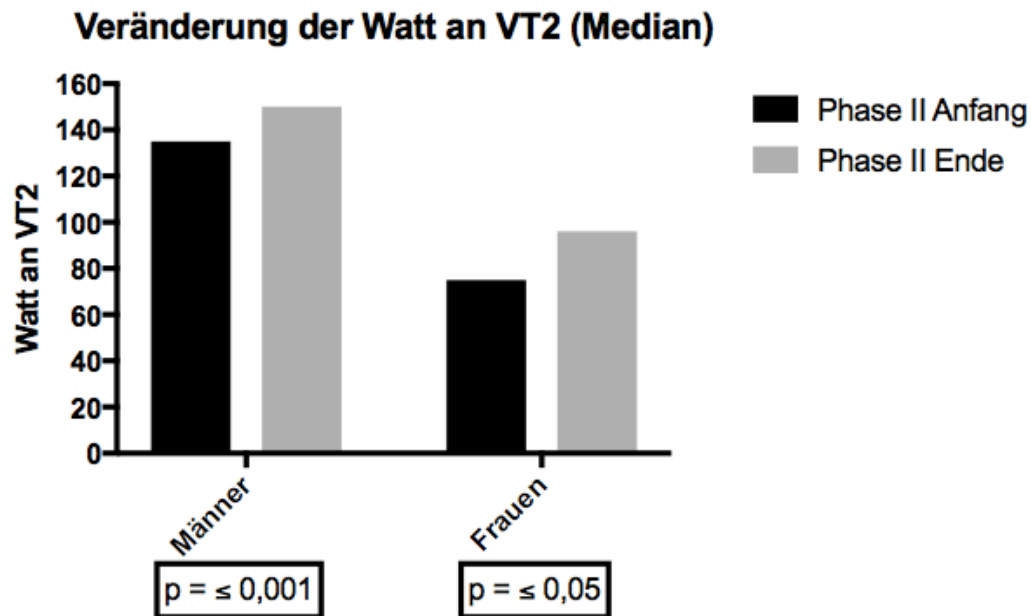


Abb. 11: Veränderung der Watt an VT2 während der Phase II Rehabilitation

7.1.2. Vergleich des Phase II Settings – ambulant oder stationär (n = 57)

In diesem Kapitel werden die Parameter der Phase III zu den Zeitpunkten t1 und t2, also in Abhängigkeit davon, ob die Phase II ambulant (im IPAS Krems) oder stationär durchgeführt wurde, miteinander verglichen. Aus der ambulanten Phase II Gruppe konnten 30 männliche Patienten in die statistische Analyse miteinbezogen werden. In der stationären Phase II Gruppe wurden 27 männliche Patienten ausgewertet. Wie bereits bei der Gruppenbildung erwähnt wurden die Frauen bei der statistischen Auswertung exkludiert, da der Frauenanteil in den Gruppen „stationäre Phase II“, „ambulante Phase II“ (drei, bzw. sieben Frauen) zu gering war.

In Tabelle 13 ist der Vergleich der Gruppen zum Zeitpunkt Baseline (t2) und zum Zeitpunkt Phase III Enduntersuchung (t3) dargestellt. Die Auswertung der Baseline Werte (t2) ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich Anthropometrie und Leistungsparametern. Auch bei den Ergebnissen der Abschlussuntersuchung können keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im Hinblick auf Anthropometrie und Leistungsparameter der Spiroergometrie festgestellt werden. Dieses Ergebnis erlaubt es nun im folgenden Kapitel die Phase III in ihrer Gesamtheit auf Veränderungen zu überprüfen.

Tab. 13: Gruppenunterschiede der Baseline- und Abschlusswerte - Phase III														
ambulante Phase II Anfang (n = 30)						stationäre Phase II Anfang (n = 27)						Unterschiede		
Merkmal	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	Δ	VH	Test	p-Wert
Anthropometrie														
Gewicht (kg)	30	ja	60	86,4 ± 15,8	121	27	ja	65	85,9 ± 14,1	119	0,5	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,912
Body Mass Index (BMI)	30	ja	18	28,4 ± 4,6	39,2	27	ja	21	27,2 ± 4,3	37,6	1,2	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,344
Bauchumfang (cm)	30	ja	80	102,6 ± 10,9	124	27	nein	87	96	125			U-Test	0,259
Leistung														
Belastungsdauer (Dezimalminuten)	30	ja	6,1	9,5 ± 2	14,1	27	ja	6,4	10,9 ± 3,1	19,1	1,4	ja	U-Test	0,054
Watt max	30	ja	80	182,2 ± 55,2	300	27	ja	96	189 ± 57,4	300	6,8	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,652
Watt pro kg	30	ja	1,1	2,1 ± 0,6	3,6	27	ja	1	2,2 ± 0,7	3,8	0,1	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,564
Leistung in % TBS	30	nein	68%	101,50%	173%	27	ja	56%	107,4% ± 30,3%	179%			U-Test	0,660
Hf max	30	ja	86	132,9 ± 21,6	171	27	ja	76	138,9 ± 22,8	179	6	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,309
VO2 max (l/min)	30	ja	1	2,1 ± 0,6	3,6	27	ja	1,1	2,2 ± 0,6	3,4	0,1	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,638
rel. VO2 max (ml/kg/min)	30	ja	14	25,1 ± 5,9	36,2	27	ja	12,5	26,3 ± 7,7	43,8	1,2	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,498
Watt an VT1	30	nein	36	80	140	27	ja	24	73,8 ± 30	140			U-Test	0,470
Watt an VT2	30	ja	70	146,2 ± 42,6	240	27	ja	72	146,4 ± 40,2	225	0,2	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,982
ambulante Phase II Ende (n = 30)						stationäre Phase II Ende (n = 27)						Unterschiede		
Anthropometrie														
Gewicht (kg)	28	ja	59	86,6 ± 15,7	111	25	ja	67	86,5 ± 14,2	120	0,1	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,974
Body Mass Index (BMI)	28	ja	17	28,5 ± 4,7	38,9	25	ja	20,2	27,4 ± 4,4	37,9	1,1	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,454
Bauchumfang (cm)	28	ja	80	101,9 ± 10,7	122	25	ja	86	100 ± 11,3	125	1,9	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,547
Leistung														
Belastungsdauer (Dezimalminuten)	30	ja	7	10,1 ± 2	14,4	26	ja	6,4	10,2 ± 2,2	14,5	0,1	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,828
Watt max	30	ja	80	195,2 ± 58,1	308	26	ja	109	212,9 ± 64	333	17,7	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,186
Watt pro kg	30	ja	1,1	2,3 ± 0,6	3,6	26	ja	1,1	2,5 ± 0,8	4,2	0,2	nein	U-Test	0,237
Leistung in % TBS	30	ja	69%	121,7% ± 32,1%	181%	26	ja	64%	121,3% ± 33,7%	200%		ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,796
Hf max	30	ja	88	139,6 ± 23,3	184	26	ja	114	146,1 ± 20,1	176	6,5	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,244
VO2 max (l/min)	30	ja	1	2,2 ± 0,7	3,6	26	ja	1,1	2,3 ± 0,7	3,3	0,1	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,686
rel. VO2 max (ml/kg/min)	30	ja	11	26,4 ± 6,6	36,9	26	ja	12,7	26,7 ± 7,8	38,1	0,3	nein	U-Test	0,620
Watt an VT1	30	nein	27	77,5	160	26	nein	45	100	140			U-Test	0,182
Watt an VT2	30	ja	63	154,3 ± 50,1	250	26	ja	75	166,2 ± 49,9	250	11,9	ja	T-Test für unabhängige Stichproben	0,269

7.1.3. Phase III (n = 67)

Tab. 14: Veränderungen von Anthropometrie und Leistungsparametern aus der Spiroergometrie aller Phase III PatientInnen														
Phase III Anfang männlich (n = 57)					Phase III Ende männlich (n = 57)					Veränderungen				
Merkmal	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	Δ (Range)	In Prozent	Test	p-Wert
Anthropometrie														
Gewicht (kg)	53	ja	60	85,9 ± 14,9	121	53	ja	59	86,5 ± 14,8	120	0,7 (7 bis -12)	0,8%	T-Test für abhängige Stichproben	0,970
Body Mass Index (BMI)	53	ja	18	27,8 ± 4,5	39,2	53	ja	17	28 ± 4,6	38,9	0,2 (2 bis -3,6)	0,7%	T-Test für abhängige Stichproben	0,952
Bauchumfang (cm)	53	nein	80	100	125	53	nein	80	103	125	10 bis -12		Wilcoxon	0,122
Leistungsparameter														
Belastungsdauer (Dezimalminuten)	57	ja	6,1	10,2 ± 2,7	19,1	57	ja	6,4	10,2 ± 2,1	14,5	0 (3,5 bis -4,6)	-	T-Test für abhängige Stichproben	0,524
Watt max	57	ja	80	185,4 ± 55,9	300	57	ja	80	203,4 ± 61	333	18 (71 bis -27)	9,7%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Watt pro kg	57	ja	1	2,2 ± 0,7	3,8	57	ja	1,1	2,4 ± 0,7	4,2	0,2 (0,8 bis -0,3)	9,1%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Leistung in % TBS	57	ja	56%	110,1% ± 30,5%	179%	57	ja	64%	121,5% ± 32,6%	200%	11,4 (37 bis -17)	10,3%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Hf max	57	ja	76	135,7 ± 22,2	179	57	ja	88	142,7 ± 21,9	184	7 (55 bis -18)	5,2%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
VO2 max (l/min)	57	ja	1	2,2 ± 0,6	3,6	57	ja	1	2,3 ± 0,7	3,7	0,1 (0,7 bis -0,6)	4,5%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
rel. VO2 max (ml/kg/min)	57	ja	13	25,7 ± 6,8	43,8	57	ja	11	26,5 ± 7,1	38,1	0,8 (9,2 bis -6,1)	3,1%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
Watt an VT1	57	nein	24	75	140	57	nein	27	90	160	69 bis -53		Wilcoxon	<0,001
Watt an VT2	57	ja	70	146,3 ± 41,1	240	57	ja	63	159,8 ± 49,9	250	13,5 (70 bis -56)	9,2%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,001
Phase III Anfang weiblich (n = 10)					Phase III Ende weiblich (n = 10)					Veränderungen				
Anthropometrie														
Gewicht (kg)	7	nein	55	66,3 ± 10,1	86	7	nein	57	64,9 ± 7,4	80	2 bis -6		Wilcoxon	1,000
Body Mass Index (BMI)	7	ja	21	25,3 ± 3,7	31,6	7	ja	21	24,2 ± 2,5	28,3	(-1,1 (0,8 bis -2,2)	-4,3%	T-Test für abhängige Stichproben	0,685
Bauchumfang (cm)	7	ja	79	90,6 ± 10,5	111	7	ja	76	86,1 ± 7,4	97	(-4,5 (2 bis -7)	-5,0%	T-Test für abhängige Stichproben	0,107
Leistungsparameter														
Belastungsdauer (Dezimalminuten)	10	ja	4	6,7 ± 1,8	9,0	10	ja	5,1	8,1 ± 1,7	11	1,4 (2,5 bis -0,1)	20,9%	T-Test für abhängige Stichproben	0,001
Watt max	10	ja	60	94,7 ± 24,4	122	10	ja	73	110 ± 22,5	145	15,3 (30 bis -2)	16,2%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
Watt pro kg	10	ja	0,8	1,4 ± 0,4	2,0	10	ja	1	1,7 ± 0,4	2,3	0,3 (0,5 bis -0,1)	21,4%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
Leistung in % TBS	10	ja	49%	80,6% ± 18,2%	98%	10	ja	61%	95% ± 15,6%	114%	14,4 (27 bis -2)	17,9%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
Hf max	10	ja	80	122 ± 28,8	164	10	ja	97	130,1 ± 23	171	8,1 (25 bis -8)	6,6%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
VO2 max (l/min)	10	ja	0,7	1,2 ± 0,4	1,8	10	ja	1	1,4 ± 0,3	2	0,2 (0,4 bis -0,1)	16,7%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
rel. VO2 max (ml/kg/min)	10	ja	9,2	18,1 ± 6	28,0	10	ja	13	21,3 ± 5,4	31,6	3,2 (5,8 bis -1,9)	17,7%	T-Test für abhängige Stichproben	<0,05
Watt an VT1	10	ja	24	41,3 ± 13,6	60	10	ja	24	45,1 ± 17,4	75	3,8 (15 bis -12)	9,2%	T-Test für abhängige Stichproben	0,104
Watt an VT2	10	ja	48	77	105	10	nein	60	82	120	24 bis -12		Wilcoxon	0,090

Es konnten 67 PatientInnen (57 Männer, 10 Frauen) identifiziert werden, die eine Phase III Rehabilitation abschließen konnten. Tabelle 14 zeigt die Veränderungen der anthropometrischen Werte und der Leistungsparameter. Bei den Phase III PatientInnen veränderten sich die anthropometrischen Werte nicht.

Bei der Abschlussuntersuchung zeigten Frauen im Mittelwert eine durchschnittliche (95 %), Männer sogar eine überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit (121,5 %) im Vergleich zu den Normwerten eines gleichaltrigen, gesunden Kollektivs. Beide Steigerungen waren statistisch (hoch)signifikant.

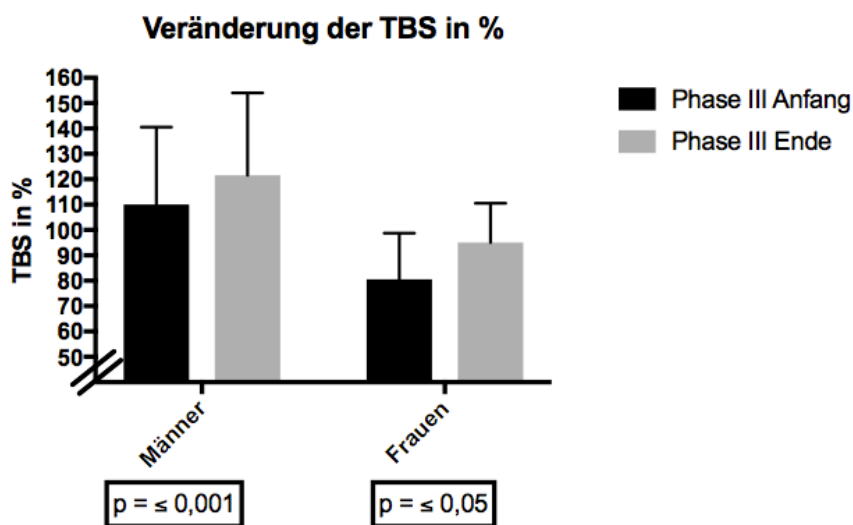


Abb. 12: Veränderung der tabellarischen Sollleistung während der Phase III Rehabilitation

Die maximale Wattleistung stieg bei den Männern von $185,4 \pm 55,9$ Watt auf $203,4 \pm 61$ Watt an, eine Steigerung von 18 Watt oder 9,7 %. Bei den Frauen stieg die maximale Wattleistung stieg von $94,7 \pm 24,4$ Watt auf $110 \pm 22,5$ Watt an (+30 bis -2 Watt). Das entspricht einer Steigerung von 15,3 Watt, beziehungsweise 16,2 %.

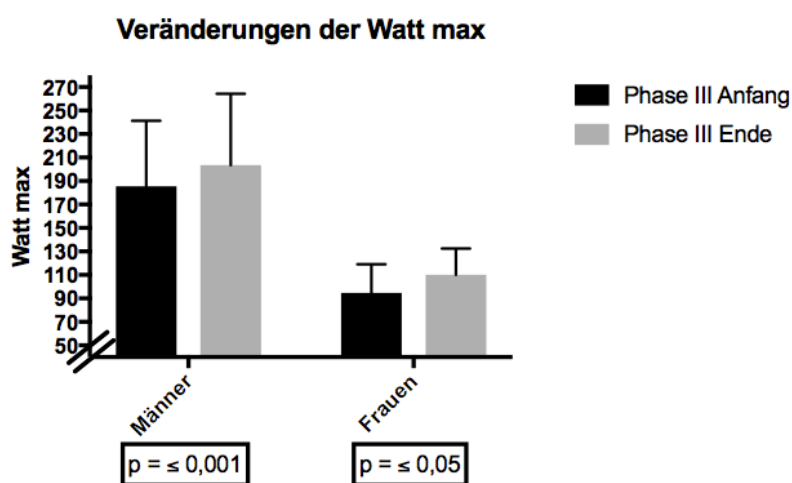


Abb. 13: Veränderung der maximalen Wattleistung während der Phase III Rehabilitation

Die relative Wattleistung konnte bei den Männern um 0,2 Watt pro kg von $2,2 \pm 0,7$ auf $2,4 \pm 0,7$ Watt pro kg gesteigert werden. Bei den Frauen stieg die relative Wattleistung um 0,3 Watt pro kg von $1,4 \pm 0,7$ auf $1,7 \pm 0,7$ Watt pro kg an.

