

Aus dem Institut für Präventivmedizin

der Universität Rostock

Direktorin (k): Prof. Dr. med. habil. Regina Stoll

**Über den Einfluss zweier Trainingskonzepte
auf Parameter der Leistungsfähigkeit
bei Teilnehmern der ambulanten Herzgruppen**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Rostock

Vorgelegt von Jenny Barkowski

geboren am 10.09.1989 in Weimar

Rostock, 2014

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Emil Christian Reisinger

Gutachter:

1. Gutachter:
Frau Prof. Dr. med. Regina Stoll,
Institut für Präventivmedizin, Universität Rostock
2. Gutachter:
Herr Prof. Dr. med. Attila Altiner,
Institut für Allgemeinmedizin, Universität Rostock
3. Gutachter:
Herr Prof. Dr. med. Hüseyin Ince
Zentrum für Innere Medizin, Abteilung Kardiologie, Universität Rostock

Tag der Einreichung: 18. Dezember 2014

Tag der Verteidigung: 11. November 2015

Für Fritz

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 In der Studie untersuchte Krankheitsbilder	1
1.1.1 Definition und Klassifikation der arteriellen Hypertonie	1
1.1.2 Definition der koronaren Herzkrankheit	3
1.2 Ambulante Herzgruppen	5
1.2.1 Ambulante Herzgruppen innerhalb des Rehabilitationsprozesses	5
1.2.2 Die historische Entwicklung des Herzsports	7
1.2.3 Definition und Ziele der ambulanten Herzgruppen	10
1.2.4 Definition und Ziele der Nachfolgegruppen	11
1.2.5 Die Betreuung der ambulanten Herzgruppen sowie der Nachfolgegruppen	12
1.3 Aktueller Wissensstand	13
1.4 Fragestellung und Zielsetzung	18
1.5 Hypothesen	19
2 Patienten und Methoden	20
2.1 Patienten	20
2.1.1 Diagnosen	21
2.1.2 Medikamenteneinnahmen	22
2.2 Studienbeschreibung	23
2.2.1 Ermittlungen der Trainingshäufigkeit und Trainingsfortführung	25
2.3 Untersuchungsmethoden	27
2.3.1 Blutdruckmessung	27
2.3.2 Ergometrie	27
2.3.2.1 Maximale Leistung	30
2.3.2.2 Maximale Herzfrequenz	30
2.3.2.3 Blutdruck bei 100 Watt	31
2.3.2.4 Borg-Skala	32
2.3.3 Transthorakale Echokardiografie	33
2.4 Der strukturierte Trainingsplan	35
2.4.1 Untersuchungen zur Objektivierung der Trainingsintensität	41
2.5 Statistische Auswertung	42

3 Ergebnisse	43
3.1 Betrachtungen verschiedener Parameter der Herzgruppen untereinander zu verschiedenen Zeitpunkten	43
3.1.1 Anfangsuntersuchung	43
3.1.2 Zwischenuntersuchung	46
3.1.3 Enduntersuchung.....	48
3.2 Betrachtungen verschiedener Parameter innerhalb der Herzgruppen hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs	50
3.2.1 Kontrollgruppe	50
3.2.2 Testgruppe I	52
3.2.3 Testgruppe II.....	54
3.3 Ermittlungen der Trainingshäufigkeit und Trainingsfortführung.....	63
3.4 Untersuchungen zur Objektivierung der Trainingsintensität.....	66
4 Diskussion	68
4.1 Diskussion der Ergebnisse.....	68
4.2 Methodenkritik und Einschränkungen der Studie	78
5 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	80
6 Zusammenfassung	81
Thesen	82
Literaturverzeichnis.....	84
Anhang	96
Danksagung.....	97
Selbstständigkeitserklärung.....	98

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1.1: Ausgaben für einzelne Leistungsbereiche der Gesetzlichen Krankenversicherungen aus dem Jahr 2012 in Prozent (29)
- Abbildung 1.2: Entwicklung der ambulanten Herzgruppen in Deutschland (42)
- Abbildung 2.1: Zeitlicher Verlauf der Studie mit Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 2.2: Rumpfheber
- Abbildung 2.3: Strecken und Beugen über Kreuz
- Abbildung 2.4: Fünfminütiges Walken
- Abbildung 2.5: Einbeinige Oberschenkeldehnung
- Abbildung 2.6: Strecken des Körpers
- Abbildung 3.1: Boxplot der systolischen Blutdruckwerte in Ruhe in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.2: Boxplot der diastolischen Blutdruckwerte in Ruhe in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.3: Boxplot der Ruheherzfrequenzen in S/min innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.4: Boxplot der systolischen Blutdruckwerte bei 100 Watt in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.5: Boxplot der diastolischen Blutdruckwerte bei 100 Watt in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.6: Darstellung der Mittelwerte der maximalen Leistung in Watt innerhalb der Herzgruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.7: Boxplot der maximalen Herzfrequenzen in S/min innerhalb der Herzgruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten
- Abbildung 3.8: Teilnehmeranzahl der Kontrollgruppe sowie Testgruppe I mit Anzahl der Zustimmungen bezüglich einer Trainingsfortsetzung nach 24 Monaten
- Abbildung im Anhang: Sportanamnese der Testgruppe II

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Klassifikation der arteriellen Hypertonie, Angaben in mmHg (4, 6)

Tabelle 2.1: Anzahl und Häufigkeitsverteilungen der Diagnosen innerhalb der jeweiligen Herzgruppe zum Zeitpunkt der Anfangsuntersuchung

Tabelle 2.2: Anzahl und Häufigkeitsverteilungen der Medikamenteneinnahmen innerhalb der jeweiligen Herzgruppe zum Zeitpunkt der Anfangsuntersuchung

Tabelle 2.3: Mittelwerte und Standardabweichungen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Leistung in Watt für Männer (87)

Tabelle 2.4: Mittelwerte und Standardabweichungen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Herzfrequenz in S/min für Männer (87)

Tabelle 2.5: Category Ratio Scale nach Borg (94)

Tabelle 2.6: Einteilung der linksventrikulären Ejektionsfraktion in % für Männer (98, 99)

Tabelle 2.7: Einteilung des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers in cm für Männer (98)

Tabelle 2.8: Trainingsplan von Dr. med. M. Stula (100)

Tabelle 3.1: Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima zur Anfangsuntersuchung (t0) mit Signifikanzen

Tabelle 3.2: Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima zur Zwischenuntersuchung (t1) mit Signifikanzen

Tabelle 3.3: Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima zur Enduntersuchung (t2) mit Signifikanzen

Tabelle 3.4: Mittelwerte der Kontrollgruppe zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten mit Signifikanzen zwischen t0 und t2

Tabelle 3.5: Mittelwerte der Testgruppe I zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten mit Signifikanzen zwischen t0, t1 und t2

Tabelle 3.6: Mittelwerte der Testgruppe II zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten mit Signifikanzen zwischen t0 und t1

Tabelle 3.7: Anzahl und Häufigkeitsverteilungen der im Training erreichten maximalen Herzfrequenzen der Testgruppe II