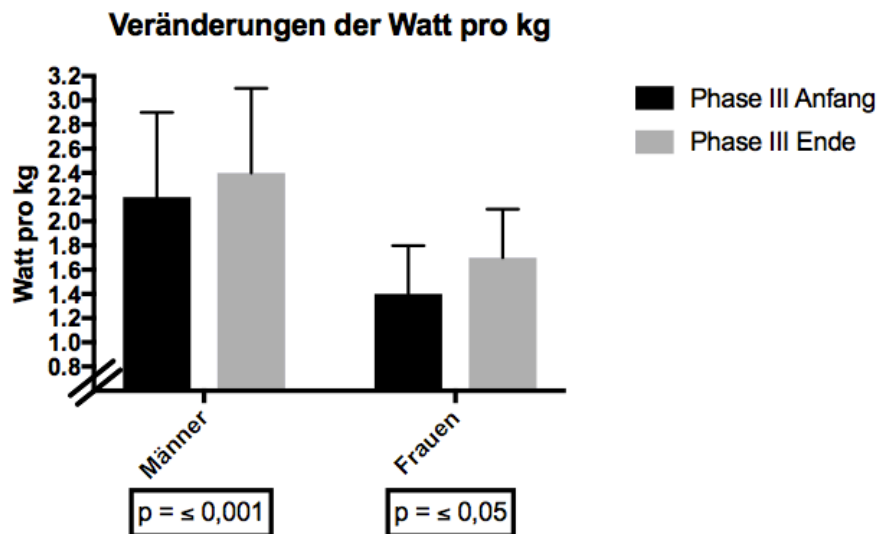


Abb. 14: Veränderung der relativen Wattleistung während der Phase III Rehabilitation

Die maximale Sauerstoffaufnahme stieg bei den Männern von $2,2 \pm 0,6$ L/min auf $2,3 \pm 0,7$ L/min an (+0,7 bis -0,6 L/min). Die VO_{2max} konnte bei den Frauen von $1,2 \pm 0,4$ L/min auf $1,4 \pm 0,3$ L/min verbessert werden (+0,4 bis -0,1 L/min).

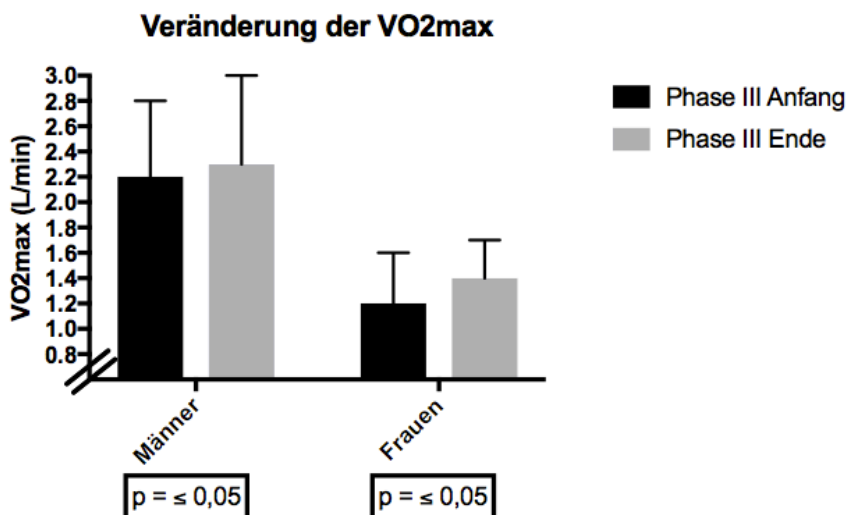


Abb. 15: Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme während der Phase III Rehabilitation

Die relative VO_{2max} konnte bei den Männern von $25,7 \pm 6,8$ ml/kg/min auf $26,5 \pm 7,1$ ml/kg/min verbessert werden. Die Frauen verbesserten die relative VO_{2max} von $18,1 \pm 6$ ml/kg/min auf $21,3 \pm 5,4$ ml/kg/min, eine Steigerung von 3,2 ml/kg/min oder 17,7 %.

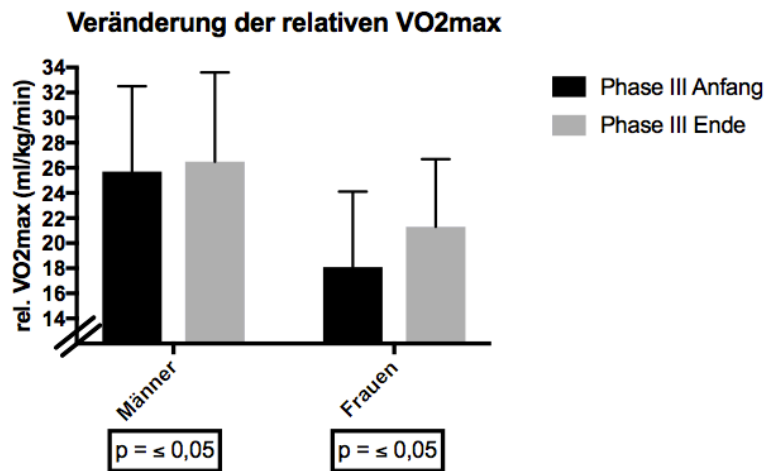


Abb. 16: Veränderung der relativen Sauerstoffaufnahme während der Phase III Rehabilitation

Die Leistung bei VT1 stieg nur bei den Männern signifikant an. Sie verbesserten die Wattleistung an der VT1 von 77 Watt (Range: 116 Watt) auf 82 Watt (Range: 133 Watt) im Median. Bei den Frauen war die Leistungssteigerung an der VT1 nicht signifikant.

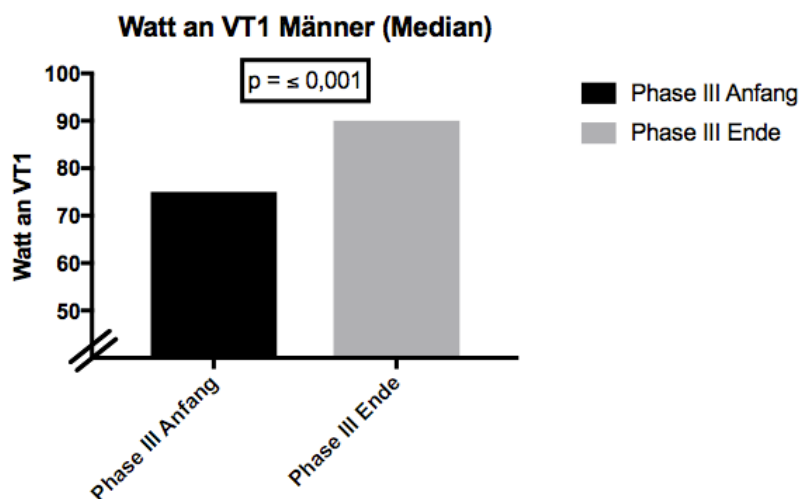


Abb. 17: Veränderung der Watt an der VT1 der Männer während der Phase III Rehabilitation

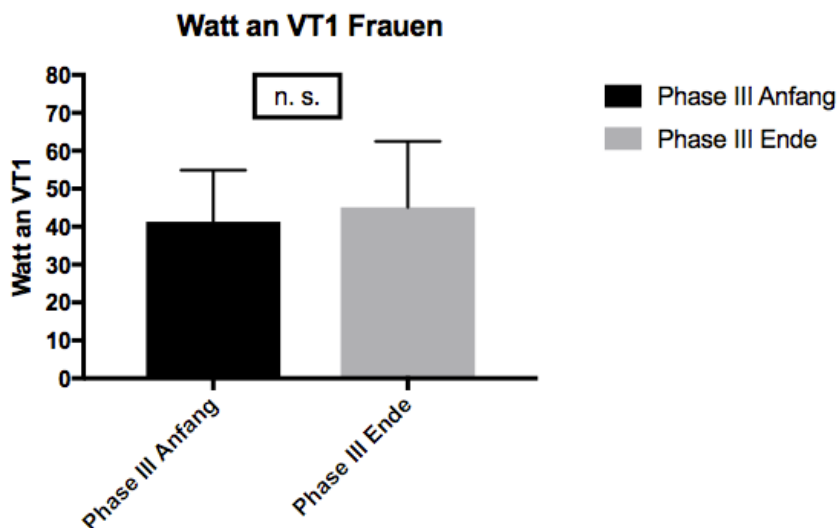


Abb. 18: Veränderung der Watt an der VT1 der Frauen während der Phase III Rehabilitation

Auch die Leistung bei VT2 verbesserte sich nur bei den männlichen Patienten signifikant.

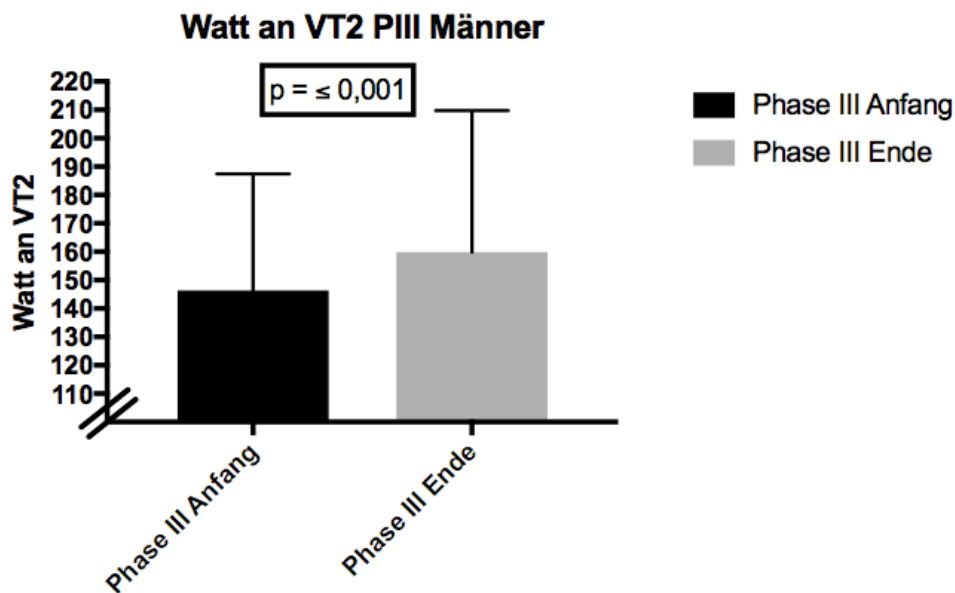


Abb. 19: Veränderung der Watt an der VT2 der Männer während der Phase III Rehabilitation

Die weiblichen Patienten verbesserten die Wattleistung an der VT2, jedoch war die Verbesserung nicht signifikant.

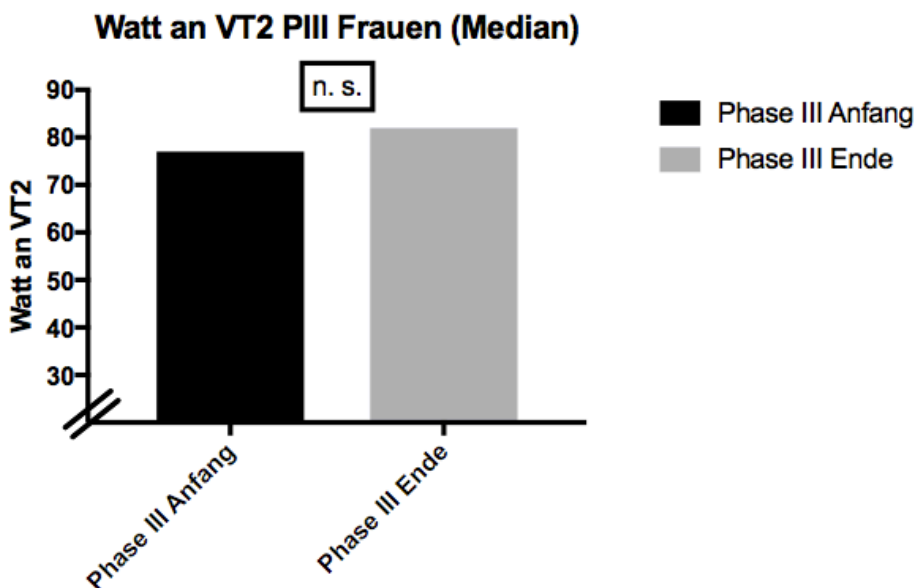


Abb. 20: Veränderung der Watt an der VT2 der Frauen während der Phase III Rehabilitation

7.1.4. Alle Phasen (Phase II + Phase III, n = 30)

30 männliche Patienten konnten sowohl die Phase II, als auch die Phase III erfolgreich abschließen. In Tabelle 15 werden die Veränderungen der anthropometrischen Werte und der Leistungsparameter an drei Messzeitpunkten (Eingangsuntersuchung Phase II (t0) bis Enduntersuchung Phase III (t2)) dargestellt. Die Leistungsfähigkeit verbesserte sich in beiden Rehabilitationsphasen, der Haupteffekt zeigte sich allerdings in Phase II.

Tab. 15: Veränderungen von Anthropometrie und Leistungsparametern aus der Spiroergometrie bei drei Messzeitpunkten - Phase II und III

Phase II Anfang (t0)						Phase II Ende (t1)						Phase III Ende (t2)						Veränderungen					
Merkmal	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	n	NV	Min	MW ± SD/Median	Max	Test	p-Wert	t0 zu t1	t1 zu t2	t0 zu t2			
Anthropometrie																							
Gewicht (kg)	30	ja	60	87,5 ± 16,4	121	30	ja	60	86,4 ± 15,8	121	30	ja	59	86,6 ± 15,7	111	ANOVA m. Messwiederholung	0,051	-	-	-			
Body Mass Index (BMI)	30	ja	18,2	28,7 ± 4,8	41,3	30	ja	18,2	28,4 ± 4,6	39,2	30	ja	16,8	28,5 ± 4,7	38,9	ANOVA m. Messwiederholung	0,087	-	-	-			
Bauchumfang (cm)	30	ja	81	104,4 ± 11,5	131	30	ja	80	102,1 ± 10,8	124	30	ja	80	101,9 ± 10,7	122	ANOVA m. Messwiederholung	<0,05	<0,05	0,683	<0,05			
Leistungsparameter																							
Belastungsdauer (Dezimalminu	30	ja	3,2	8,7 ± 2,3	14,0	30	ja	6,6	9,8 ± 2	14,0	30	ja	7	10,1 ± 2	14,4	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,001	0,658	<0,001			
Watt max	30	ja	50	162,8 ± 51,1	260	30	ja	80	183,5 ± 54,8	300	30	ja	80	195,2 ± 58,1	308	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001			
Watt pro kg	30	ja	0,6	1,9 ± 0,6	3,1	30	ja	1,1	2,1 ± 0,6	3,6	30	ja	1,1	2,3 ± 0,6	3,6	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001			
Leistung in % TBS	30	ja	45%	99,8% ± 30%	154%	30	ja	68%	113% ± 31%	173%	30	ja	69%	121,7% ± 32,1%	181%	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001			
Hf max	30	ja	75	132,3 ± 23,8	190	30	ja	86	133,2 ± 23	171	30	ja	88	139,6 ± 23,3	184	ANOVA m. Messwiederholung	<0,05	1,000	<0,05	<0,05			
VO2 max (l/min)	30	ja	0,7	2 ± 0,6	3,6	30	ja	1	2,1 ± 0,6	3,6	30	ja	1	2,3 ± 0,7	3,7	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,05	0,274	<0,001			
rel. VO2 max (ml/kg/min)	30	ja	9,5	23,3 ± 6,5	36,2	30	ja	13,7	25,1 ± 5,9	36,2	30	ja	11	26,4 ± 6,6	36,9	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,001	0,191	<0,001			
Watt an VT1	30	nein	24	60	140	30	nein	36	75	140	30	nein	27	77,5	160	Friedman	<0,05	0,206	0,081	<0,05			
Watt an VT2	30	ja	48	130,8 ± 42,9	200	30	ja	70	144,8 ± 39,8	220	30	ja	63	154,3 ± 50,1	250	ANOVA m. Messwiederholung	<0,001	<0,001	0,101	<0,001			

Die Patienten konnten im Laufe der gesamten Rehabilitation das Gewicht von $87,2 \pm 16,4$ kg auf $86,6 \pm 15,7$ reduzieren. Dieser Effekt war zu keinem Zeitpunkt signifikant.