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
aHG	ambulante Herzgruppe/n (Sg./Pl.)
art.	arteriell
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
CR	Category-Ratio
diast.	diastolisch
EKG	Elektrokardiogramm
g	Gramm
ggf.	gegebenenfalls
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HDL	High-density Lipoprotein
HF	Herzfrequenz
HF max	Maximale Herzfrequenz
HF-Stufen	Herzfrequenzstufen
Kap.	Kapitel
KG	Kontrollgruppe
kg	Kilogramm
KHK	Koronare Herzkrankheit
LDL	Low-density Lipoprotein
LVEDD	linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser
LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
m	Meter
MHz	Megahertz
min	Minuten
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
N	Stichprobengröße, Anzahl

n.s.	nicht signifikant
p	Irrtumswahrscheinlichkeit, Signifikanz
S	Schläge
syst.	systolisch
RPE	Rating of perceived exertion
RR	Blutdruck
RR diast.	Diastolischer Blutdruckwert
RR syst.	Systolischer Blutdruckwert
t0	Anfangsuntersuchung
t1	Zwischenuntersuchung
t2	Enduntersuchung
Tab.	Tabelle
TG I	Testgruppe I
TG II	Testgruppe II
u. a.	unter anderem
W	Watt
W _{max}	Maximale Wattzahl
WHO	World Health Organization
Z. n.	Zustand nach

1 Einleitung

1.1 In der Studie untersuchte Krankheitsbilder

Im Jahr 2012 machten die kardiovaskulären Erkrankungen 40.2 % aller Todesfälle in Deutschland aus und sind somit immer noch die häufigste Todesursache. Zu den kardiovaskulären Erkrankungen zählen die ischämischen Herzerkrankungen, besonders der akute Herzinfarkt (1). Dieser ist eine Manifestationsform der koronaren Herzkrankheit. Auch die arterielle Hypertonie zählt zu den kardiovaskulären Erkrankungen und ist mit einer zunehmenden Häufigkeit im Alter verbunden (2). In den hier durchgeführten Untersuchungen gehörten die Krankheitsbilder der koronaren Herzkrankheit sowie die der arteriellen Hypertonie zu den Einschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie.

1.1.1 Definition und Klassifikation der arteriellen Hypertonie

„Die Hypertonie sollte als die Blutdruckhöhe definiert werden, ab welcher Diagnostik und Behandlung für den Patienten von Vorteil sind“ (3). Diese Definition wurde im Jahr 1971 von J.G. Evans und G. Rose verfasst und ist auch heute in aktuellen Leitlinien zu finden (4, 5). Die Behandlung der arteriellen Hypertonie sollte auch das individuelle kardiovaskuläre Risiko berücksichtigen, welches sich aus vorhandenen asymptomatischen Endorganschäden, symptomatischen kardiovaskulären Erkrankungen, der Diagnose eines Diabetes mellitus und chronischen Nierenerkrankungen zusammensetzt (6). Des Weiteren stellt die arterielle Hypertonie selbst einen Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen dar. In Tabelle 1.1 ist die Klassifikation der arteriellen Hypertonie dargestellt. Hierbei definiert der jeweilig höhere systolische oder diastolische Ruheblutdruckwert die Blutdruckklassifikation.

Tabelle 1.1: Klassifikation der arteriellen Hypertonie, Angaben in mmHg (4, 6)

	systolischer RR-Wert	diastolischer RR-Wert
Optimal	< 120	< 80
Normal	120-129	80-84
Hoch-normal	130-139	85-89
Hypertonie Grad 1	140-159	90-99
Hypertonie Grad 2	160-179	100-109
Hypertonie Grad 3	≥ 180	> 110
Isolierte syst. Hypertonie	≥ 140	< 90

Zur Diagnostik der arteriellen Hypertonie gehören Blutdruckmessungen durch den Arzt, sogenannte Praxis- oder Gelegenheitsmessungen. Des Weiteren sollten Selbstmessungen durch den Patienten sowie eine ambulante 24-Stunden-Blutdruckmessung erfolgen. Darüber hinaus dienen Blutdruckwerte aus der Ergometrie der Diagnostik. Ferner empfiehlt sich eine Anamnese, im Speziellen eine Familien- sowie Medikamentenanamnese, um mögliche Ursachen der arteriellen Hypertonie zu ergründen (7). Diese umfangreiche Diagnostik soll der Bestätigung der Diagnose einer arteriellen Hypertonie dienen, mögliche Ursachen einer sekundären Hypertonie aufzeigen und das kardiovaskuläre Risiko mit möglichen Endorganschäden und Begleiterkrankungen erfassen (6).

Die Entscheidung zur Einleitung einer antihypertensiven Therapie richtet sich nach der Einordnung der vorhandenen Blutdruckwerte bzgl. der Klassifikation der arteriellen Hypertonie unter Beachtung des individuellen kardiovaskulären Risikos. Laut Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V., der Deutschen Hochdruckliga e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Hypertonie und Prävention sollte ein Zielblutdruck von systolisch < 140 mmHg und diastolisch < 90 mmHg angestrebt werden (4, 6). Die allgemeinen Therapiemaßnahmen der arteriellen Hypertonie beinhalten eine Gewichtsnormalisierung auf einen Body-Mass-Index von 25 kg/m² und einen Taillenumfang von < 102 cm für Männer und < 88 cm für Frauen, eine salzarme Diät mit einer täglichen Kochsalzaufnahme von 5 bis 6 g, eine mediterrane und fettarme Kost sowie einen hohen Obst- und Gemüseverzehr. Ebenfalls zählen ein Rauchstopp sowie die Reduktion des Alkoholkonsums auf täglich 20 bis 30 g für Männer und 10 bis 20 g für Frauen zu diesen Maßnahmen. Ebenso bilden regelmäßige dynamische Aktivitäten für mindestens 30 Minuten und fünf bis sieben Mal pro Woche sowie diverse Stressbewältigungsmaßnahmen einen Grundstein in der Therapie der arteriellen Hypertonie (4, 6, 7).

Die medikamentöse Therapie der arteriellen Hypertonie wird zunächst als Monotherapie mit einem Antihypertensivum begonnen. Zu den Substanzklassen der Antihypertensiva zählen Diuretika, Betablocker, Calciumantagonisten, Angiotensin- converting- Enzym- Hemmer und Angiotensinrezeptorblocker. Positive Effekte konnten für antihypertensive Therapien in verschiedenen Studien nachgewiesen werden (8, 9, 10). Die Autoren Yusuf et al. (8) konnten bei Patienten mit hohem kardiovaskulären Risiko unter der Therapie mit Ramipril, einem Angiotensin- converting- Enzym- Hemmer, positive Effekte bezüglich der Reduktion von Myokardinfarkt und Schlaganfall belegen. Auch in der PROGRESS-Studie (10) konnte eine Reduktion des Schlaganfallrisikos unter Perindopril und Indapamid bei Hypertonikern

nachgewiesen werden. Bringt eine Monotherapie nicht den gewünschten therapeutischen Effekt, kann auf eine andere Monotherapie gewechselt oder eine Kombinationstherapie eingeleitet werden (7).

1.1.2 Definition der koronaren Herzkrankheit

Unter dem Begriff der koronaren Herzkrankheit (KHK) wird eine Manifestation der Arteriosklerose in den Herzkranzgefäßen verstanden (11, 12). Dabei kann es sich um eine Ein-, Zwei- oder Dreifäßerkrankung handeln. Zunächst kommt es zu Lipidablagerungen sowie Störungen der endothelialen Funktion (13, 14). Diese können in fortgeschrittenen Stadien Stenosen der Herzkranzgefäße bedingen, welche zu Minderperfusionen des Herzmuskelgewebes führen.

Manifestationsformen der KHK können die stabile Angina pectoris, der Myokardinfarkt, die Linksherzinsuffizienz durch ischämische Herzmuskelschäden, Herzrhythmusstörungen oder der plötzliche Herztod sein. Ferner ist ein asymptomatischer Verlauf der KHK bzw. eine stumme Ischämie möglich.

Hauptrisikofaktoren der KHK sind arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Nikotinabusus, Low-density Lipoprotein (LDL)-Cholesterin-Erhöhung und High-density Lipoprotein (HDL)-Cholesterin-Erniedrigung. Ein Lebensalter bei Frauen ≥ 55 Jahre und bei Männern ≥ 45 Jahre sowie eine diagnostizierte KHK bei erstgradigen Familienangehörigen vor dem 65. Lebensjahr bei Frauen und vor dem 55. Lebensjahr bei Männern zählen zudem zu den Hauptrisikofaktoren. Ebenso haben psychosoziale Faktoren Einfluss auf die Entwicklung einer KHK (12, 15, 16). In der Framingham-Studie, welche im Jahr 1948 begann, konnten zahlreiche Risikofaktoren der KHK identifiziert werden. Dazu zählen Zigarettenrauchen, erhöhte Cholesterinspiegel, erhöhter Blutdruck, Dyslipidämie und Adipositas (17). Es konnte belegt werden, dass durch sportliche Aktivität das Risiko der Erkrankung gesenkt werden kann (18). In der im Jahr 1978 von der World Health Organization (WHO) initiierten MONICA-Studie wurden die Trends sowie Determinanten der Risikofaktoren der KHK erfasst. Diese Studie umfasste die Altersgruppe der 35 bis 64-jährigen und schloss insgesamt 13 Millionen Menschen ein. Die in 21 Ländern weltweit durchgeführte Studie konnte in einem Beobachtungszeitraum von über zehn Jahren Zigarettenrauchen, hohen Blutdruck sowie hohe Cholesterinspiegel als Risikofaktoren der KHK herausstellen. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die Sterblichkeit eines Reinfarkts doppelt so hoch ist wie bei Erstinfarkt und somit eine Verbesserung der Sekundärprävention nötig sei (19, 20). Positive Effekte der körperlichen Aktivität in der

Prävention der koronaren Herzkrankheit konnten ebenfalls in einer Metaanalyse von Berlin und Colditz (21) nachgewiesen werden.

Die Basisdiagnostik der KHK umfasst laut der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung eine Anamnese und eine klinische Untersuchung (11). Des Weiteren sollten Blutdruckmessungen, ein 12-Kanal-Elektrokardiogramm sowie die Erfassung von Körpergröße und Gewicht erfolgen (11, 22). Auch kann eine Röntgenthoraxaufnahme in zwei Ebenen angefertigt werden (11). Ferner werden von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung Laboruntersuchungen empfohlen. Diese sollten ein kleines Blutbild, ggf. ein Differentialblutbild, mit Nüchternblutzuckerspiegel und Lipidstatus mit LDL-Cholesterin, HDL-Cholesterin sowie Triglyceriden beinhalten (11, 22). Bei Verdacht auf ein akutes Koronarsyndrom sind weitere Laboruntersuchungen, beispielsweise der Nachweis des kardialen Troponins, anzuraten (11). Die spezielle Diagnostik beinhaltet eine Ergometrie, eine Stressechokardiografie sowie ein Langzeit-EKG (11, 22). Auch kann eine invasive Diagnostik, wie etwa die Koronarangiographie, notwendig sein (11, 22).

Zu den Therapieansätzen der KHK gehören eine Verringerung der Risikofaktoren, eine medikamentöse Therapie und ggf. eine interventionelle Therapie sowie Sofortmaßnahmen bei akutem Koronarsyndrom. Die Maßnahmen zur Änderung des Lebensstils, beispielsweise Rauchstopp, Gewichtsreduktion oder körperliche Betätigung, bilden dabei einen Grundstein in der Therapie der KHK. Unter Einhaltung dieser Vorgaben soll das Eintreten eines Herzinfarktes und die Entwicklung einer Herzinsuffizienz vermieden werden. Auch Einschränkungen der Lebensqualität und der Belastbarkeit sollen verhindert bzw. reduziert werden (11, 12).

1.2 Ambulante Herzgruppen

1.2.1 Ambulante Herzgruppen innerhalb des Rehabilitationsprozesses

Unter Prävention im Allgemeinen wird ein Vorbeugen oder Verhüten verstanden. Es existieren verschiedene Unternehmungen oder Maßnahmen, um Prävention zu ermöglichen. In der Medizin können die Präventivmaßnahmen in primäre, sekundäre sowie tertiäre Absichten unterteilt werden. Die Primärprävention verfolgt dabei das Ziel, Krankheiten sowie deren Risikofaktoren, bevor diese vorhanden sind, zu verhindern. Hierzu zählen beispielsweise Ernährungsschulungen oder Aufklärungen über gesundheitsgefährdendes Verhalten, wie Alkohol- oder Nikotinabusus. Die Sekundärprävention umfasst Früherkennungsmaßnahmen und zielt auf das Verhindern eines Fortschreitens sowie einer Chronifizierung von Erkrankungen und ggf. dem frühzeitigen Einleiten von Therapien ab. Den sekundärpräventiven Maßnahmen werden Vorsorge- oder Screeninguntersuchungen, beispielsweise die Brustuntersuchung oder die Darmspiegelung, zugeschrieben. Ist eine Erkrankung bereits diagnostiziert oder hat eine Akutbehandlung stattgefunden, schließt sich die Tertiärprävention an. Durch tertiärpräventive Maßnahmen soll das Eintreten von Folgeerkrankungen- oder Schäden vermindert werden. Dabei bildet die Rehabilitation einen Bestandteil der Tertiärprävention.

Die Rehabilitation umfasst Maßnahmen zur Wiederherstellung, Verbesserung oder Aufrechterhaltung von Funktionen und Leistungen, mit dem Ziel eine Teilhabe am alltäglichen Leben zu ermöglichen. Die Rehabilitation zeigt in ihrem zeitlichen Verlauf ein breites Spektrum, angefangen bei der Phase I der Rehabilitation, wozu die Akutbehandlung im Krankenhaus und die Frührehabilitation, die bereits am Krankenbett beginnt, gezählt werden. In der Phase II der Rehabilitation folgen eine Anschlussheilbehandlung oder eine Anschlussrehabilitation, die sowohl stationär als auch ambulant gestaltet werden können. Dieser schließt sich die Phase III der Rehabilitation an, welche eine lebenslange Nachsorge am Wohnort beinhaltet. Hierzu gehört, speziell für die kardiologische Rehabilitation, die regelmäßige Teilnahme am Training der ambulanten Herzgruppen (aHG) unter ärztlicher Leitung (23). Die Phase III mündet letztlich in die Phase IV, worunter die Teilnahme an eine Nachfolgegruppe ohne ärztliche Kontrolle verstanden wird (24).