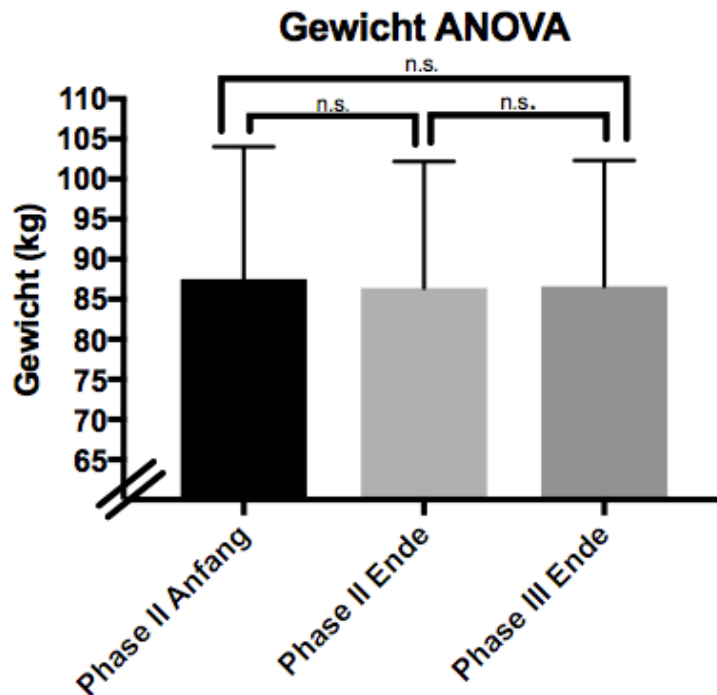


Abb. 21: Veränderung des Gewichts über beide Rehabilitationsphasen

Auch der BMI konnte in keiner der Phasen signifikant gesenkt werden.

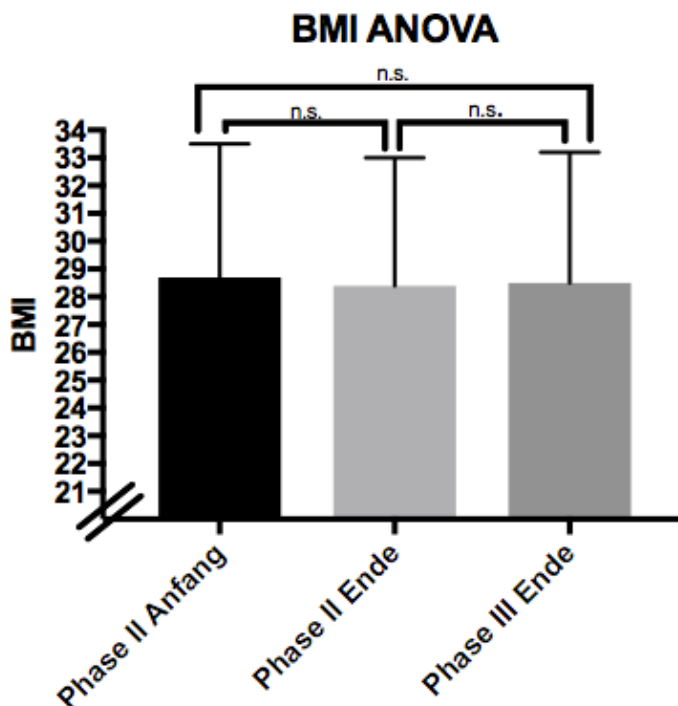


Abb. 22: Veränderung des BMI über beide Rehabilitationsphasen

Es gab einen signifikanten Effekt beim Bauchumfang der Patienten. Obwohl die Patienten ihren Bauchumfang über den gesamten Zeitraum um lediglich 2,5 cm reduzieren konnten, war dieser Effekt von t0 bis t1 und von t0 bis t2 statistisch signifikant.

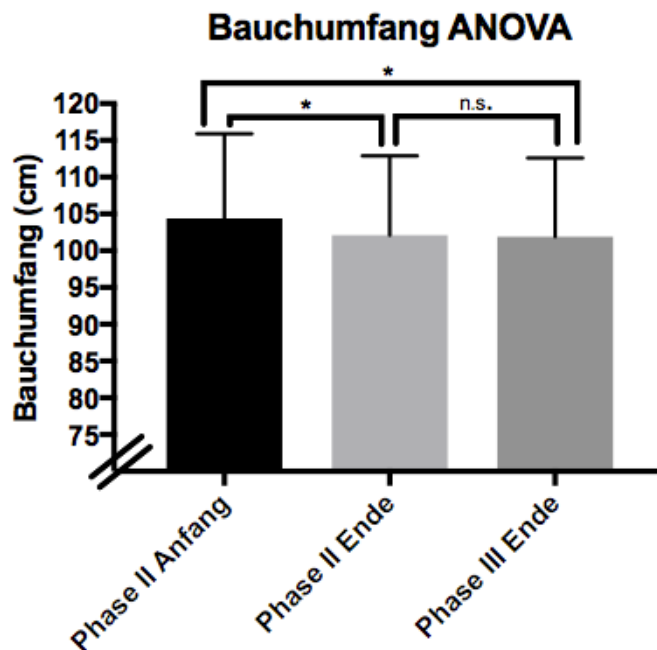


Abb. 23: Veränderung des Bauchumfangs über beide Rehabilitationsphasen

Bei der Leistungsfähigkeit als Prozentsatz der tabellarischen Sollleistung zeigte sich ein (hoch)signifikanter Effekt zu allen Zeitpunkten.

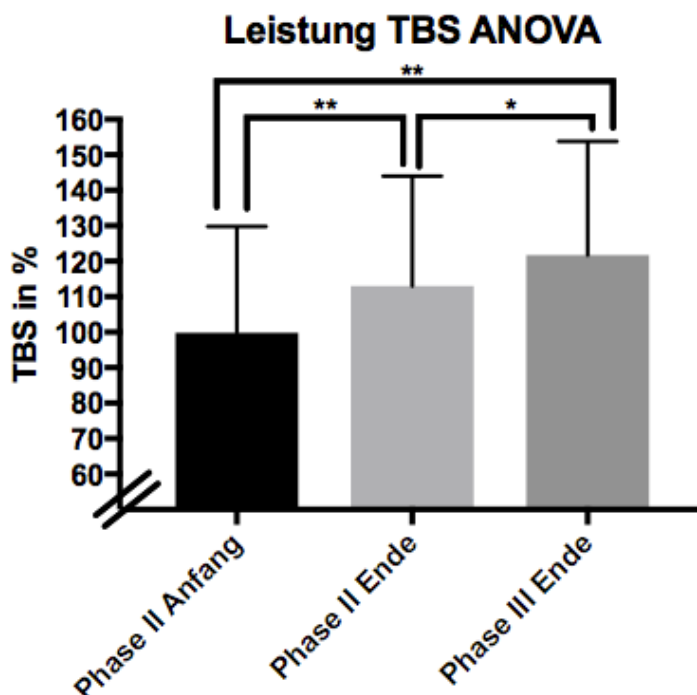


Abb. 24: Veränderung des Bauchumfangs über beide Rehabilitationsphasen

Die maximale Wattleistung konnte über die gesamte Rehabilitationszeit von $162,8 \pm 51,1$ Watt auf $195,2 \pm 58,1$ Watt gesteigert werden. Das entspricht einer Verbesserung von 19,9 %. Die Verbesserung war sowohl über die gesamte Zeit, als auch zu allen Einzel-Endzeitpunkten, signifikant oder hochsignifikant.

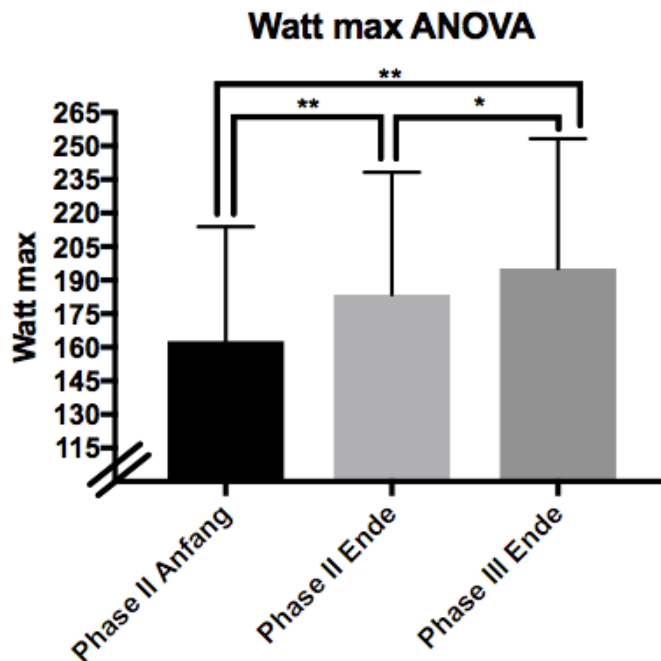


Abb. 25: Veränderung der maximalen Wattleistung über beide Rehabilitationsphasen

Die relative Wattleistung verbesserte sich von $1,9 \pm 0,6$ Watt (t_0) auf $2,3 \pm 0,6$ Watt. Auch dieser Effekt war zu allen Zeitpunkten signifikant oder hochsignifikant.

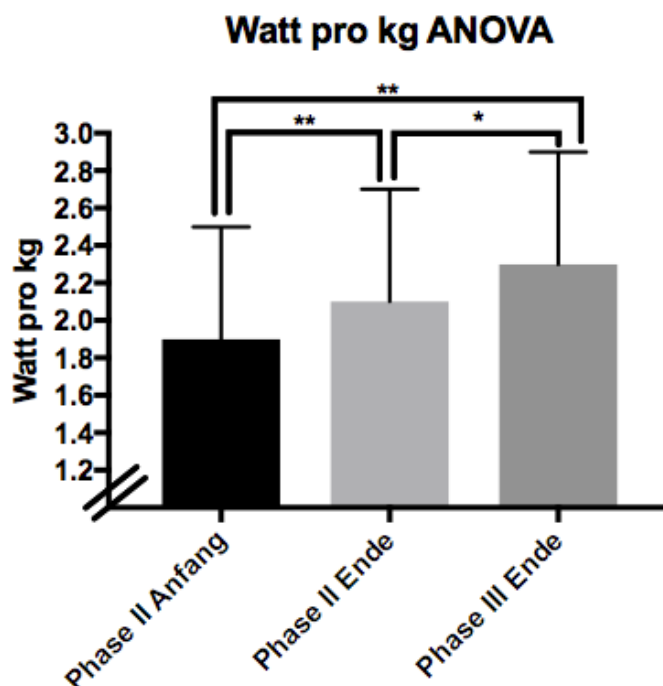


Abb. 25: Veränderung der relativen Wattleistung über beide Rehabilitationsphasen

Die maximale Sauerstoffaufnahme stieg im Zeitraum Anfang Phase II bis Ende Phase III von $1,9 \pm 0,6$ L/min auf $2,3 \pm 0,7$ L/min an. Das entspricht einer Steigerung von 0,4 L/min oder 21 %. Dieser Effekt war hochsignifikant ($p = <0,001$), allerdings war die Verbesserung nur in der Phase II, beziehungsweise über die gesamte Rehabilitation signifikant. Bei den Phase III Messzeitpunkten zeigte sich keine signifikante Veränderung.

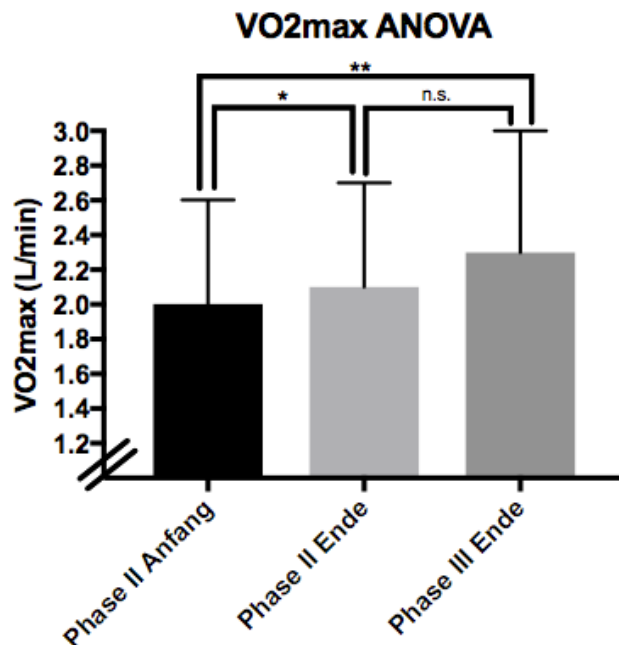


Abb. 26: Veränderung der VO2max über beide Rehabilitationsphasen

Die relative maximale Sauerstoffaufnahme verbesserte sich im Mittelwert von $23,3 \pm 6,5$ ml/kg/min zu Beginn der Phase II auf $26,4 \pm 6,6$ ml/kg/min am Ende der Phase III. Dies entspricht einer Steigerung von 3,1 ml/kg/min, beziehungsweise 13,3 %.

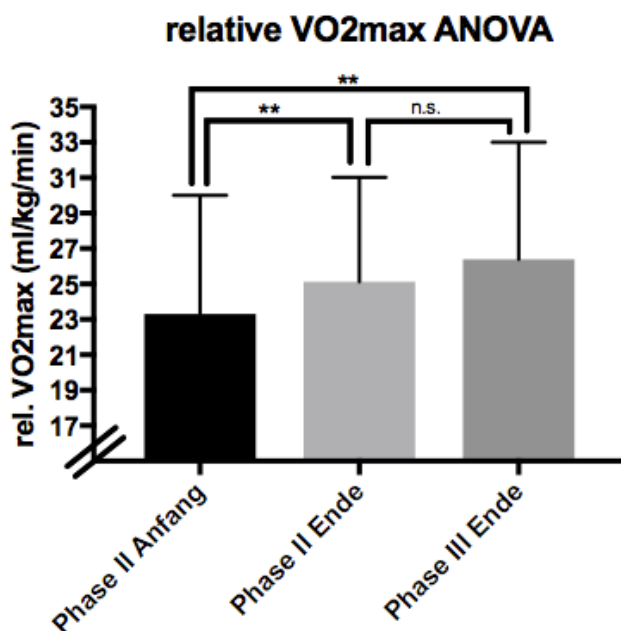


Abb. 27: Veränderung der relativen VO2max über beide Rehabilitationsphasen

Die Wattleistung an der VT1 stieg im Median von 60 Watt (Range: 116 Watt) auf 77,5 Watt (Range: 104 Watt) an. Der Effekt war allerdings nur über den gesamten Rehabilitationsverlauf (t0 bis t2) signifikant ($p = <0,05$),

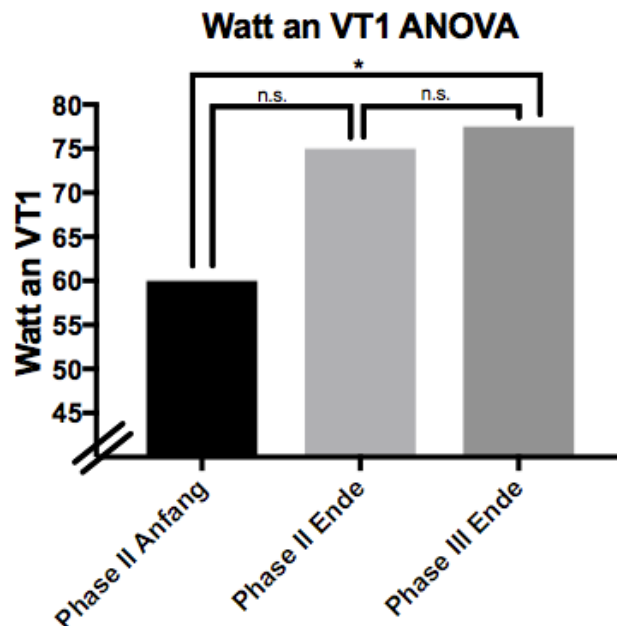


Abb. 28: Veränderung der Watt an der VT1 über beide Rehabilitationsphasen

Die Wattleistung an der VT2 verbesserte sich von $130,8 \pm 42,9$ Watt zum Zeitpunkt t0 auf $154,3 \pm 50,1$ Watt zum Zeitpunkt t2. Das entspricht einer Steigerung von 23,5 Watt, beziehungsweise 18 %. Der Effekt zeigte sich über den gesamten Rehabilitationsverlauf, als auch am Ende der Phase II hochsignifikant ($p = <0,001$). Für den Zeitraum der Phase III wurde für diesen Wert keine signifikante Veränderung erreicht.