Die Kostenträger für die medizinische Rehabilitation sind Gesetzliche Krankenkassen, Bundesagentur für Arbeit, Träger der Gesetzlichen Unfallversicherung, Träger der Gesetzlichen Rentenversicherung und Träger der Altersversicherung der Landwirte, Träger der

Kriegsopferversorgung und Kriegsopferfürsorge, Träger der öffentlichen Jugendhilfe sowie Träger der Sozialhilfe. Dies ist im § 6 des neunten Sozialgesetzbuches niedergeschrieben (25). Die Teilnahme an aHG bzw. Rehabilitationssport und Funktionstraining sind seit 2001 im Sozialgesetzbuch V § 43 Abs. 1 und im Sozialgesetzbuch IX § 44 Absatz 1 Nummer 3 und 4 (25, 26) verankert. Von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation erfolgte im Jahr 2003 eine Neuverfassung über die Rahmenvereinbarung für den Rehabilitationssport und das Funktionstraining. Eine weitere Neuerung trat am 1.1.2011 in Kraft. Demnach werden nun die Kosten für den Rehabilitationssport in aHG durch die Gesetzlichen Krankenkassen und die Träger der Gesetzlichen Rentenversicherung übernommen. Bei einer Erstverordnung gelten 90 Übungseinheiten in einem Zeitraum von 24 Monaten als Richtwerte. Nach Beendigung dieses Zeitraums bzw. dieser Übungseinheiten wird den Teilnehmern eine Fortführung des Herzsports auf eigene Kosten empfohlen. Eine Verlängerung bzw. Folgeverordnung mit Kostenübernahme ist bei einer maximalen körperlichen Leistung $< 1,4$ Watt/kg Körpergewicht möglich (27, 28). Bei einer Folgeverordnung sind innerhalb von 12 Monaten 45 Übungseinheiten in Anspruch zu nehmen (28).

Der Rehabilitationssport ist heute ein fester Bestandteil der Medizin. Dennoch nehmen die Vorsorge- und Rehabilitationsleistungen laut einer Statistik des Gesetzlichen Krankenversicherungs (GKV)-Spitzenverbands nur 1,40 % der Ausgaben im Jahr 2012 ein. Dies entspricht 2.42 Milliarden Euro, die in der Abbildung 1.1 unter dem Punkt „Vorsorge-und Rehabilitationsleistungen“ abgebildet sind (29).

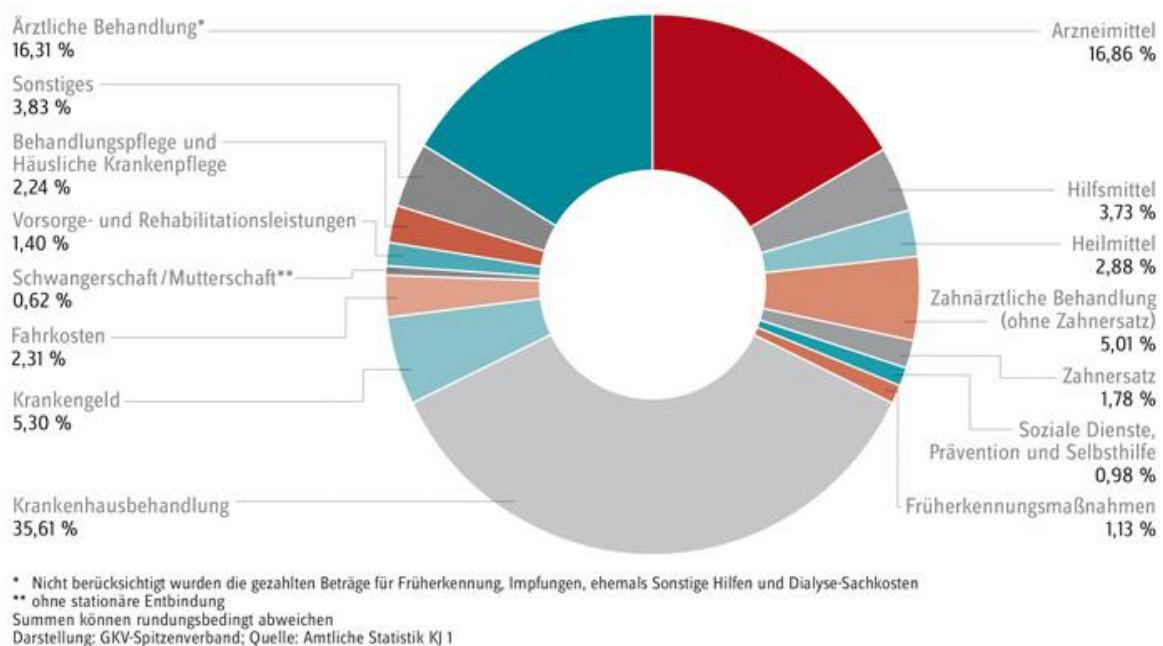


Abb. 1.1: Ausgaben für einzelne Leistungsbereiche der Gesetzlichen Krankenversicherungen aus dem Jahr 2012 in Prozent (29)

1.2.2 Die historische Entwicklung des Herzsports

Bereits 1772 vertrat William Heberden, ein Londoner Arzt, die Meinung, dass körperliche Betätigungen, beispielsweise täglich eine halbe Stunde Holz hacken, sinnvoll für die Behandlung der Angina pectoris wären (30, 31). Auch Max Josef Oertel bestärkte diese Meinung. Er forderte im Jahr 1885 Gymnastik bei Herzkranken anzuwenden. Dies stand im Gegensatz zur derzeitigen allgemeinen Lehrmeinung, dem Patienten Bettruhe zu verordnen (30, 32). Oertels hauptsächliche Methode war das Bergsteigen, welches ab dem Jahr 1875 in Bayern, Österreich und der Schweiz in sogenannten „Terrain Curorten“ als Bewegungstherapie realisiert wurde (33).

Durch das Lehrbuch „Krankheiten des Herzens und der Gefäße“ von Ernst Edens aus dem Jahr 1929 wurde die Bewegungstherapie verringert und Bettruhe empfohlen (30, 34). Im selben Jahr wurde die Spiroergometrie als erste dosierte Leistungsuntersuchung für den klinischen Routinegebrauch von Brauer und Knipping eingeführt (35). Diese setzte sich jedoch erst Anfang der 1950er Jahre zunehmend als klinische Untersuchungsmethode durch. Im Jahr 1954 wurde dann von Knipping die Aussage getroffen, dass Patienten mit Zustand nach (Z. n.) Myokardinfarkt sowie anderen Herz-Kreislaufkrankungen vor und nach der klinischen Entlassung ein Ergometrietaining betreiben sollten, um so dem Alltag besser angepasst zu sein (33). Durch Viktor Gottheiner wurde 1956 in Israel eine ambulante Bewegungstherapie für Herzranke eingeführt. Dieser empfahl, dass das Training hierfür mit 80 % der individuellen maximalen Leistungsfähigkeit betrieben werden sollte (33).