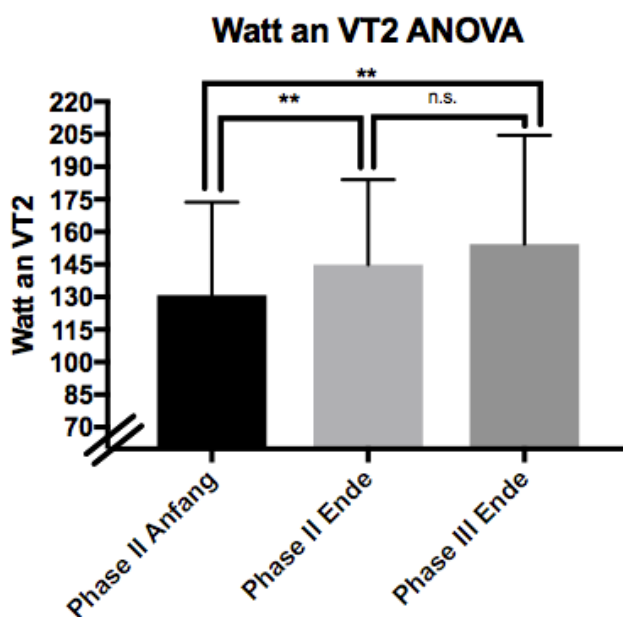


Abb. 29: Veränderung der Watt an der VT2 über beide Rehabilitationsphasen

7.2. Veränderung der Leistung in den Energiebereitstellungsphasen

Um festzustellen, ob sich die Leistungssteigerung in einer Phase der Energiebereitstellung stärker verbessert hat, oder ob die Leistungsverbesserung gleichmäßig verteilt war, wurde dies mittels der ventilatorischen Schwellen VT1 und VT2 eruiert. Dazu wurde die Leistungsfähigkeit in drei Phasen unterteilt:

- Start der Belastung bis VT1: aerobe Phase (Phase I)
- VT1 bis VT2: aerob - anaerobe Übergangsphase (Phase II)
- VT2 bis Ausbelastung: anaerobe Phase (Phase III)

7.2.1. Phase II

Tab. 16: Veränderung der Leistung (Watt) in den Energiebereitstellungsphasen Phase II			
Phase II männlich (n = 101)	Einstiegsuntersuchung	Abschlussuntersuchung	Veränderungen
Energiebereitstellungsphase	MW ± SD bzw. Median	MW ± SD bzw. Median	p-Wert
Phase I	60	75	≤ 0,001
Phase II	64,3 ± 28,2	70,2 ± 27,5	≤ 0,05
Phase III	29,7 ± 16,6	37,2 ± 19,3	≤ 0,001
Phase II weiblich (n = 31)	Einstiegsuntersuchung	Abschlussuntersuchung	Veränderungen
Energiebereitstellungsphase	MW ± SD bzw. Median	MW ± SD bzw. Median	p-Wert
Phase I	48	48	0,052
Phase II	35 ± 14	43,4 ± 19,3	≤ 0,05
Phase III	21,8 ± 16,3	24,1 ± 11,4	0,295

In Tabelle 16 sind die Veränderungen der Leistung in den jeweiligen Energiebereitstellungsphasen der Phase II PatientInnen in ihrer Gesamtheit dargestellt.

Nur die männlichen Patienten zeigten eine signifikante Steigerung von 60 Watt (Range: 116 Watt) auf 75 Watt (Range: 170 Watt) im Median in Phase 1 der Energiebereitstellung.

Veränderung absoluten Leistung Phase 1 (Median)

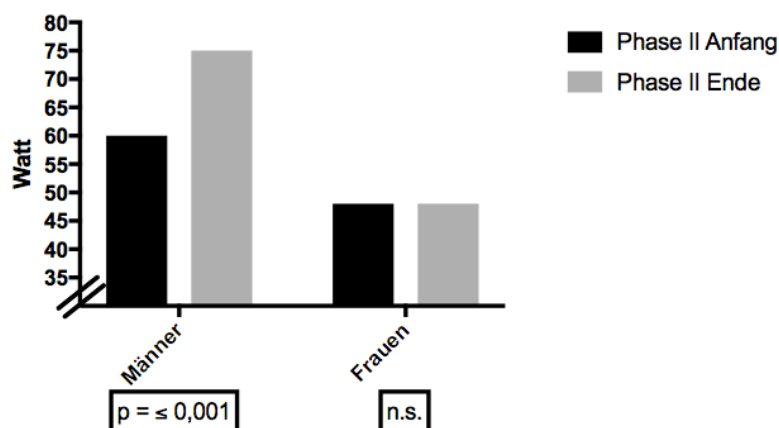


Abb. 30: Absolute Leistung der aeroben Phase während der Phase II Rehabilitation

In Phase 2 der Energiebereitstellung konnten sich beide Geschlechter signifikant verbessern.

Veränderung der absoluten Leistung Phase 2

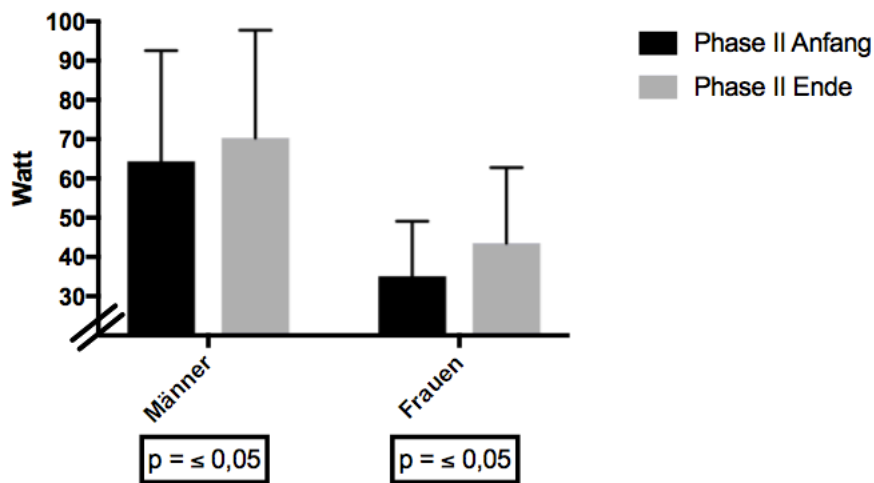


Abb. 31: Absolute Leistung der aerob-anaeroben Übergangsphase während der Phase II Rehabilitation

In Phase 3 der Energiebereitstellung verbesserten sich die männlichen Patienten hochsignifikant. Bei den Frauen kam es zu keiner signifikanten Verbesserung.

Veränderung der absoluten Leistung Phase 3

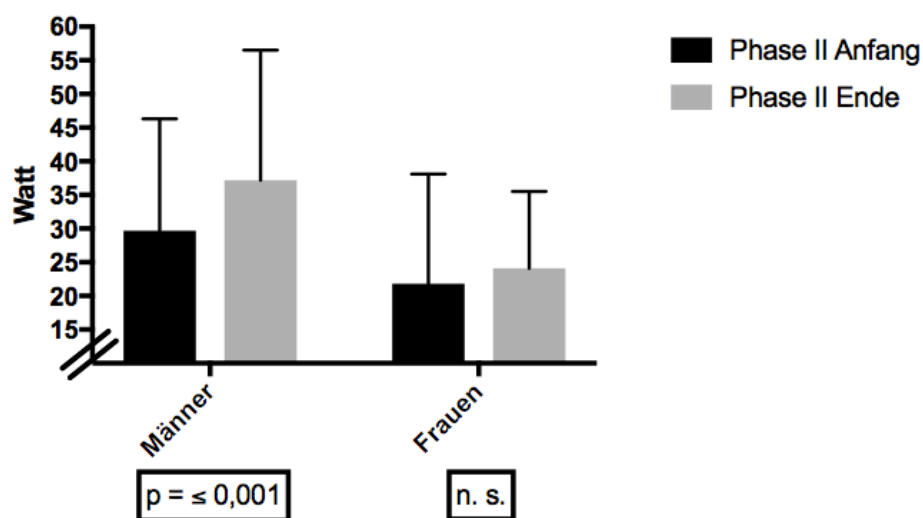


Abb. 32: Absolute Leistung der anaeroben Phase während der Phase II Rehabilitation

7.2.2. Phase III

Tab. 17: Veränderung der Leistung (Watt) in den Energiebereitstellungsphasen Phase III			
Phase III männlich (n = 57)	Einstiegsuntersuchung	Abschlussuntersuchung	Veränderungen
Energiebereitstellungsphase	MW ± SD	MW ± SD	p-Wert
Phase I	76,5 ± 29,6	89,6 ± 32,2	≤ 0,001
Phase II	69,8 ± 25	71,8 ± 26,7	0,507
Phase III	39,1 ± 21,2	44,3 ± 18,7	≤ 0,05
Phase III weiblich (n = 10)	Einstiegsuntersuchung	Abschlussuntersuchung	Veränderungen
Energiebereitstellungsphase	MW ± SD	MW ± SD	p-Wert
Phase I	41,3 ± 13,6	45,1 ± 17,4	0,104
Phase II	36,1 ± 14,8	39,7 ± 11,1	0,559
Phase III	19,5 ± 25,2	25,2 ± 10	0,135

In Tabelle 17 sind die Veränderungen der Leistung in den jeweiligen Energiebereitstellungsphasen der Phase III PatientInnen in ihrer Gesamtheit dargestellt.

In Phase 1 der Energiebereitstellung stieg die Leistung nur bei den Männern hochsignifikant.

Veränderung absoluten Leistung Phase 1 Männer (Median)

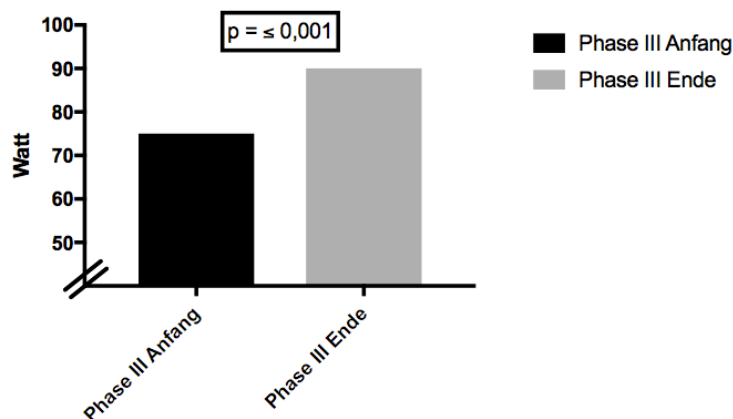


Abb. 33: Absolute Leistung der Männer in der aeroben Phase während der Phase III Rehabilitation

Die Patientinnen konnten sich in Phase 1 der Energiebereitstellung nicht signifikant steigern.

Veränderung absoluten Leistung Phase 1 Frauen

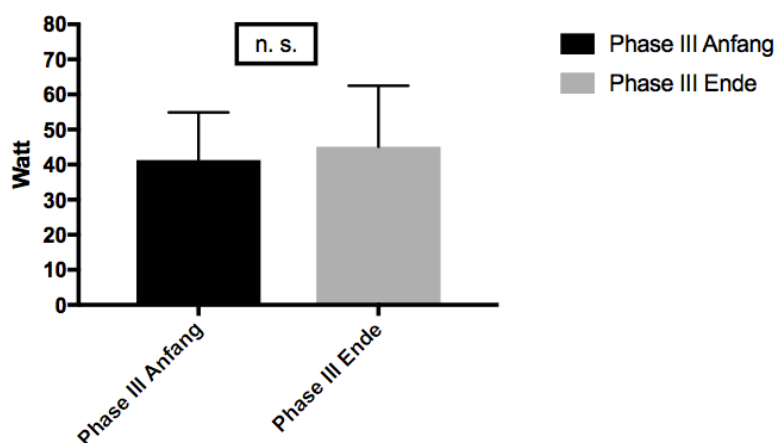


Abb. 34: Absolute Leistung der Frauen in der aeroben Phase während der Phase III Rehabilitation

In Phase 2 der Energiebereitstellung kam es bei beiden Geschlechtern zu keiner signifikanten Steigerung.

Veränderung der absoluten Leistung Phase 2

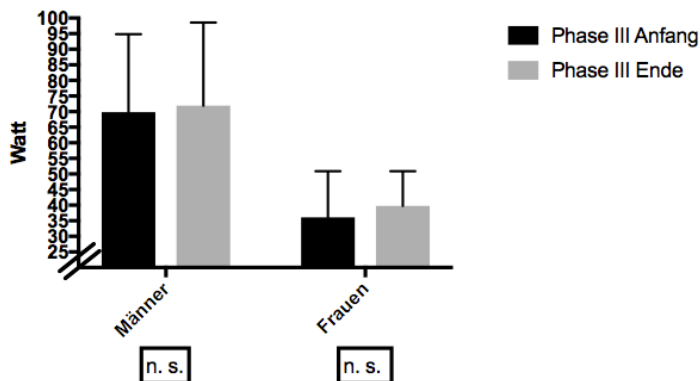


Abb. 35: Absolute Leistung der aerob-anaeroben Übergangsphase während der Phase III Rehabilitation

In der anaeroben Phase der Energiebereitstellung stieg die Leistung nur bei den männlichen Patienten signifikant an.

Veränderung der absoluten Leistung Phase 3

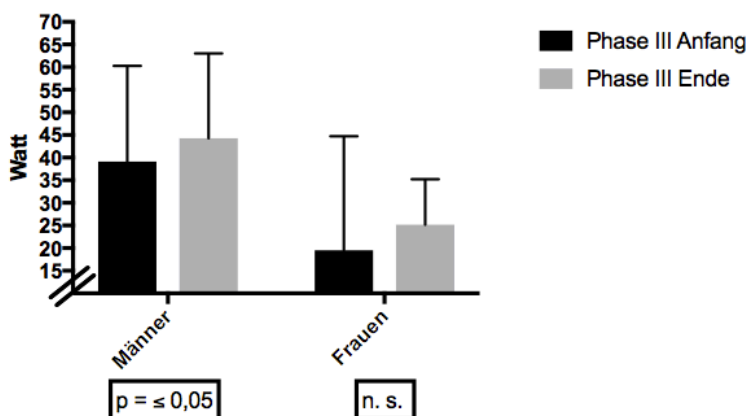


Abb. 36: Absolute Leistung der anaeroben Phase während der Phase III Rehabilitation

7.2.3. Alle Phasen (Phase II + Phase III)

Tab. 18: Veränderung der Leistung (Watt) in den Energiebereitstellungsphasen Phase II + Phase III									
Messzeitpunkte	Phase II Anfang	Phase II Ende	Phase III Ende		Veränderungen				
Energiebereitstellungsphase	MW ± SD/Median	MW ± SD/Median	MW ± SD/Median	NV	Test	p-Wert	t0 zu t1	t1 zu t2	t0 zu t2
Phase 1	60	75	77,5	nein	Friedmann	≤ 0,05	0,206	0,081	≤ 0,05
Phase 2	60	75	60	nein	Friedmann	0,236	-	-	-
Phase 3	32 ± 15,4	38,7 ± 22	40,9 ± 16,1	ja	ANOVA m. Messwiederholung	≤ 0,05	0,229	1,000	≤ 0,05

In Tabelle 18 sind die Veränderungen der Leistung in den jeweiligen Energiebereitstellungsphasen jener PatientInnen, die beide Phasen der Rehabilitation im IPAS Krems absolvierten, in ihrer Gesamtheit dargestellt.

In Phase 1 der Energiebereitstellung kam es über den gesamten Rehabilitationsverlauf zu einem signifikanten Effekt. Dieser war jedoch nur von t0 zu t2 signifikant.

Veränderung absoluten Leistung Phase 1 (Median)

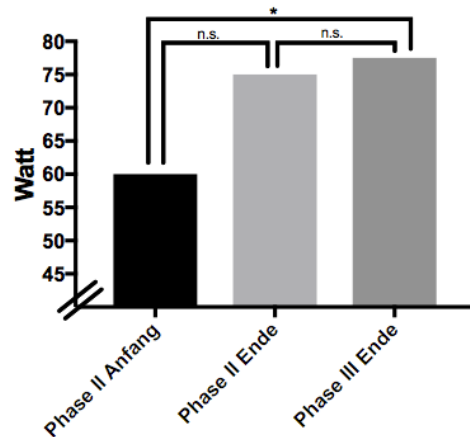


Abb. 37: Absolute Leistung der aeroben Phase der Phase II + III PatientInnen

In Phase 2 der Energiebereitstellung kam es zu keiner signifikanten Steigerung.

Veränderung der absoluten Leistung Phase 2 (Median)

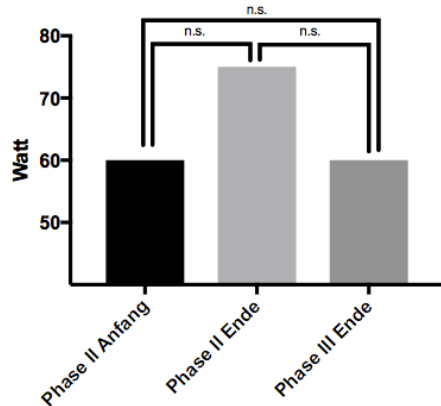


Abb. 38: Absolute Leistung der aerob-anaeroben Übergangsphase der Phase II + III PatientInnen

In Phase 3 der Energiebereitstellung war die Verbesserung nur zwischen t0 und t2 signifikant.

Veränderung der absoluten Leistung Phase 3

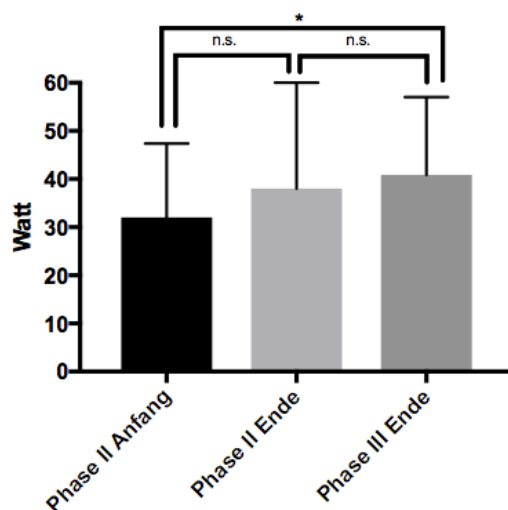


Abb. 39: Absolute Leistung der anaeroben Phase der Phase II + III PatientInnen

7.3. Prüfung der primären Hypothese

Die primäre Hypothese (H1) lautete, dass sich durch die ambulante Rehabilitation im IPAS Krems die Parameter der maximalen Leistungsfähigkeit Watt max und VO₂max statistisch signifikant verbessern.

Tab. 19: Veränderungen von Leistungsparametern in absoluten und relativen Zahlen					
Phase II (n = 132)					
Parameter	PII Anfang MW ± SD/Median	PII Ende MW ± SD/Median	Δ	in %	p-Wert
VO ₂ max (l/min)	1,8 ± 0,6	2,0 ± 0,7	0,2	11,1%	<0.001
rel. VO ₂ max (ml/kg/min)	21,9 ± 6,1	24 ± 6,6	2,1	9,6%	<0.001
Watt max	149,5 ± 55,4	171 ± 59,1	21,5	14,4%	<0.001
Watt pro kg	1,8 ± 0,6	2,0 ± 0,6	0,2	11,1%	<0.001
Leistung in % TBS	93,7% ± 27%	108% ± 27,7%	14,3	15,3%	<0.001
Watt an VT1	60	72			<0.001
Watt an VT2	120	135			<0.001
Phase III (n = 67)					
Parameter	PIII Anfang MW ± SD/Median	PIII Ende MW ± SD/Median	Δ	in %	p-Wert
VO ₂ max (l/min)	2 ± 0,7	2,1 ± 0,7	0,1	5%	<0,05
rel. VO ₂ max (ml/kg/min)	24,6 ± 7,1	25,8 ± 7,1	1,2	4,9%	<0,05
Watt max	172,1 ± 61,3	189,3 ± 66	17,2	10%	<0.001
Watt pro kg	2,1 ± 0,7	2,3 ± 0,7	0,2	9,5%	<0.001
Leistung in % TBS	106% ± 30,6%	117,5% ± 31,9%	11,5	10,8%	<0.001
Watt an VT1	60	80			<0.001
Watt an VT2	135,9 ± 46,2	148,5 ± 53,8	9,3	10,4%	<0.001
Phase II + III (n = 33)					
Parameter	PII Anfang MW ± SD/Median	PIII Ende MW ± SD/Median	Δ	in %	p-Wert
VO ₂ max (l/min)	1,9 ± 0,6	2,2 ± 0,7	0,3	15,7%	<0.001
rel. VO ₂ max (ml/kg/min)	22,6 ± 6,7	25,9 ± 6,5	3,3	14,6%	<0.001
Watt max	156,8 ± 52,6	188,3 ± 59,8	31,5	20,1%	<0.001
Watt pro kg	1,8 ± 0,6	2,2 ± 0,6	0,4	22,2%	<0.001
Leistung in % TBS	98,1% ± 29,2%	119,8% ± 31,3%	21,7	22,1%	<0.001
Watt an VT1	60	75			<0,05
Watt an VT2	124,7 ± 45,4	148,6 ± 51,5	23,9	19,2%	<0.001

Obwohl die Phase III PatientInnen über einen deutlich längeren Zeitraum trainierten als die Phase II Gruppe (6/9/12 Monate vs. 6 Wochen), wurden deutlich geringere Fortschritte der maximalen Sauerstoffaufnahme erzielt (11,1 % vs. 5 %). Auch bei der maximalen Wattleistung gibt es einen Trend in diese Richtung (14,4 % vs. 10 %). Obwohl die Stichprobenzahl gering ist (n = 33) kann man erkennen, dass die PatientInnen mit vollständigem Rehabilitationszyklus (Phase II + III) die stärksten prozentuellen Zuwächse, sowohl bei den maximalen Wattwerten (20,1%), als auch bei der maximalen Sauerstoffaufnahme (14,6 %), aufweisen.

Statistisch kann festgehalten werden, dass sich die maximalen und submaximalen Leistungsparameter in allen drei Gruppen signifikant verbessert zeigen. Somit kann die Nullhypothese verworfen und H1 angenommen werden.

7.4. Prüfung der sekundären Hypothese (1)

„...mit dem zusätzlichen Ziel der Verbesserung der VO_{2max} um $> 20\%$ bzw. der Leistungsfähigkeit am Fahrradergometer auf $100\text{--}120\%$ des tabellarischen Sollwertes“ (Benzer, 2008, S. 309). Das Erreichen der Zielvorgabe der ÖKG soll mit der sekundären Hypothese (1) geprüft werden.

Tab. 20: Evaluation der Erreichung der Rehaziele (Steigerung VO_{2max} $>20\%$, bzw. Leistungsfähigkeit $>100\%$)				
Phase II (n = 132)				
Parameter	PII Anfang MW $\pm$ SD	PII Ende MW $\pm$ SD	Steigerung	Ziel erreicht
VO2 max (l/min)	1,8 $\pm$ 0,6	2,0 $\pm$ 0,7	11,1%	20,4%
Leistung in % TBS	93,7% $\pm$ 27%	108% $\pm$ 27,7%	15,3%	60,6%
Phase III (n = 67)				
Parameter	PIII Anfang MW $\pm$ SD	PIII Ende MW $\pm$ SD	Steigerung	Ziel erreicht
VO2 max (l/min)	2 $\pm$ 0,7	2,1 $\pm$ 0,7	5%	16,4%
Leistung in % TBS	106% $\pm$ 30,6%	117,5% $\pm$ 31,9%	10,8%	70,1%
Phase II + III (n = 33)				
Parameter	PII Anfang MW $\pm$ SD	PIII Ende MW $\pm$ SD	Steigerung	Ziel erreicht
VO2 max (l/min)	1,9 $\pm$ 0,6	2,2 $\pm$ 0,7	15,7%	39,4%
Leistung in % TBS	98,1% $\pm$ 29,2%	119,8% $\pm$ 31,3%	22,1%	81,8%

Zu Beginn der Rehabilitation konnten bereits 36,4 % der Phase II PatientInnen, beziehungsweise 50,7 % der Phase III PatientInnen $\geq 100\%$ des tabellarischen Sollwerts erreichen. Am Ende der Rehabilitation wurden $\geq 100\%$ des tabellarischen Sollwerts von 60,6 % der Phase II, von 70,1 % der Phase III und von 81,8 % der Phase II+III PatientInnen erreicht. Die Leistungsfähigkeit war am Ende beider Phasen im Mittel größer als 100% . Das Rehabilitationsziel, das Leistungsniveau von gleichaltrigen, gesunden Personen zu erreichen, wurde somit vom überwiegenden Teil der PatientInnen erzielt.

Die Steigerung der VO_{2max} um 20% wurde in der Phase II (Zeitraum 6 Wochen) von 20,4 % der PatientInnen erreicht. In der Phase III (Zeitraum 6-12 Monate) schafften es nur mehr 16,4 % der Rehabilitierenden, einen zusätzlichen Zuwachs der VO_{2max} von 20% zu erzielen. Von jenen PatientInnen, die beide Phasen im ambulanten Rehabilitationsinstitut Krems absolvierten (Zeitraum Phase II + Phase III), schafften es 39,4 % den geforderten Zuwachs der VO_{2max} zu erreichen.

Tab. 21: Statistik der sekundären Hypothese (1)						
VO2max	n	alpha	Kritischer T - Wert	Ablehnungsbereich einseitige H0 (rechts)	Prüfgröße T	Entscheidung
Phase II	132	0,05	1,6507	1,6507 bis ∞	-7,516	H0 wird angenommen
Phase III	67	0,05	1,6565	1,6565 bis ∞	-6,646	H0 wird angenommen
Phase II + III	33	0,05	1,669	1,669 bis ∞	-0,667	H0 wird angenommen

In Tabelle 21 werden die Ergebnisse des one-sampled T-Test (rechtsseitig) präsentiert. Statistisch gesehen konnte die Steigerung der VO_{2max} um 20 % in keiner der untersuchten Gruppen festgestellt werden.

Die Beantwortung der sekundären Hypothese muss somit zweigeteilt erfolgen: In Bezug auf die Leistungsfähigkeit in Prozent des tabellarischen Sollwerts kann H0 verworfen und H1 angenommen werden. Hinsichtlich der VO_{2max} - Steigerung muss H0 beibehalten werden.

7.5. Prüfung der sekundären Hypothese (2)

In der sekundären Hypothese (2) wurde die Annahme formuliert, dass es in der Phase III durch die geringere Bruttotrainingszeit und Therapiedichte zu einer fehlenden VO_{2max} – Steigerung kommt und die Verbesserung der Wattleistung auf technische Fortschritte und Ökonomisierung am Fahrradergometer zurückzuführen sind. Somit müssten die prozentuellen Verbesserungen niedriger als in der Phase II sein und die Quotienten von VO_{2max} und Watt max in einem geringeren Ausmaß miteinander korrelieren.

Tab. 22: Korrelation der Quotienten VO2max und Watt max in Phase II und Phase III									
	rel. VO2 max (ml/kg/min)			Watt max			Zusammenhang		
Phasen	MW $\pm$ SD	Steigerung	NV	MW $\pm$ SD	Steigerung	NV	Test	p-Wert	Korrelationskoeffizient
Phase II Ende (n = 132)	24 $\pm$ 6,6	9,6%	nein	171 $\pm$ 59,1	14,4%	nein	Spearman	<0,001	0,411
Phase III Ende (n = 67)	25,8 $\pm$ 7,1	4,9%	nein	189,3 $\pm$ 66	10%	nein	Spearman	<0,001	0,522

In Tabelle 22 sind die statistischen Ergebnisse hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen relativer VO_{2max} und Watt max dargestellt. Es ist eine größere Steigerung der maximalen Wattleistung im Vergleich zur maximalen Sauerstoffaufnahme in beiden Phasen zu erkennen (Tabelle 18). Die maximale Wattleistung steigerte sich in der Phase II im Mittel um 14,4 %, während sich die maximale Sauerstoffaufnahme um 9,6 % verbesserte. Die statistische Auswertung mittels Spearman Korrelation ergab in der Phase II einen hochsignifikanten, mittleren, positiven linearen Zusammenhang zwischen den Variablen ($\rho = 0,411$). Somit lässt dies den Schluss zu, dass die Variablen in einem gewissen Rahmen parallel ansteigen. Verdeutlicht wird dies durch einen Blick auf das Streudiagramm.

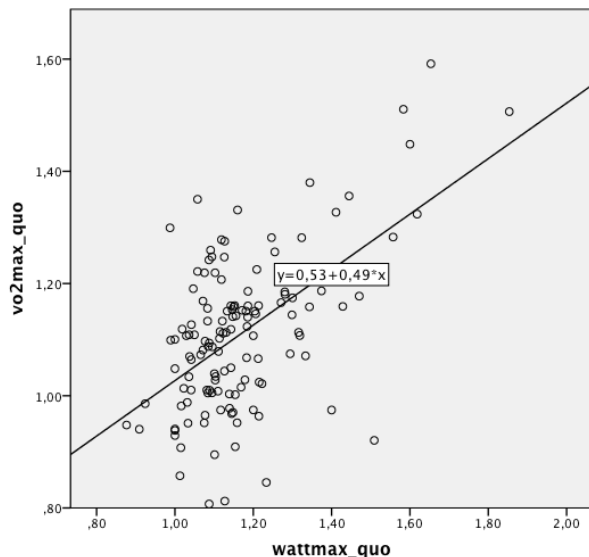


Abb. 40: Quotienten der Parameter VO_{2max} und Watt max am Ende der Phase II ($\rho = 0,411$)

Die prozentuell erzielten Steigerungen im Rahmen der Phase III Rehabilitation machen deutlich, dass es trotz längerem Rehabilitationszeitraums durchaus zu einer geringeren Leistungssteigerung bei beiden Parametern kommt (10 % Steigerung der Watt max, 4,9 % Steigerung der VO_{2max}). Der Korrelationskoeffizient war in der Phase III allerdings höher als in der Phase II. Die Auswertung ergab auch in der Phase III einen hochsignifikanten, mittleren, positiven linearen Zusammenhang zwischen den Variablen ($\rho = 0,522$). Dieses Ergebnis lässt den Schluss zu, dass die Parameter Watt max und VO_{2max} in der Phase III parallel verlaufen. Somit muss für die sekundäre Hypothese (2) H_0 beibehalten werden. Allerdings konnte die Annahme, dass es zu einer geringeren Leistungssteigerung in der Phase III Rehabilitation kommen würde, durch die Auswertung der Daten bestätigt werden.

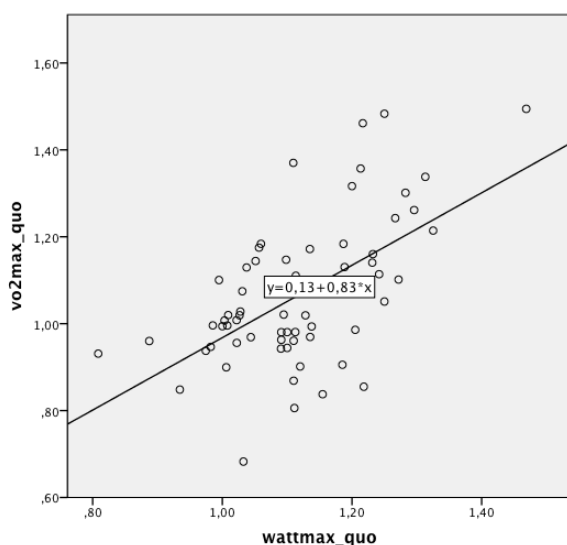


Abb. 41: Quotienten der Parameter VO_{2max} und Watt max am Ende der Phase III ($\rho = 0,522$)

8. Diskussion

8.1. Take Home Message der Ergebnisse

8.1.1. Verbesserungen der aeroben Leistungsfähigkeit

Die maximalen und submaximalen Leistungsparameter der PatientInnen des IPAS Krems konnten durch das durchgeführte Training sowohl in Phase II, als auch in Phase III signifikant verbessert werden. Die absolute und relative $\text{VO}_{2\text{max}}$ stieg durch das Training im IPAS Krems (Dauermethode zwischen VT1 und VT2) signifikant an. Die Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit ist für HerzpatientInnen besonders wichtig, da alltägliche Tätigkeiten, wie zum Beispiel Treppensteigen, mit geringerer Anstrengung durchgeführt werden können. Zusätzlich geht die Steigerung der $\text{VO}_{2\text{max}}$ mit einer Reduktion der Mortalitätsrate einher und ist ein starker Prädiktor für die Gesamtsterblichkeit (Vgl. Myers et al., 2002).

Die Steigerung der Leistung an den Schwellen VT1 und VT2 deuten auf eine Ökonomisierung der Leistungserbringung hin und lassen auf eine verbesserte mitochondriale Sauerstoffverwertung schließen. Durch die verlängerte Zeit im aeroben beziehungsweise aerob-anaeroben Stoffwechsel können höhere Leistungen mit geringerer Anstrengung erbracht werden. Somit steht auch die Steigerung der submaximalen Parameter für eine Verbesserung der Ausdauerleistung.

Das Ausmaß der Leistungssteigerung der Phase II PatientInnen lag deutlich über den prozentuellen Anstiegen der Phase III PatientInnen: Der Haupteffekt der Leistungssteigerung zeigte sich in der Phase II. Es wird angenommen, dass die stärkeren Verbesserungen während der Phase II durch die höhere Trainingsdichte bedingt waren. Die geringeren Steigerungen der Phase III lassen den Schluss zu, dass durch die reduzierte Trainingshäufigkeit nicht jene Steigerungen der Phase II möglich waren. Zusätzlich wird vermutet, dass der Empfehlung für selbstständiges Heimtraining (1-3 Einheiten pro Woche) während der Phase III nicht mit letzter Konsequenz nachgegangen wurde. Ein Grund dafür könnte sein, dass die PatientInnen des IPAS Krems vor der Rehabilitation meist keine, beziehungsweise nur wenig Erfahrung mit Sport und Bewegung hatten und nach Beendigung der Phase II dazu angehalten waren, Bewegung in den Alltag zu integrieren. Die Lebensstiländerung hin zu einem „bewegten Leben“ scheint auch für dieses PatientInnenkollektiv eine enorme Herausforderung zu sein. Diese Annahmen reflektieren die Resultate der HF-ACTION Studie (2009), wo sowohl die Nettotrainingszeit, als auch die Compliance der PatientInnen mit fortlaufender Dauer der Intervention abnahm. Im Gegensatz zur HF-ACTION Studie konnte die Leistungsfähigkeit am Ende der Phase III nicht nur gehalten werden, sondern verbesserte sich nochmals

signifikant. Somit konnte durch die Datenauswertung die Effektivität und Sinnhaftigkeit einer Phase III Rehabilitation aufgezeigt werden.