Es sollte jedoch angemerkt werden, dass im Jahr 1960 noch die allgemeine Lehrmeinung vertreten wurde, Patienten nach einem Myokardinfarkt für vier bis sechs Wochen mit Bettruhe zu therapieren. Man begründete dies durch eine aus der Bettruhe resultierende verminderte Herzarbeit und eine allgemeine Entspannung. Dies sei nötig, bis die Herzmuskelnekrose durch festes Narbengewebe ersetzt sei (36).

Durch die Gründung des „Vereins für Rehabilitation“ im Jahr 1958 wurde ein Grundstein für die Organisation der Rehabilitation gelegt (37). Im Jahr 1965 wurde dann durch den Allgemeinarzt Karl-Otto Hartmann die erste ambulante Herzsportgruppe in Schorndorf, Deutschland, gegründet. Hierbei nahmen Patienten mit Z. n. Myokardinfarkt am Versehrtensport teil. Anstoß für diese Gründung war ein Zusammentreffen im selben Jahr zwischen Viktor Gottheiner und Karl-Otto Hartmann im Rahmen eines internationalen Symposiums in München. Es folgten die Gründungen einzelner Herzgruppen, damals

„Koronargruppen“ genannt, beispielsweise in Berlin unter Leitung von Harald Mellerowicz und in Hamburg (33).

Durch die Weltgesundheitsorganisation wurde im Jahr 1968 die Standardmethode der Infarktrehabilitation mit dem Prinzip der Frühmobilisation empfohlen (38).

Im Jahr 1971 kam es zur Gründung der ersten „Arbeitsgemeinschaft für kardiologische Prävention und Rehabilitation e.V., Hamburg“ (33). Diese entwickelte im selben Jahr das Hamburger Modell (37), welches eine enge Zusammenarbeit von Akutkliniken, Rehabilitationskliniken sowie Sportvereinen und Herzgruppen beinhaltete. Diese Zusammenarbeit als Organisationsform wurde in der sogenannten „Therapiestraße“ beschrieben. Die „Therapiestraße“ sollte das Fortschreiten der Erkrankung, ein sogenanntes Vorwärtsfahren, und eine mögliche Verschlechterung der Erkrankung, ein sogenanntes Rückwärtsfahren, berücksichtigen. Die „Therapiestraße“ begann in Akutkliniken, wurde in Rehabilitationskliniken fortgeführt und endete mit der lebenslangen Nachsorge am Wohnort (33). Die „Arbeitsgemeinschaft für kardiologische Prävention und Rehabilitation e.V., Hamburg“ entwarf im Jahr 1972 ein Merkblatt, welches in Rehabilitationskliniken an dort behandelte Patienten verteilt wurde, um diese auf mögliche Weiterbehandlungen aufmerksam zu machen (33).

Durch Heinz Liesen, welcher ab dem Jahr 1973 ein Forschungsprojekt zur Trainierbarkeit von 55- bis 70jährigen Männern durchführte (39), kam es dann im Jahr 1974 zur Entwicklung des Kölner Modells unter Leitung von Hollmann, Lagerstrøm und Rost (37). Liesen konnte innerhalb des Forschungsprojektes eine signifikante kardiopulmonale Funktionsverbesserung in einem Zeitraum von acht bis zehn Wochen bei jahr-oder jahrzehntelang Untrainierten belegen. Im Anschluss daran erfolgt die Errichtung einer Trainingsgruppe, welche Patienten mit Zustand nach Myokardinfarkt einschloss. Auch wurden sogenannte Risikogruppen, bestehend aus Hypertonikern, Diabetikern und Adipösen, gegründet (40).

Im Jahr 1983 schrieb Kindermann noch, dass kontroverse Meinungen über die Bedeutung der körperlichen Aktivität bei koronarer Herzkrankheit existierten. Die Meinungen streuten von der völligen Bedeutungslosigkeit der Bewegungstherapie bis hin zur Meinung, dass das Laufen eines Marathons eine Immunität gegen die koronare Herzkrankheit bewirke (41).

Langsam nahm die Anzahl der aHG zu. So belief sich diese im Jahr 1978 auf 83 (37) und im Jahr 1985 konnte bereits die Gründung der 1000sten Herzgruppe gefeiert werden. Die Zahl der Herzgruppen wurde dann im Jahr 1989 mit 2000 dotiert (33).

Laut telefonischer persönlicher Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V. betrug die Anzahl der aHG im August 2013 etwa 6100. In Abbildung 1.2 ist die Entwicklung der Anzahl der ambulanten Herzgruppen in Deutschland grafisch dargestellt. Die Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V. entstand aus der „Arbeitsgemeinschaft für kardiologische Prävention und Rehabilitation e.V., Hamburg“ und ist seit dem Jahr 1990 ein bundesweit übergeordnetes Organ für aHG. Heute ist das Bild der Erkrankungen von Teilnehmern einer aHG durch koronare Herzkrankheiten, Myokardinfarkte, arterielle Hypertonie, Herzklappenfehler oder dilatative Kardiomyopathien gekennzeichnet.

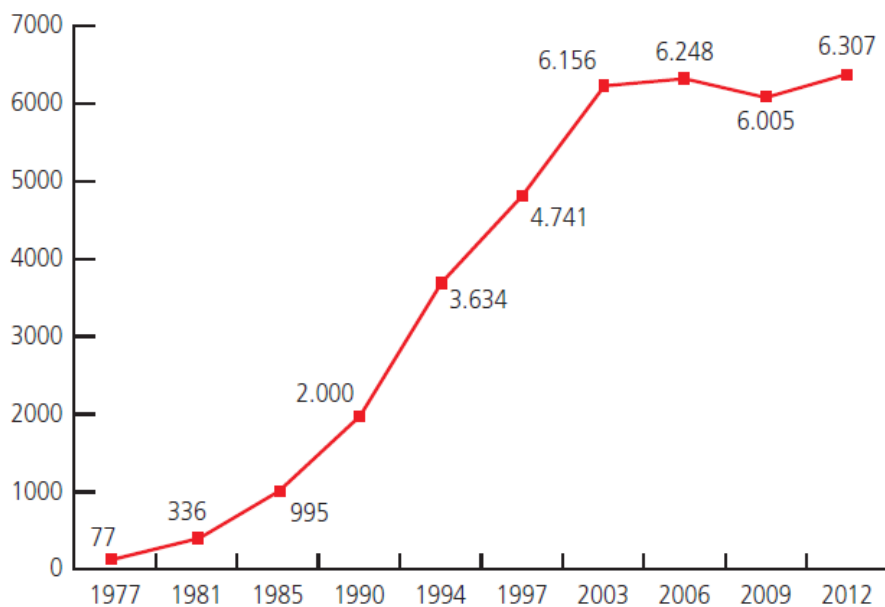


Abb. 1.2: Entwicklung der ambulanten Herzgruppen in Deutschland (42)

1.2.3 Definition und Ziele der ambulanten Herzgruppen

Die aHG wird heute laut der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V. wie folgt definiert:

„Die Herzgruppe ist eine Gruppe von Patienten mit chronischen Herz-Kreislaufkrankheiten, die sich auf ärztliche Verordnung unter Überwachung und Betreuung des anwesenden Herzgruppenarztes und einer dafür qualifizierten Fachkraft regelmäßig trifft. Gemeinsam werden im Rahmen des ganzheitlichen Konzeptes durch Bewegungs- und Sporttherapie, Erlernen von Stressmanagementtechniken, Änderungen im Ess- und Genussverhalten und durch psycho-soziale Unterstützung Folgen der Herzkrankheit kompensiert und Sekundärprävention angestrebt“ (43).