8.1.2. Erreichung der Rehabilitationsziele

Der geforderte VO_{2max} – Zuwachs von ≥ 20 % konnte in keiner der untersuchten Phasen erzielt werden. Der tabellarische Sollwert von 100 % wurde am Ende der Rehabilitation von 60,6 % der Phase II, von 70,1 % der Phase III und von 81,8 % der Phase II+III PatientInnen erreicht. Hierbei ist wichtig zu erwähnen, dass das PatientInnenkollektiv bereits zu Beginn der Rehabilitation relativ leistungsstark war (Vgl. Niebauer et al. 2014). 36,4 % der Phase II PatientInnen, beziehungsweise 50,7 % der Phase III PatientInnen konnten schon bei der Einstiegsuntersuchung 100 % des tabellarischen Sollwerts erreichen. Dies könnte im Sinne der parabelförmigen Verlaufskurve der Leistungsfähigkeit (Weineck, 1997) eine Relativierung des Nicht-Ereichens eines VO_{2max} – Zuwachses von ≥ 20 % sein.

8.1.3. Fehlende VO_{2max} - Steigerung in der Phase III

Die theoretische Annahme, dass sich durch die veränderte Trainingsdichte und Bruttotrainingszeit der Phase III zu einer fehlenden VO_{2max} – Steigerung kommt und die Verbesserung der Wattleistung auf technische Fortschritte und Ökonomisierung am Fahrradergometer zurückzuführen sind, konnte in dieser Arbeit nicht bestätigt werden: Die Veränderung der maximalen Wattleistung erfolgte in beiden Rehabilitationsphasen parallel zur maximalen Sauerstoffaufnahme.

8.1.4. Steigerung der Leistung in den drei Energiebereitstellungsphasen

In diesem Kapitel wird Bezug auf die Ergebnisse der auf den Seiten 49-53 durchgeführten statistischen Auswertung der Energiebereitstellungsphasen genommen. Es konnten bei folgenden Messzeitpunkten signifikante Verbesserungen der Leistung erzielt werden:

Tab. 23: signifikante Ergebnisse der Veränderung der absoluten Leistung in den Energiebereitstellungsphasen			
Energiebereitstellungsphase	Rehabilitationsphase	p - Wert	Veränderungen
Phase 1	Phase II Männer	$\leq 0,001$	5 Watt (Median)
	Phase III Männer	$\leq 0,001$	13,1 Watt
	Phase II + III (t0 bis t2)	$\leq 0,05$	15,2 Watt
Phase 2	Phase II Männer	$\leq 0,05$	5,9 Watt
	Phase II Frauen	$\leq 0,05$	8,4 Watt
Phase 3	Phase II Männer	$\leq 0,001$	7,5 Watt
	Phase III Männer	$\leq 0,05$	5,2 Watt
	Phase II + III (t0 bis t2)	$\leq 0,05$	8,6 Watt

In der Untersuchung von Harthum (2015) wurden nur in Phase I der Energiebereitstellung signifikante Veränderungen gefunden. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass sich die PatientInnen des IPAS Krems auch in Phase II und Phase III der Energiebereitstellung steigern konnten. Es ist allerdings eine Tendenz erkennbar, dass die PatientInnen in Phase I der Energiebereitstellung die stärksten Verbesserungen zeigen. Die männlichen Patienten erzielten häufiger signifikante Ergebnisse als die weiblichen Patienten. Ein Grund dafür könnte die kleine Stichprobenanzahl der Patientinnen in Phase II (31 Patientinnen) und Phase III (10 Patientinnen) sein.

Warum die Ergebnisse der zwei Untersuchungen so unterschiedlich ausfallen kann nicht endgültig geklärt werden. Eine Erklärung könnte die unterschiedliche Methodik der Schwellenerhebung sein (Laktatdiagnostik vs. Spiroergometrie). Eine weitere Möglichkeit wären unterschiedliche Trainingsintensitäten, Trainingsumfänge oder Trainingshäufigkeiten der PatientInnen. Da allerdings in AGAKAR Rehabilitationszentren Guideline-basiert trainiert wird, ist diese Möglichkeit weniger wahrscheinlich.

8.2. Vergleich mit anderen Studien

8.2.1. Verbesserung der VO_{2max}

Da die PatientInnen in Phase II und Phase III die Mindestanforderungen für wirksames Training im Hinblick auf Intensität (30-50% der VO_{2max}), Dauer (10 Minuten) und Häufigkeit (zwei Mal pro Woche) erfüllten, kam es dementsprechend zu einer signifikanten Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit. Im Hinblick auf das Ausmaß der Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme kann festgehalten werden, dass die VO_{2max} bei kardialen RehabilitationspatientInnen laut einer Meta-Analyse von Uddin et al. (2016) um durchschnittlich 3,3 ml/kg/min anstieg. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind hierbei sehr ähnlich: Patienten mit vollständigem Rehabilitationszyklus (Phase II + Phase III) konnten eine Verbesserung der relativen Sauerstoffaufnahme um 3,1 ml/kg/min erzielen. Bezüglich Dauer und Häufigkeit der Trainingseinheiten präsentieren sich beide Studien ähnlich: Bei Uddin et al. (2016) wurden 3,6 Trainingseinheiten mit einer Dauer von je 41 Minuten pro Woche im Durchschnitt durchgeführt. Allerdings lag die Interventionsdauer bei durchschnittlich 27 Monaten (22-31 Monate). Somit konnten durch die Rehabilitation im IPAS Krems dieselbe Steigerung der VO_{2max} in einer deutlich kürzeren Zeit erzielt werden (Interventionsdauer: 6 Wochen (Phase II) + maximal 12 Monate (Phase III)). Es muss allerdings angemerkt werden, dass im Datensatz dieser Arbeit zu wenige weibliche Patienten zur Verfügung standen. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die Verbesserungen der

männlichen Patienten, die grundsätzlich eine höhere Leistungsfähigkeit aufweisen. Die prozentuellen Anstiege zwischen den Geschlechtern brachten über alle Phasen hinweg durchaus vergleichbare Ergebnisse.

Oftmals werden unterschiedliche Herz-Kreislaufferkrankungen in den Trainingsinterventionsstudien und deren Meta-Analysen zusammengefasst und nicht differenziert voneinander betrachtet. Da die Anzahl der PatientInnen mit Herzinsuffizienz in dieser Arbeit zu gering war (14,4 % in der Phase II, 13,4% in der Phase III), wurde auch hier auf die geteilte Analyse verzichtet. Sandercock et al. (2013) konnte bei einem gemischten Herz-Kreislauf-Kollektiv eine durchschnittliche Steigerung der VO_{2max} um 5,4 ml/kg/min feststellen. Valkeinen et al. (2010) untersuchte die Leistungssteigerung bei einem Kollektiv mit koronarer Herzkrankheit. Die KHK-PatientInnen verbesserten sich in 18 Studien (n=922) lediglich um 2,6 ml/kg/min. Uddin et al. (2016) stellte bei PatientInnen mit Herzinsuffizienz eine Leistungssteigerung um 2,8 ml/kg/min fest. Die Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit in dieser Arbeit liegt, bedingt durch die gemeinsame Auswertung von KHK- und Herzinsuffizienzpatienten, im Vergleich zu den Studien mit 3,1 ml/kg/min im Durchschnitt.

8.2.2. Verbesserung der maximalen Wattleistung

Bezüglich der Steigerung der maximalen Wattleistung stellten Niebauer et al. (2014) eine Verbesserung bei ambulanten Phase II PatientInnen von 130 Watt auf 150 Watt ($\Delta=20$) fest. Bei den ambulanten Phase III PatientInnen ergab sich eine Verbesserung von 150 Watt auf 166 Watt ($\Delta=15$) im Median. Die maximale Wattleistung steigerte sich bei den Phase II PatientInnen des IPAS von 153,5 Watt auf 168,5 Watt ($\Delta=15$) im Median. Die Phase III PatientInnen des IPAS konnten sich von 167 Watt auf 185 Watt ($\Delta=18$) im Median steigern. Da die Trainingsinterventionen der Studie von Niebauer et al. (2014) auch an den österreichischen Guidelines orientierten ist es nicht verwunderlich, dass die Ausmaße der Steigerungen der maximalen Wattleistung in beiden PatientInnenkollektiven ähnlich sind. Das Ziel des tabellarischen Sollwerts von 100 % erreichten bei Niebauer et al. (2014) 55,8% der Phase II PatientInnen. Von den Phase II RehabilitationspatientInnen des IPAS Krems kamen 60,6 % auf den postulierten Zielwert. Am Ende der Phase III erzielten bei der Studie von Niebauer 62,9 % die Vorgabe von 100 % des TBS. Von den PatientInnen des IPAS Krems erreichten hingegen 70,1 % das geforderte Ziel. Die PatientInnen des IPAS Krems präsentieren sich somit bezüglich Baseline-, Endwerten und des Erreichens des Rehabilitationsziels als das leistungsstärkere Kollektiv.

Während Niebauer und Kollegen im Hinblick auf die maximale Wattleistung einen Vorteil einer ambulanten Phase II im Vergleich zu einer stationären Phase II feststellten, konnte dies mit den Daten dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Sowohl die Baseline-, als auch Endwerte der Phase III PatientInnen des IPAS Krems zeigten keine signifikanten Unterschiede bezüglich des vorhergehenden Phase II Settings (siehe 7.1.2.).

8.3. Stärken und Limitationen der Arbeit

Durch die erstmalige Analyse der leistungsrelevanten Parameter der PatientInnen des IPAS Krems konnten wichtige Schlüsse hinsichtlich der Effektivität der dort durchgeführten trainingsbasierten kardialen Rehabilitation gezogen werden. Durch die standardmäßige Durchführung der Spiroergometrie am Anfang und am Ende der Rehabilitation wurden zusätzliche Parameter des Leistungszustandes der PatientInnen statistisch ausgewertet. Die Prüfung der Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme kann als eine Erweiterung der Studie von Niebauer et al. (2014) gesehen werden. Die Veränderungen der Leistung an den Schwellen VT1 und VT2 repräsentiert laut Studienlage eine erstmalige Analyse der submaximalen Parameter von kardialen PatientInnen in Österreich. Des Weiteren wurden in dieser Arbeit erstmalige Erkenntnisse zum Verhältnis von maximaler Wattleistung und maximaler Sauerstoffaufnahme gewonnen.

Ein Schwachpunkt der Arbeit ist das Fehlen einer Kontrollgruppe. Da alle in die Datenanalyse miteinbezogenen PatientInnen eine Rehabilitationsphase durchliefen, fehlten dementsprechend Datensätze von Herz-Kreislauf PatientInnen, die keine Trainingsintervention durchführten. Somit konnten nur Gruppen miteinander verglichen werden, die unterschiedliche Bruttotrainingszeiten aufzeigten.

Eine weitere Limitation ist die große Differenz der Anzahl weiblicher und männlicher PatientInnen am Gesamtkollektiv. Es ist bekannt, dass wesentlich weniger Frauen eine kardiale Rehabilitation in Anspruch nehmen. Dies konnte durch die Analyse der Datensätze bestätigt werden: Der Anteil von weiblichen Patienten lag studienübergreifend bei 23,8 %. Die Unterrepräsentanz von Frauen sollte daher bei den geschlechterübergreifenden Ergebnissen und den daraus resultierenden Rückschlüssen miteinbezogen werden.

Da es sich bei der Arbeit um eine retrospektive Datenanalyse und nicht um eine Interventionsstudie handelt, wurden weder die Untersuchungsdaten vom Autor erhoben, noch die Trainingsinterventionen eigenständig durchgeführt. Durch die Beteiligung mehrerer UntersucherInnen und TrainingstherapeutInnen können sich dementsprechend mögliche Fehlerquellen der Daten erhöhen.

Es wurden zudem Blutdruck- und Laborwerte nicht in die Auswertungen miteinbezogen. Da es sich hierbei um eine Studie zur Evaluation der aeroben Leistungsfähigkeit handelt wurde auf die Darstellung der genannten Parameter verzichtet.

8.4. Ausblick

Zukünftige Arbeiten rund um die Effekte der trainingsbasierten kardialen Rehabilitation in Österreich könnten ihren Fokus auf „Multi Center“ Studien erweitern, in dem sie die Ergebnisse unterschiedlicher ambulanter Rehabilitationszentren miteinander vergleichen.

Des Weiteren wären unterschiedliche Trainingsprotokolle innerhalb des Rehabilitationszentrums ein interessantes Themengebiet. Es könnten wie bei Behrens et al. (2015) individualisierte Belastungsintensitäten (Dauermethode/Intervallmethode) bei leistungsstärkeren, beziehungsweise leistungsschwächeren PatientInnen eingeführt werden, um ein individuelles Optimum der Verbesserung von Leistungsparametern zu erzielen.

Fortführende Analysen könnten sich mit der Thematik der „Non-Response“ im kardialen Rehabilitationssetting auseinandersetzen. Dieser Arbeitsbereich ist ein wenig untersuchtes und neues Forschungsfeld, das auf eine limitierte Anzahl an Studien begrenzt ist. Obwohl Trainingsgruppen bei Trainingsinterventionsstudien in ihrer Gesamtheit fast immer eine Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme erfahren, sind deutliche Unterschiede der körperlichen Antwort einzelner Personen zu erkennen (Hautala et al., 2006; Sisson et al., 2009; Skinner et al., 2001). Die Bandbreite der Response auf körperliches Training variiert interindividuell von einer Non-Response (0% Steigerung bis zu negativer Entwicklung der VO_{2max}) bis zu einer Verdopplung der maximalen Sauerstoffaufnahme (Skinner et al., 2001). Auch im Datensatz des IPAS Krems konnten PatientInnen gefunden werden, die eine Non-Response auf das durchgeführte Training zeigten. In Phase II konnten im Hinblick auf die VO_{2max} 23,9 % Non-Responder identifiziert werden. In Phase III waren es sogar 34,8 % der PatientInnen. Es wird angenommen, dass die PatientInnen des IPAS aufgrund von multipler Komorbiditäten das Training nicht in einem leistungssteigernden Ausmaß absolvieren konnten. Laut Studienlage konnten bisher auch keine eindeutigen Merkmale (Alter, Geschlecht, Baseline VO_{2max}) festgestellt werden, die sich entscheidend auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit auswirken. Eine „Subgroup Analysis“ wäre auch für diesen Datensatz interessant gewesen, hätte allerdings den Rahmen der Arbeit gesprengt.

9. Verzeichnisse

9.1. Literaturverzeichnis

- Aamot, IL., Forbord, SH., Karlsen, T., Asbjorn, S. (2013). Does rating of perceived exertion result in target exercise intensity during interval training in cardiac rehabilitation? A study of the Borg scale versus a heart rate monitor. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 541–545.
- Aamot, IL, Karlsen, T., Dalen, H., Asbjorn, S. (2016). Long-term Exercise Adherence After High-intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Study. *Physiotherapy Research International*, 21, 54–64.
- Ades, PA., Ballor, DL., Ashikaga, T., Utton, JL., Nair, KS. (1996). Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Annals of Internal Medicine*, 124, 568–572.
- Anderson, L., Oldridge, N., Thompson, DR., Zwisler, AD., Rees, K., Martin, N., Taylor, RS. (2016). Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 67 (1), 1–12.
- Assmann, G., Schulte, H., Sedorf, U. (2008). Cardiovascular risk assessment in the metabolic syndrome: results from the Prospective Cardiovascular Munster (PROCAM) Study. *International Journal of Obesity*, 32, 11–16.
- Balady, GJ., Williams, MA., Ades, PA., Bittner, V., Comoss, P., Foody, JM., Franklin, B., Sanderson, B., Southard, D. (2007). Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs: 2007 Update. *Circulation*, 115, 2675–2682.
- Belardinelli, R., Georgiou, D., Scocco, V., Barstow, TJ., Purcaro, A. (1995). Low Intensity exercise training in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 26 (4), 975–982.
- Belardinelli, R., Georgiou, D., Cianci, G., Purcaro, A. (1999). Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation*, 99, 1173–1182.
- Benzer, W., Höfer, S. (2004). Effekte der kardiologischen Rehabilitation auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Patienten nach einem kardialen Ereignis. *Austrian Journal of Cardiology*, 11 (11), 463–468.
- Benzer, W., Mayr, K., Abbühl, B. (2003). Kardiologische Rehabilitation in Österreich. Eine Bedarfsanalyse. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 115 (21–22), 780–787.
- Bjarnason-Wehrens, B., McGee, H., Zwisler, AD., Piepoli, MF., Benzer, W., Schmid, JP., Dendale, P., Pogossova, NG., Zdrengeha, D., Niebauer, J. (2010). Cardiac rehabilitation in Europe: results from the European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 00 (00), 1–9.
- Blair, S., Kohl, H., Paffenbarger, D., Clark, D., Cooper, K., Gibbons, L. (1989). Physical Fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262, 2395–2401.
- Bouchard, C., An, P., Rice, T., Skinner, JS., Wilmore, JH., Gagnon, J., Pérusse, J., Leon, AS., Rao, DC. (1999). Familial aggregation of VO₂max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*, 87, 1003–1008.
- Bouchard, C., Blair, SN., Church, TS., Earnest, CP., Hageberg, JM., Häkkinen, K., Jenkins, NT., Karavitra, L. et al. (2012). Adverse Metabolic Response to Regular Exercise: Is It a Rare or Common Occurrence? *PLoS ONE*, 7 (5), 1–9.
- Bouchard, C., Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular differences in physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (6), 446–551.
- Boulé, NG., Weisnagel, SJ., Lakka, TA., Tremblay, A., Bergmann, RN., Rankinen, T., Leon, AS., Skinner, JS et al. (2005). Effects of Exercise Training on Glucose Homeostasis. The HERITAGE Family Study. *Diabetes*

Care, 28, 120–126.

Chen, CH., Chen, YJ., Tu, HP., Huang, MH., Jhong, JH., Lin, LK. (2014). Benefits of exercise training and the correlation between aerobic capacity and functional outcomes and quality of life in elderly patients with coronary artery disease. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 30, 521-530.

Cunningham, DA., Rechnitzer, PA., Howard, JH., Donner, AP. (1987). Exercise training of men at retirement: a clinical trial. *Journal of Gerontology*, 42, 17–23.

Downing, J., Balady, GJ. (2011). The Role Of Exercise Training in Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 58 (6), 561-569.

Effron, MB. (1989). Effects of resistance training on ventricular function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 21 (6), 694-697.

Feigenbaum, MS., Pollock, ML. (1997). Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs. *Physician and Sports Medicine*, 25, 44–64.

Fletcher, GF., Balady, G., Froelicher, VF., Hartley, LH., Haskell, WL., Pollock, ML. (1995). Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 91, 580–615.

Flynn KE, Piña IL, Whellan DJ, Lin L, Blumenthal JA, Ellis SJ, Fine LJ, Howlett JG, Keteyian SJ, Kitzman DW, Kraus WE. (2009). Effects of Exercise Training on Health Status in Patients With Chronic Heart Failure. HF-ACTION Randomized Controlled Trial. *JAMA*, 301 (14), 1451-1459.

Garin, O., Herdman, M., Vilagut, G., Ferrer, M., Ribera, A., Valderas, JM., Guillemin, F., Revicki, D., Alonso, J. (2014). Assessing health-related quality of life in patients with heart failure: a systematic, standardized comparison of available measures. *Heart Failure Reviews*, 19 (3), 359-367.

George, JD., Vehrs, PR., Allsen, PE., Fellingham, GW., Fisher, G. (1993): VO₂max estimation from a submaximal 1-mile track jog for college-age individuals. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25 (3), 401-406.

Gielen, S., Schuler, G., Adams, V. (2010). Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation*, 122, 1221–1238.

Graf, C., Halle, M. (2015). Aktuelle Aspekte im Herzsport. Von der Historie zum Status Quo. *Der Kardiologe*, 9, 67-80.

Grande, G. (2005). Geschlechtsspezifische Interventionen in der kardiologischen Rehabilitation? *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation*, 70, 244-252.

Grande, G. (2011). Frauen und Männer in der Rehabilitation – Anforderungen an die Patientenorientierung. *Public Health Forum* 19 (73), 23-24.

Hakkinen, K., Komi, P. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15, 455-460.

Hambrecht, R., Wolf, A., Gielen, S., Linke, A., Hofer, J., Erbs, S., Schoene, N., Schuler, G. (2000). Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *New England Journal Of Medicine*, 342, 454–460.

Harris, B., Watkins, M. (1999) Adaptions to Strength Conditioning. In Frontera, W., Dawson, D., Slovik, D. (Hrsg.). *Exercise in Rehabilitation Medicine*. (S. 71-82). Campaign: Human Kinetics.

Harthum, T. (2015). *Analyse der belastungsabhängigen Blutlaktatkonzentration während der ambulanten kardiologischen Phase II und III Rehabilitation*. Magisterarbeit, Universität Wien.

Hautala, AJ., Kiviniemi, AM., Mäkilä, TH., Kinnunen, H., Nissilä, S., Huikuri, HV., Tulppo, MP. (2006). Individual differences in the responses to endurance and resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 535–542.

Howley, ET., Basset Jr, DR., Welch, HG. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: Review and commentary. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 1292–1301.

Hunt, SA., Abraham, WT., Chin, MH., Feldman, AM., Francis, GS., Ganiats, TG., Jessup, M., Konstam, MA., Mancini, DM., Michl, K., Oates, JA., Rahko, PS., Silver, MA., Stevenson, LW., Yancy, CW. (2009). 2009 Focused Update Incorporated Into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults. *Circulation*, 119, 391-479.

Hurley, BF., Seals, DR., Ehsani, AA., Cartier, LJ., Dalsky, GP., Hagberg, JM., Holloszy, JO. (1984). Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 16 (5), 483-488.

Jolly, K., Taylor, RS., Lip, G., Stevens, A. (2006). Home-based cardiac rehabilitation compared with centre-based rehabilitation and usual care: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 111, 343-351.

Khera, AV., Emdin, CA., Drake, I., Natarajan, P., Bick, AG., Cook, NR., Chasman, DI. et al. (2016). Genetic Risk, Adherence to a Healthy Lifestyle, and Coronary Disease. *New England Journal Of Medicine*, in print. <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1605086>

Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., Sugawara, A., Totsuka, K., Shimano, H., Ohashi, Y., Yamada, N., Sone, H. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*, 301 (19), 2024-2035.

Kohrt, WM., Malley, MT., Coggan, AR., Spina, RJ., Ogawa, T., Ehsani, AA., Bourey, RE., Martin, WH., Holloszy, JO. (1991). Effects of gender, age and fitness level on response of VO₂max to training in 60–71 yr olds. *Journal of Applied Physiology*, 71, 2004–2011.

Komi, P. (1986). Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic and mechanical factors. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 10-15.

Kubilius, R., Jasiukeviciene, L., Grizas, V., Kubilene, L., Jakubseviciene, E., Vasiliauskas, D. (2012). The Impact of Complex Cardiac Rehabilitation on Manifestation of Risk Factors in Patients with Coronary Heart Disease. *Medicina (Kaunas)*, 48 (3), 166-173.

Laimer, H. (2010). Update: Kardiologische Rehabilitation. *Austrian Journal of Cardiology*, 17 (3-4), 109-116.

Latzke, M. (2010). *Auswirkungen von körperlicher Aktivität während eines Rehabilitationsaufenthaltes auf physiologische, anthropometrische und trainingsbedingte Parameter bei HerzkreislaufpatientInnen*. Magisterarbeit, Universität Wien.

Leon, AS., Gaskill, SE., Rice, T., Bergeron, J., Gagnon, J., Rao, DC., Skinner, JS., Wilmore, JH., Bouchard, C. (2002). Variability in the Response of HDL Cholesterol to Exercise Training in the HERITAGE Family Study. *International Journal of Sports Medicine*, 23 (1), 1-9

McCartney, N., McKelvie, RS., Martin, J., Sale, DG., MacDougall, JD. (1999). Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *Journal of Applied Physiology*, 74, 1056-1060.

McCartney, N. (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (1), 31-37.

Mezzani, A., Hamm, L., Jones, AM., McBride, PE., Moholt, T., Stone, JA., Urhausen, A., Williams, MA. (2012). Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*, 20 (3), 442-467.

Miehl, M. (2013). *Komplikationen des Herz-Kreislaufsystems während eines kombinierten Kraft-Ausdauertrainings verglichen mit einem Ausdauertraining in der kardiologischen Rehabilitation*. Magisterarbeit, Universität Wien.

- Moholt, T., Madssen, E., Rognmo, O., Aamot, IL. (2014). The higher the better? Interval training intensity in coronary heart disease. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 506–510.
- Montalescot, G., Sechtem, U., Achenbach, S., Andreotti, F., Arden, C., Budaj, A. et al. (2013). 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal*, 34(38), 2949–3003.
- Müller, R., Kullich, W., Graninger, U., Gaßner, A., Klipcera, M., Laimer, H., Marko, C., Schwann, H., Wonisch, M. (2009). Stationäre kardiologische Rehabilitation in Österreich: Ergebnisse einer prospektiven Studie zu den kardiovaskulären Risikofaktoren in der Sekundärprävention. *Austrian Journal of Cardiology*, 16 (1-2), 14-18.
- Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., Atwood, JE. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*, 346 (11), 793-801.
- National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) (2002). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*, 106, 3143–3421.
- Niebauer, J., Mayr, K., Harpf, H., Hofmann, P., Müller, E., Wonisch, M., Pokan, R., Benzer, W. (2014). Long-term effects of outpatient cardiac rehabilitation in Austria: a nationwide registry. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 126, 148-155.
- Niedermeier, M., Kubicek, F., Reiterer, W. (1975). Leitlinien für die Ergometrie. *Acta Medica Austriaca*, 2, 33-45.
- Oldridge, NB., Guyatt, GH., Fischer, ME., Rimm, AA. (1988). Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA*, 260 (7), 945–950.
- Owan, TE., Hodge, DO., Herges, RM., Jacobsen, SJ., Roger, VL., Redfield, MM. (2006). Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. *New England Journal of Medicine*, 355, 251–259.
- O'Connor, GT., Buring, JE., Yusuf, S., Goldhaber, SZ., Olmstead, EM., Pfaffenbarger, RS., Hennekens, CH. (1989). An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*, 80 (2), 234–244.
- Pant, R., Marok, R., Klein, LW. (2014). Pathophysiology of coronary vascular remodeling: relationship with traditional risk factors for coronary artery disease. *Cardiology in Review*, 22 (1), 13-16.
- Pavy, B., Barbet, R., Carré, F., Champion, C., Iliou, MC., Jourdain, P., Jullière, Y., Monpère, C., Brion, R. (2013). Therapeutic education in coronary heart disease: Position paper from the Working Group of Exercise Rehabilitation and Sport (GERS) and the Therapeutic Education Commission of the French Society of Cardiology. *Archives of Cardiovascular Disease*, 106, 680-689.
- Perk, J., De Backer, G., Gohlke, H., Graham, I. et al. (2012). European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 33, 1635-1701.
- Pfob, M., Mürzl, N., Müller, E., Eber, B., Weber, T. (2014). Ambulatory cardiac rehabilitation improves pulsatile arterial hemodynamics: a pilot trial. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 164, 220-227.
- Piepoli, M., Hoes, A., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C. et al. (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 37, 2315-2381.
- Piso, B., Tüchler, H., Gyimesi, M., Kollmann, I., Endel, G., Wilbacher, I., Kurz, RW., Müller, R. (2010). Ambulante kardiologische Phase-III-Rehabilitation – retrospektive Kohortenstudie zu einer Wiener Einrichtung. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 161 (9-10), 263-271.
- Piso, B., Tüchler, H., Kawalirek, S., Yazigi, M., Müller, R. (2012). Multizentrische, prospektive Kohortenstudie zur ambulanten kardiologischen Phase-III-Rehabilitation – Ein Studienprotokoll. *Austrian Journal of Cardiology*, 19 (Pre-Publishing Online).

- Pollock, ML., Franklin, BA., Balady, GJ., Chaitman, BL., Fleg, JL., Fletcher, B., Limacher, M., Pina, IL., Stein, RA., Williams, M., Bazzare, T. (2000). Resistance training in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation*, 101, 828-833.
- Ponikowski, P., Voors, A., Anker, S., Bueno, H., Cleland, J., Coats, A. et al. (2016). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Journal of Heart Failure*, 18(8), 891-975.
- Pottgießer, T., Bode, C., Röcker, K. (2014). Leistungsbegrenzung und Trainingstherapie bei chronischer Herzinsuffizienz. *German Journal of Sports Medicine*, 64 (4), 85-92.
- Rankinen, T., Pérusse, L., Rauramaa, R., Rivera, MA., Wolfbarth, B., Bouchard, C. (2001). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (6), 855-867.
- Ribeiro, F., Teixeira, M., Miranda, F., Oliveira, NL., Alves, AJ., Duarte, JA., Oliveira, J. (2016). Exercise-based rehabilitation improves cardiorespiratory fitness but does not modulate myeloperoxidase levels in coronary heart disease. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56 (3), 343-344.
- Roffi, M., C. Patrono, J. P. Collet, C. Mueller, M. Valgimigli, F. Andreotti, et al. (2016). 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 37(3), 267-315.
- Rognmo, O., Moholt, T., Bakken, H., Hole, T., Molstad, P., Erling Myhr, N., Grimsmo, J., Wisloff, U. (2012). Cardiovascular Risk of High- Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise in Coronary Heart Disease Patients. *Circulation*, 126, 1436-1440.
- Ross, R., de Lannoy, L., Stoltz, PJ. (2015). Separate Effects of Intensity and Amount of Exercise on Interindividual Cardiorespiratory Fitness Response. *Mayo Clinic Proceedings*, 90 (11), 1506-1514.
- Rülling L. (2014). *Analyse des belastungsabhängigen Herzfrequenzverhaltens während der ambulanten kardiologischen Phase II und III Rehabilitation*. Magisterarbeit, Universität Wien.
- Saltin, B., Hartley, L., Kilbom, A., Åstrand, I. (1969). Physical training in sedentary middle-aged and older men. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 24, 323–334.
- Sandercock, G., Hurtado, V., Cardoso, F. (2013). Changes in cardiorespiratory fitness in cardiac rehabilitation patients: A meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 167, 894–902.
- Sisson, SB., Katzmarzyk, PT., Earnest, CP., Bouchard, C., Blair, SN., Church, TS. (2009). Volume of Exercise and Fitness Nonresponse in Sedentary, Postmenopausal Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41 (3), 539–545.
- Sharhag-Rosenberger, F., Walitzek, S., Kindermann, W., Meyer, T. (2012). Differences in adaptations to 1 year of aerobic endurance training: individual patterns of nonresponse. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22, 113-118.
- Simony, CP., Pedersen, BD., Dreyer, P., Birkelund, R. (2015). Dealing with existential anxiety in exercise-based cardiac rehabilitation: a phenomenological-hermeneutic study of patients' lived experiences. *Journal of Clinical Nursing*, 24, 2581-2590.
- Skinner, JS., Jaskólski, A., Jaskólska, A., Krasnoff, J., Gagnon, J., Leon, AS., Rao, DC., Wilmore, JH., Bouchard, C. (2001). Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1770–1776.
- Skinner, JS., Gaskill, SE., Rankinen, T., Leon, AS., Rao, DC., Wilmore, JH., Bouchard, C. (2003). Heart Rate versus %VO₂max: Age, Sex, Race, Initial Fitness, and Training Response—HERITAGE. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (11), 1908-1913.

- Steinberg, D. (2006). The pathogenesis of atherosclerosis. An interpretive history of the cholesterol controversy, part IV: the 1984 coronary primary prevention trial ends it--almost. *Journal Of Lipid Research*, 47 (1), 1-14.
- Stone, MH., Fleck, SJ., Triplet, NT., Kraemer, WJ. (1991). Health- and performance – related potential of resistance training. *Sports Medicine*, 4, 210-231.
- Swain, D., Franklin, B (2002). VO(2) reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 152-157.
- Tang, L., Zwisler, AD, Taylor, RS., Doherty, P., Zangger, G., Berg, SK., Langberg, H. (2015). Self-rating level of perceived exertion for guiding exercise intensity during a 12-week cardiac rehabilitation programme and the influence of heart rate reducing medication. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Article in Press: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.08.004>
- Taylor RS., Sagar VA., Davies EJ., Briscoe S., Coats AJS., Dalal H., Lough F., Rees K., Singh S. (2014). Exercise-based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, 1-125.
- Truth, MS., Hunter, GR., Weinsier, RI., Kell, SH. (1995) Energy expenditure and substrate utilisation on older women after strength training: 24-h calorimeter result. *Journal of Applied Physiology*, 78 (6), 2140-2146.
- Tschentscher, M., Eichinger, J., Egger, A., Droese, S., Schönfelder, M., Niebauer, J. (2016). High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23 (1), 14-20.
- Uddin, J., Zwisler, AD., Lewinter, C., Moniruzzaman, M., Lund, K., Tang, LH, Taylor, R. (2016). Predictors of exercise capacity following exercise-based rehabilitation in patients with coronary heart disease and heart failure: A meta-regression analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23 (7), 683–693.
- Valkeinen, H., Aaltonen, S., Kujala, UM. (2010). Effects of exercise training on oxygen uptake in coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 545–555.
- Vollaard, NB., Constantin-Teodosiu, D., Fredriksson, K., Rooyackers, O., Jansson, E., Greenhaff, P., Timmons, JA. (2009). Systematic analysis of adaptations in aerobic capacity and submaximal energy metabolism provides a unique insight into determinants of human aerobic performance. *Journal of Applied Physiology*, 106, 1479–1486.
- Wan, W., Powers, AS., Li, J., Ji, L., Erikson, JM., Zhang, JQ. (2007). Effect of post-myocardial infarction exercise training on the renin-angiotensin-aldosterone system and cardiac function. *The American Journal of the Medical Sciences*, 334 (4), 265-273.
- Wegscheider, K., Hoberg, E. (2005). Gemeinsame Auswertung der Daten aus der HANSA-Studie und der „Lübecker Nachsorgestudie“: Ergebnisunterschiede zwischen Frauen und Männern. *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation*, 70, 238-243.
- Westhoff, M., Rühle, K., Greiwing, A., Shomaker, R., Eschenbacher, H., Siepmann, M., Lehnigk, B. (2013). Ventilatorische und metabolische (Laktat-)Schwellen. Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft Spiroergometrie. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 138, 275–280.
- WHO (1993). Rehabilitation after cardiovascular diseases, with special emphasis on developing countries: report of a WHO Committee. *Technical Report Series*, 831, 1-122.
- WHO (2000). *Obesity. Preventing and managing the global epidemic*. Technical Report Series, 894. Geneva: World Health Organisation
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, JP., Bruvold, M., Haram, PM., et al. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. *Circulation*, 115, 3086–3094.