Die Ziele einer aHG sollten individuell gestaltet sein und sich an rehabilitativen sowie sekundärpräventiven Zielen orientieren. Sie sind eine Kombination aus somatischen, funktionalen, psychosozialen sowie edukativen Erwartungen. Durch ihre Individualität soll eine Einschätzung der Ergebnisqualität ermöglicht werden, um so wiederum in regelmäßigen Abständen eine Anpassung der individuellen Ziele zu gewährleisten (12, 43).

Zu den Indikationen für die Teilnahme an einer aHG gehören besonders die koronaren Herzerkrankungen. Hierzu zählen genauer eine stabile Angina pectoris, ein Z. n. Myokardinfarkt sowie Reinfarkt, ein Z. n. Bypassoperation oder ein Z. n. perkutaner transluminaler koronarer Angioplastie. Aber auch Patienten mit Herzfehlern und Herzklappenfehlern, besonders nach operativer Korrektur, oder Patienten mit Z. n. Herztransplantation wird die Teilnahme an einer aHG empfohlen. Des Weiteren sollte Patienten mit Z. n. Myokarditis, Kardiomyopathien und nach Schrittmacherimplantation oder implantierten Defibrillator die Teilnahme angeraten werden. Ferner zählen zu den Indikationen die Diagnosen eines hyperkinetischen Herzsyndroms sowie funktionelle Herz-Kreislauf-Störungen (44).

Die ambulanten Herzgruppen können in sogenannte Übungs- und Trainingsgruppen unterteilt werden. Hierbei erreichen Teilnehmer der Trainingsgruppe eine Belastung von 75 Watt bzw. 1 Watt/kg Körpergewicht und mehr in der Ergometrie. Eine Belastung unter 75 Watt bzw. unter 1 Watt/kg Körpergewicht entspricht den Leistungsanforderungen innerhalb einer Übungsgruppe. Entsprechend dieser Einteilung sollen die Bewegungsabläufe- und intensitäten auf die jeweilige Gruppe abgestimmt sein. Unter Umständen ist diese Einteilung nicht möglich oder erwünscht, sodass gemischte Gruppen gebildet werden (37).

1.2.4 Definition und Ziele der Nachfolgegruppen

Unter einer Nachfolgegruppe versteht die Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V. folgendes:

„Die Nachfolgegruppe ist eine Gruppe von Teilnehmern mit stabilen chronischen Herz-Kreislaufkrankungen, die in einer Herzgruppe gelernt haben, sich selbstkritisch einzuschätzen und sich auf ärztliche Empfehlung unter Betreuung einer dafür qualifizierten Fachkraft regelmäßig treffen. Sie wird von einem Arzt beraten. Durch Bewegung, Spiel und körperliches Training, durch Entspannungspraktiken, durch Bestätigung bei bzw. Anregung zu einem gesundheitsbewussten Lebensstil und durch gegenseitige psycho-soziale Unterstützung wird eine Verschlimmerung der Erkrankung und Behinderung verhindert und Folgeerkrankungen vorgebeugt“ (45).

Die Ziele der Nachfolgegruppe gehen mit den Zielen der aHG einher. Auch hier werden die Ziele grob in somatische, funktionale, psychosoziale sowie edukative Verbesserungen gegliedert. Hier sei besonders auf das funktionale Ziel, eine Stabilisierung der körperlichen Belastbarkeit hinsichtlich des Alltagslebens zu erreichen, hingewiesen. Die Teilnahme an einer Nachfolgegruppe muss durch den Teilnehmer selbst finanziert werden und ist an Voraussetzungen gebunden. Hierzu zählen die vorherige Teilnahme an einer aHG für mindestens zwei Jahre, die turnusmäßige Begutachtung durch den Hausarzt oder den Kardiologen und eine damit verbundene, jährlich zu erneuernde Unbedenklichkeitsbescheinigung des behandelnden Arztes sowie ein dokumentierter solider Krankheitsverlauf in den letzten zwei Jahren. Ebenso sollten die Teilnehmer über eine gute Selbsteinschätzung und Selbstverantwortung verfügen. In besonderen Fällen ist die Teilnahme an einer Nachfolgegruppe bereits nach einem Jahr möglich. Beispielsweise bei sehr guter Motivation oder guter Belastbarkeit des Teilnehmers (45).

1.2.5 Die Betreuung der ambulanten Herzgruppen sowie der Nachfolgegruppen

Die Betreuung von aHG wird durch die Rahmenvereinbarung für den Rehabilitationssport und das Funktionstraining von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation e.V. geregelt. Als bundesweite Organisation für die Durchführung des Rehabilitationssports fungiert hierbei die Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V., die ebenso auf Landesebene vertreten ist. Andere Organisationen, beispielsweise Mitgliedsvereine des jeweiligen Landessportbundes oder des Landesbehinderten-Sportverbandes dürfen ebenfalls den Rehabilitationssport durchführen (27, 28).

Die Teilnehmeranzahl innerhalb einer aHG ist auf 20 Personen begrenzt. Eine Trainingseinheit sollte eine Mindestdauer von 60 Minuten haben und kann bis zu zwei Mal, maximal drei Mal pro Woche durchgeführt werden. Zu den Rehabilitationssportarten gehören hierbei Gymnastik, Leichtathletik, Schwimmen sowie Bewegungsspiele in der Gruppe (27, 28).

Die Betreuung von aHG erfolgt durch die kontinuierliche Anwesenheit eines Arztes sowie eines Übungsleiters (27, 28). Der betreuende Arzt benötigt hierfür eine Approbation sowie eine dreißigstündige Weiterbildung für ambulante Herzgruppen (46). Aber auch eine dreijährige Erfahrung mit aHG, eine Teilnahme am Reanimationskurs (nicht älter als ein Jahr) sowie eine fünfzehnstündige Weiterbildung berechtigen einen approbierten Arzt zur Betreuung von aHG (46). Der Übungsleiter kann durch einen Physiotherapeuten, einen Sport- und Gymnastiklehrer oder einen Sportwissenschaftler gestellt werden und benötigt die Zusatzqualifikation „Rehabilitationssport“.

Die Nachfolgegruppen werden durch einen Übungsleiter mit der Zusatzbezeichnung „Rehabilitationssport“ sowie einer mindestens dreijährigen Erfahrung in einer aHG betreut. Des Weiteren steht ein Arzt für fakultative Gruppengespräche und die Betreuung zur Verfügung (45).

Die Anerkennung der Rehabilitationssportgruppen erfolgt durch den Deutschen Behinderten-Sportverband und dessen Landesvertretungen. Auch Landesorganisationen der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V., Rehabilitationsträger, Institutionen sowie Verbände, die im Rehabilitationssport engagiert sind, können eine Anerkennung erteilen (27). Zu erfüllende Anerkennungskriterien sind hierfür die kontinuierliche Anwesenheit des betreuenden Arztes sowie des qualifizierten Übungsleiters, das Vorhandensein eines netzunabhängigen Defibrillators sowie eines Notfallkoffers und eine Notrufmöglichkeit, beispielsweise per Mobilfunktelefon (43).