9.1.1. Elektronische Quellen

Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (2018). Bewegungsempfehlungen für Erwachsene. Zugriff am 04.04. 2018 unter: <https://www.gesundheit.gv.at/leben/bewegung/gesund-durch-sport/bewegungsempfehlungen-erwachsene>

Bundesministerium für Gesundheit (2015). Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Österreich. PDF Online: Zugriff am 21.12.2017 unter https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/8/7/1/CH1075/CMS1421311013881/hke_bericht_2015.pdf

HTA Projektbericht (2016). Ambulante kardiologische Rehabilitation Teil VI: Multizentrische, prospektive Kohortenstudie mit zwei Vergleichsgruppen (mit/ohne Phase III). PDF Online: Zugriff am 09.11.2016 unter http://eprints.hta.lbg.ac.at/1101/1/HTA-Projektbericht_Nr.90.pdf

MAB-G (Medizinisches Assistenzberufe Gesetz, Zugriff am 05.10.2016): <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007997>

Rehabilitationsplan 2012. Gesundheit Österreich GmbH, Reiter, D., Fülöp, G., Gyimesi, M., Nemeth, C. (2012). PDF Online: Zugriff am 09.11.2016 unter <http://www.hauptverband.at/portal27/portal/hvbportal/content/contentWindow?contentid=10008.564714&action=b&cacheability=PAGE>.

Statistik Austria (2015a). Todesursachenstatistik. PDF Online: Zugriff am 28.06.2016 unter http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/todesursachen/todesursachen_im_ueberblick/index.html

Statistik Austria (2015b). Todesursachenstatistik. EXCEL Online: Zugriff am 28.06.2016 unter http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/todesursachen/todesursachen_im_ueberblick/index.html

Statistik Austria (2015c). Spitalsaufenthalte. EXCEL Online: Zugriff am 28.06.2016 unter http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/stationaere_aufenthalte/spitalsentlassungen_nach_ausgewaehlten_diagnosen/index.html

Trainingstherapie Ausbildungsverordnung (Zugriff am 05.10.2016): <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008139>

9.1.2. Weiterführende Literatur

American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.

Arbeitsgruppe Kardiologische Rehabilitation und Sekundärprävention der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft (2005). Guidelines für die ambulante kardiologische Rehabilitation und Prävention in Österreich. *Austrian Journal of Cardiology*, 12 (11-12), 303-309.

Behrens, K., Hottenrott, K., Weippert, M., Montanus, H., Kreuzfeld, S., Rieger, A., Lübke, J., Werdan, K., Stoll, R. (2015). Individualisierung der Belastungssteuerung in der kardiologischen stationären Rehabilitation. *Herz*, 40, 61-69.

Behrent, R. (2008). Clinical Shortcuts: Kardiologische Rehabilitation nach akutem Koronarsyndrom (ACS). *Austrian Journal of Cardiology*, 22 (9-10), 232-235.

Benzer, W. (2008). Guidelines für die ambulante kardiologische Rehabilitation und Prävention in Österreich – Update 2008. Beschluss der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft vom Juni 2008. *Austrian Journal of Cardiology*, 15 (9-10), 298-309.

Bjarnason-Wehrens, B., Benesch, L., Bischoff, KO., Buran-Kilian, B., Gysan, D., Hollenstein, U., Mayer-Berger, W., McCabe, M., Wilkniss, R., Sauer, G. (2003). Die Effektivität einer ambulanten kardiologischen

Rehabilitation der Phase II. *Herz*, 28, 404-412.

Bjarnason-Wehrens, B., Mayer-Berger, W., Meister, ER., Baum, K., Habrecht, R., Gielen, S. (2004). Einsatz von Kraftausdauertraining und Muskelaufbautraining in der kardiologischen Rehabilitation. *Zeitschrift für Kardiologie*, 93 (5), 357-370.

Bjarnason-Wehrens, B. (2005). Körperliches Training bei Frauen in der kardiologischen Rehabilitation und Nachsorge: Wie können Barrieren überwunden und die Akzeptanz gesteigert werden? *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation*, 70, 253-260.

Brandt D. (2004). Editorial: Indikation zur Kardiologischen Rehabilitation. *Austrian Journal of Cardiology*, 11 (11), 435-436.

Dalos, D., Gabriel, H., Graf, S., Neunteufl, T. (2014). Chronische koronare Herzkrankheit. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 9, 53-72.

Edelmann, F., Grabs, V., Halle, M. (2014). Trainingstherapie bei Herzinsuffizienz. *Internist*, 55, 669-675.

Edelmann, F., Pieske, B. (2012). Körperliches Training bei Herzinsuffizienz. *Herz*, 38, 578-586.

Fischer, HM., Charrier, A., Dörr, R., Spitzer, SG. (2012). Ambulante Rehabilitation nach Herzinfarkt und bei Herzinsuffizienz. *Herz*, 37, 30-37.

Haber P. (2005). *Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung. Rehabilitation bis Leistungssport*. Springer Verlag, Wien, New York.

Hahnmann HW. (2012). Kardiologische Rehabilitation. Aktueller Stand und zukünftige Anforderungen. *Herz*, 37, 22-29.

Hettinger, T. (1983). Isometrisches Muskeltraining. Stuttgart, Thieme.

Korsukéwitz, C., Falk, J., Lindow, B. (2012). Kardiologische Rehabilitation in Deutschland. Erfolgsmodell mit Perspektive. *Herz*, 37, 12-21.

Maisch, B. (2012). Kardiologische Rehabilitation – mehr als nur für den Schrebergarten? *Herz*, 37, 7-11.

Niebauer J (2014). Ausnahmestellung des Sports – wieso eigentlich? *Deutsche Zeitung für Sportmedizin*, 65, 83 - 84.

Neuhold, S., Hülsmann, M. (2008). Herzinsuffizienz. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 1, 17-33.

Pokan, R., Hofmann, P., Wonisch, M., Smekal, G., Bachl, N., Mayr, K., Benzer, W., Schmid, P. (2004). Leistungsdiagnostik und Trainingsherzfrequenzbestimmung in der kardiologischen Rehabilitation. *Austrian Journal of Cardiology*, 11 (11), 446-452.

Samitz, G., Benzer, W., Zwahlen, M. (2009). *Wirksamkeit der umfassenden kardiologischen Rehabilitation und Sekundärprävention*. In Pokan, R., Benzer, W., Gabriel, H., Hofmann, P., Kunschitz, E., Mayr, K., Samitz, G., Schindler, K., Wonisch, M. (Hrsg.), *Kompendium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation*. (S. 4 – 15). Wien: Springer Verlag.

Sandhofer, F. (2000). Sekundäre Prävention der koronaren Herzkrankheit. *Austrian Journal Of Cardiology*, 9 (7), 344-348.

Saner, H. (2012). Der Schweizer Weg der kardiologischen Rehabilitation. *Herz*, 37, 38-43.

Sauer, G. (2008). Reha 2008: Wann ambulant, wann stationär? *Herz*, 33, 432-439.

Smekal, G. (2009). *Der muskuläre Energiestoffwechsel unter besonderer Berücksichtigung der Herzinsuffizienz*. In Pokan, R., Benzer, W., Gabriel, H., Hofmann, P., Kunschitz, E., Mayr, K., Samitz, G., Schindler, K., Wonisch, M. (Hrsg.), *Kompendium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation*. (S. 99-113). Wien: Springer Verlag.

Strauer, BE. (2007). Herzinsuffizienz. *Internist*, 48, 897-898.

- Weineck, J. (1997). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta Verlag
- Wienbergen, H., Hambrecht, R. (2012). Trainingstherapie bei kardiologischen Patienten. *Herz*, 37, 486-492.
- Wonisch, M., Fruhwald, FM., Hofmann, P., Hödl, R., Klein, W., Kraxner, W., Maier, R., Pokan, R., Smekal, G., Watzinger, N. (2003). Spiroergometrie in der Kardiologie – Grundlagen der Physiologie und Terminologie. *Austrian Journal of Cardiology*, 10 (9), 383-390.
- Wonisch, M., Berent, R., Klicpera, M., Laimer, H., Marko C., Pokan, R. et al. (2008). Praxisleitlinien Ergometrie. *Austrian Journal of Cardiology*, 15(Supplement A – Praxisleitlinien Ergometrie), 3-17.
- Wonisch, M. (2009a). *Arteriosklerotische Herzerkrankungen*. In Pokan, R., Benzer, W., Gabriel, H., Hofmann, P., Kunschitz, E., Mayr, K., Samitz, G., Schindler, K. & Wonisch, M. (Hrsg.), Kompendium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation. (S. 39 – 47). Wien: Springer Verlag.
- Wonisch, M. (2009b). *Herzinsuffizienz*. In Pokan, R., Benzer, W., Gabriel, H., Hofmann, P., Kunschitz, E., Mayr, K., Samitz, G., Schindler, K. & Wonisch, M. (Hrsg.), Kompendium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation. (S. 49-52). Wien: Springer Verlag.
- Wonisch, M., Hofmann, P., Pokan, R., Eder, B. (2009). Krafttraining bei Patienten mit kardiologischen Erkrankungen. *Austrian Journal of Cardiology*, 16 (9-10), 337-340.
- Wonisch, M., Marko, C., Niebauer, J., Pokan, R., Schmid, P., Wiesinger, E. (2012). Bedeutung des Krafttrainings zur Prävention und Rehabilitation internistischer Erkrankungen. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 124, 326–333.
- Zeidler, J., Mittendorf, T., Vahldiek, G., Graf von der Schulenburg, JM. (2008). Kostenvergleichsanalyse der ambulanten und stationären kardiologischen Rehabilitation. *Herz*, 33 (6), 440-447.

9.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zielwerte der kardiovaskulären Risikofaktoren im internationalen Vergleich.....	19
Tabelle 2: PatientInnenkollektiv.....	24
Tabelle 3: Abbruchgründe.....	25
Tabelle 4: Ausschlusskriterien.....	25
Tabelle 5: Basischarakteristika Phase II männlich.....	26
Tabelle 6: Basischarakteristika Phase II weiblich.....	26
Tabelle 7: Basischarakteristika Phase III männlich.....	27
Tabelle 8: Basischarakteristika Phase III männlich.....	27
Tabelle 9: Basischarakteristika der ambulanten Phase III Gruppe.....	28
Tabelle 10: Basischarakteristika der stationären Phase III Gruppe.....	28
Tabelle 11: Basischarakteristika alle Phasen.....	29
Tabelle 12: Veränderungen Phase II.....	32
Tabelle 13: Gruppenunterschiede Baseline und Ende der Phase III Gruppen.....	40
Tabelle 14: Veränderungen Phase III.....	41
Tabelle 15: ANOVA Phase II und Phase III.....	46
Tabelle 16: Veränderungen der Leistung in den Energiebereitstellungsphasen – Phase II.....	52
Tabelle 17: Veränderungen der Leistung in den Energiebereitstellungsphasen – Phase III.....	54
Tabelle 18: Veränderungen der Leistung in den Energiebereitstellungsphasen – Phase II + III.....	55
Tabelle 19: Veränderungen Phase II und Phase III absolut und relativ.....	57
Tabelle 20: Evaluation der Erreichung der Rehaziele.....	58
Tabelle 21: Statistik der sekundären Hypothese (1).....	59

Tabelle 22: Korrelation der Quotienten VO2max und Watt max.....	59
Tabelle 23: Signifikante Ergebnisse der Veränderung der absoluten Leistung in den Energiebereitstellungsphasen.....	62

9.3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Veränderung des Gewichts während der Phase II Rehabilitation.....	33
Abbildung 2: Veränderung des BMI während der Phase II Rehabilitation.....	33
Abbildung 3: Veränderung des Bauchumfangs während der Phase II Rehabilitation.....	34
Abbildung 4: Veränderung des tabellarischen Sollwerts während der Phase II Rehabilitation.....	34
Abbildung 5: Veränderung der maximalen Herzfrequenz während der Phase II Rehabilitation.....	35
Abbildung 6: Veränderung der maximalen Wattleistung während der Phase II Rehabilitation.....	35
Abbildung 7: Veränderung der relativen Wattleistung während der Phase II Rehabilitation.....	36
Abbildung 8: Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme während der Phase II Rehabilitation.....	36
Abbildung 9: Veränderung der relativen Sauerstoffaufnahme während der Phase II Rehabilitation.....	37
Abbildung 10: Veränderung der Watt an VT1 während der Phase II Rehabilitation.....	37
Abbildung 11: Veränderung der Watt an VT2 während der Phase II Rehabilitation.....	38
Abbildung 12: Veränderung der tabellarischen Sollleistung während der Phase III Rehabilitation.....	42
Abbildung 13: Veränderung der maximalen Wattleistung während der Phase III Rehabilitation.....	42
Abbildung 14: Veränderung der relativen Wattleistung während der Phase III Rehabilitation.....	43
Abbildung 15: Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme während der Phase III Rehabilitation.....	43
Abbildung 16: Veränderung der relativen Sauerstoffaufnahme während der Phase III Rehabilitation.....	44
Abbildung 17: Veränderung der Watt an der VT1 während der Phase III Rehabilitation Männer.....	44
Abbildung 18: Veränderung der Watt an der VT1 während der Phase III Rehabilitation Frauen.....	44
Abbildung 19: Veränderung der Watt an der VT2 während der Phase III Rehabilitation Männer.....	45
Abbildung 20: Veränderung der Watt an der VT2 während der Phase III Rehabilitation Frauen.....	45
Abbildung 21: Veränderung des Gewichts über beide Rehabilitationsphasen.....	47
Abbildung 22: Veränderung des BMI über beide Rehabilitationsphasen.....	47
Abbildung 23: Veränderung des Bauchumfangs über beide Rehabilitationsphasen.....	48
Abbildung 24: Veränderung des TBS über beide Rehabilitationsphasen.....	48
Abbildung 25: Veränderung der maximalen Wattleistung über beide Rehabilitationsphasen.....	49
Abbildung 26: Veränderung der relativen Wattleistung über beide Rehabilitationsphasen.....	49
Abbildung 27: Veränderung der VO2max über beide Rehabilitationsphasen.....	50
Abbildung 28: Veränderung der relativen VO2max über beide Rehabilitationsphasen.....	50
Abbildung 29: Veränderung der Watt an der VT1 über beide Rehabilitationsphasen.....	51
Abbildung 30: Veränderung der Watt an der VT2 über beide Rehabilitationsphasen.....	51
Abbildung 31: Absolute Leistung der aeroben Phase während der Phase II Rehabilitation.....	52
Abbildung 32: Absolute Leistung der aerob-anaeroben Übergangsphase während der Phase II Rehabilitation.....	53
Abbildung 33: Absolute Leistung der anaeroben Phase während der Phase II Rehabilitation.....	54
Abbildung 34: Absolute Leistung der aeroben Phase während der Phase III Rehabilitation Männer.....	54
Abbildung 35: Absolute Leistung der aeroben Phase während der Phase III Rehabilitation Frauen.....	54
Abbildung 35: Absolute Leistung der aerob-anaeroben Übergangsphase während der Phase III Rehabilitation.....	55
Abbildung 36: Absolute Leistung der anaeroben Phase während der Phase III Rehabilitation.....	55
Abbildung 37: Absolute Leistung der aeroben Phase der Phase II + III PatientInnen.....	55
Abbildung 38: Absolute Leistung der aerob-anaeroben Übergangsphase der Phase II + III PatientInnen.....	56
Abbildung 39: Absolute Leistung der anaeroben Phase der Phase II + III PatientInnen.....	56
Abbildung 40: Quotienten der Parameter VO2max und Watt max am Ende der Phase II ($\rho = 0,411$).....	60
Abbildung 41: Quotienten der Parameter VO2max und Watt max am Ende der Phase III ($\rho = 0,522$).....	60