1.3 Aktueller Wissensstand

Körperliche Aktivität ist ein wichtiger Bestandteil in der Prävention von Krankheiten. Dass körperliche Aktivität sowohl bei Gesunden als auch bei Kranken hinsichtlich koronarer Herzkrankheiten und arterieller Hypertonie positive Effekte hat, konnte in zahlreichen Studien gezeigt werden. Paffenbarger et al. (47) beschrieben in einer Studie die Reduktion des Bluthochdruckrisikos durch moderate mittelgradige sportliche Betätigungen. Die Autoren hatten über einen Zeitraum von 1977 bis 1988 Daten erhoben (47). Morris et al. (48) untersuchten an unterschiedlichen Berufsgruppen den Schutz vor koronarer Herzkrankheit und Mortalität. Zu den untersuchten Berufsgruppen gehörten u. a. aktive Zugbegleiter und Busfahrer mit sitzender Tätigkeit (48). Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass eine höhere körperliche Aktivität vor koronarer Herzkrankheit schützt (48). Die Autoren Blair et al. (49) führten eine Studie mit einem Follow-up von acht Jahren an Männern und Frauen durch, welche sich zur Vorsorgeuntersuchung begaben. Sie untersuchten die Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf ursachenspezifische Mortalität und schlussfolgerten, dass höhere körperliche Fitness das Gesamtmortalitätsrisiko reduziert und ein Eintreten von Herz-Kreislaufkrankungen verzögert (49). In einer Metaanalyse von Kelley et al. (50) wurde durch Ausdauertraining in Form von Gehen eine signifikante Reduktion des Ruheblutdrucks, sowohl systolisch als auch diastolisch, bei gesunden Erwachsenen nachgewiesen. Die Teilnehmer hatten für mindestens vier Wochen das Training ausgeübt (50). Ferner konnte eine Reduktion des Ruheblutdrucks durch ausschließlich regelmäßiges dynamisches Krafttraining bei Erwachsenen in einer Metaanalyse aus dem Jahr 1997 von Kelley (51) beschrieben werden. Braith et al. (52) veröffentlichten im Jahr 1994 eine Studie, welche die Trainingsintensität fokussierte. Es wurden 60 bis 79-jährige normotensive Studienteilnehmer über eine Dauer von sechs Monaten untersucht. Diese wurden in drei Gruppen aufteilt und unterzogen sich entweder einem Gehtraining mit einer Trainingsintensität von 70 % der maximalen Herzfrequenz, einer Trainingsintensität von 80 bis 85 % oder nahmen nicht am Training teil. Innerhalb der Trainingsgruppen wurden signifikante Reduktionen der systolischen und diastolischen Ruheblutdruckwerte sowie der Ruheherzfrequenz nachgewiesen (52).

Zu den nicht-medikamentösen Therapieansätzen der Hypertonie und der koronaren Herzkrankheit zählen Gewichtsreduktion, qualitative und quantitative Ernährungsumstellung mit Alkoholabstinenz und insbesondere eine Steigerung der körperlichen Belastung (4, 7, 11, 53-55). Dabei haben sich ausdauerorientierte sportliche Aktivitäten sowie zunehmend kraftorientierte Übungen als nicht-medikamentöse Therapieverfahren bewährt (56, 57).

Whelton et al. (58) kamen in einer im Jahr 2002 veröffentlichten Metaanalyse zu dem Schluss, dass Ausdauertraining innerhalb einer Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikante Reduktion der Ruheblutdruckwerte bewirkt. In die Metaanalyse eingeschlossen waren sowohl normotensive als auch hypertensive Teilnehmer, welche sich einer Trainingsdauer zwischen drei Wochen und zwei Jahren unterzogen. Das Ausdauertraining umfasste Fahrradfahren, Walken, Laufen oder eine Kombination dieser Trainingsformen (58). In einer Metaanalyse von Cornelissen und Fagard (59) aus dem Jahr 2005 konnte gezeigt werden, dass durch Ausdauertraining eine signifikante Senkung des Ruheblutdrucks bei Normo- und Hypertonikern möglich ist. Hierbei wurden die Ruheblutdruckwerte der Hypertoniker um 6.9 mmHg bezüglich des systolischen Werts und um 4.9 mmHg hinsichtlich des diastolischen Werts reduziert (59). Die Trainingsformen Ausdauer, dynamische Widerstandübungen, kombinierte Ausdauer- und Kraftübungen sowie Krafttraining wurden in einer Metaanalyse von Cornelissen und Smart (60) aus dem Jahr 2013 untersucht. Durch alle aufgeführten Trainingsformen waren Reduktionen der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte bei Normo- und Hypertonikern nachweisbar (60).

In einer 2007 veröffentlichten Metaanalyse von Fagard und Cornelissen (61) ließen sich bei Hypertonikern signifikante Verringerungen der Ruheblutdruckwerte durch Ausdauerübungen nachweisen. Die Teilnehmer trainierten zwischen vier bis 52 Wochen mit einer Trainingsintensität zwischen 30 und 87.5 %, wobei die sportlichen Aktivitäten im Mittel drei Mal wöchentlich durchgeführt wurden. Die Teilnehmer waren zwischen 21 und 83 Jahren alt (61). In einer von Harris et al. (62) durchgeführten Studie aus dem Jahr 1987 konnte eine Verringerung der diastolischen Blutdruckwerte bei Hypertonikern durch Krafttraining belegt werden. Diese führten über einen Zeitraum von neun Wochen Krafttraining durch. Systolische Ruheblutdruckwerte sowie Ruheherzfrequenzen blieben unbeeinflusst von der sportlichen Aktivität (62).

Im Jahr 2004 wurde durch Hambrecht et al. (63) in einer Studie belegt, dass regelmäßiges körperliches Training über zwölf Monate der perkutanen koronaren Intervention hinsichtlich ereignisfreien Überlebens, Rehospitalisation und Leistungsfähigkeit überlegen ist. Alle Teilnehmer der Studie litten an einer stabilen koronaren Herzkrankheit. Die Teilnehmer der Trainingsgruppe begaben sich hierfür täglich zwanzig Minuten auf das Fahrradergometer und trainierten mit einer 70%igen Intensität der maximalen Herzfrequenz. Zudem fand einmal wöchentlich ein gemeinsames Ausdauertraining statt. Innerhalb der Trainingsgruppe zeigte sich eine Leistungssteigerung um 20 % (63). In einer Metaanalyse von Taylor et al. (64) aus dem

Jahr 2004 konnte durch kardiale Rehabilitation eine signifikante Reduktion der Gesamtmortalität und der kardialen Letalität belegt werden. In die Studien eingeschlossen waren Patienten mit Z. n. Myokardinfarkt, Z. n. Revaskularisation oder beidem. Die Mindestlaufzeit der Studien betrug sechs Monate. Es war eine signifikante Reduktion des systolischen Blutdrucks nachweisbar (64). Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Mehta et al. (65) bei Patienten > 80 Jahren. Durch kardiologische Rehabilitation mit drei Sitzungen wöchentlich für eine Dauer von zwölf Wochen waren Verbesserungen der Belastbarkeit sowie der Blutdruckwerte nachweisbar (65). In einer 2014 veröffentlichten Studie von Mons et al. (66) konnte über einen Zeitraum von zehn Jahren nachgewiesen werden, dass körperliche Inaktivität einen Risikofaktor für Patienten mit koronarer Herzkrankheit darstellt (66). Hopf et al. (67) untersuchten Patienten mit koronarer Herzkrankheit, bei denen keine Herzinsuffizienz diagnostiziert worden war. Durch Paarbildung entstanden zwei Gruppen, eine Herzgruppe sowie eine Kontrollgruppe, mit jeweils elf Teilnehmern. Die Herzgruppe traf sich einmal wöchentlich um Gymnastik- und Lockerungsübungen, Gruppengespräche sowie Abschlussspiele, beispielsweise Fußball, Prellball oder Volleyball, gemeinsam auszuüben. Es fand keine Pulskontrolle statt. Nach 5.5 Jahren erfolgten Nachuntersuchungen. Es ließen sich Reduktionen der Blutdruckwerte innerhalb der Herzgruppe sowie Verbesserungen der Belastbarkeit um 20 Watt belegen. Innerhalb der Kontrollgruppe nahm die Leistung um 24 Watt ab und die Ruheblutdruckwerte stiegen (67).

Kargarfard et al. (68) berichteten in einer Studie aus dem Jahr 2010 über signifikante Reduktionen der Herzfrequenz in Ruhe und Maximal sowie des systolischen Blutdruckwertes in Ruhe und Maximal. Diese wurden innerhalb der Testgruppe nachgewiesen. Dabei hatte die Testgruppe über einen Zeitraum von zwei Monaten drei Mal wöchentlich mit einer Intensität von 60 bis 70 % der maximalen Herzfrequenz Ausdauertraining betrieben. Insgesamt handelte es sich bei der Studie um post-Infarktpatienten, die in eine Test- und Kontrollgruppe eingeteilt wurden (68). Des Weiteren publizierten Yu et al. (69) im Jahr 2004 eine Studie, die Patienten einschloss, welche innerhalb der letzten sechs Wochen einen akuten Myokardinfarkt erlitten hatten oder bei denen eine perkutane koronare Intervention erfolgt war. Anschließend wurden die Patienten in eine Kontrollgruppe, die eine konventionelle Therapie erhielt, und eine Testgruppe, welche zwei Mal pro Woche ein zweistündiges Training für insgesamt acht Wochen durchlief, aufgeteilt. Es folgte ein Follow-up nach acht Monaten. Das Training zeigte in dieser Studie bei beiden Gruppen nur unauffällige Effekte hinsichtlich systolischer und diastolischer linksventrikulärer Funktionen. Zudem konnte keine Korrelation zwischen Ejektionsfraktion und Trainingszeit nachgewiesen werden (69).

Ferner wurden im Jahr 1998 Herzpatienten sechs Monate nach Abschluss einer ambulanten kardiologischen Rehabilitation der Phase II durch Bjarnason-Wehrens et al. (70) untersucht. Die Probanden wurden auf eine ambulante Herzgruppe, eine Gruppe selbstständig Aktiver und eine Gruppe sportlich Inaktiver aufgeteilt. Die Leistungsfähigkeit, welche mittels Fahrradergometer bestimmt wurde, erwies sich innerhalb der ambulanten Herzgruppe für einen Zeitraum von sechs Monaten im Vergleich zu Ergebnissen direkt nach der Rehabilitation als stabil. Die selbstständig Aktiven hingegen konnten ihre Leistungsfähigkeit innerhalb der sechs Monate auch nach der Rehabilitation weiter ausbauen. Leistungsminderungen zwischen dem Zeitpunkt unmittelbar nach der Rehabilitation und sechs Monate später wurden in der Gruppe der Inaktiven nachgewiesen (70). Bock et al. (71) kamen in einer Studie zu ähnlichen Ergebnissen. Hier wurden 543 Teilnehmer ambulanter Herzgruppen drei sowie sechs Monate nach Eintreten in eine Gruppe untersucht. Die Teilnehmer waren durchschnittlich vier Monate nach einem Myokardinfarkt der ambulanten Herzgruppe beigetreten. Es erfolgte einmal wöchentlich für eine Stunde ein gemeinsames Training unter ärztlicher Aufsicht. Zudem sollte mindestens drei Mal pro Woche selbstständig zu Hause trainiert werden. Signifikante Leistungsverbesserungen sowie Abnahmen von Beschwerden im Alltag konnten nachgewiesen werden (71). Auch Lehmann et al. (72) berichten über Leistungssteigerungen von 30 % bei Patienten ambulanter Herzgruppen durch zwei Mal wöchentliche Bewegungstherapie (72). Hambrecht et al. (73) konnten in einer 1993 veröffentlichten Studie signifikante Steigerungen der Leistungsfähigkeit um 14 % sowie Reduktionen der Ruheherzfrequenz innerhalb einer Interventionsgruppe belegen. Die Interventionsgruppe unterzog sich im Vergleich zur Kontrollgruppe einer fettreduzierten Diät und regelmäßiger körperlicher Mehraktivität innerhalb einer Herzgruppe. Eine konventionelle Therapie erfolgte innerhalb der Kontrollgruppe für ein Jahr. Es konnten Verschlechterungen der Leistungsfähigkeit innerhalb der Kontrollgruppe dokumentiert werden (73). Ebenso zeigten sich in einer Fall-/Kontrollstudie von Buchwalsky et al. (74), die im Jahr 2002 veröffentlicht wurde, signifikante Leistungssteigerungen innerhalb einer ambulanten Herzgruppe. Über einen durchschnittlichen Zeitraum von 7.5 Jahren wurden Patienten mit z.n. Herzinfarkt, Ballondilatation oder Bypass-Operation beobachtet. Es wurden eine ambulante Herzgruppe und durch Matchpairing eine Kontrollgruppe gebildet. Die Kontrollgruppe nahm nicht am ambulanten Herzsport teil. Innerhalb der ambulanten Herzgruppe wurden Leistungssteigerungen um 50 % zur Abschlussuntersuchung nachgewiesen (74). Signifikante Leistungssteigerungen innerhalb einer Interventionsgruppe von Patienten mit koronarer Herzkrankheit im Vergleich zu einer Kontrollgruppe konnten auch durch Schuler und Hambrecht (75) nachgewiesen werden. Hier

zeigten sich Leistungsverbesserung um 25 % innerhalb des ersten Jahres. Diese Leistung konnte über einen Zeitraum von fünf Jahren gehalten werden. Die Kontrollgruppe zeigte eine kontinuierliche Leistungsabnahme (75). In einer 2012 veröffentlichten Studie von Golabchi et al. (76) wurden die Auswirkungen eines achtwöchigen Trainings auf linksventrikuläre diastolische Indices überprüft. Die Patienten hatten zuvor eine mechanische Revaskularisation bei Z.n. Myokardinfarkt erhalten. Es konnten jedoch keine Veränderungen der linksventrikulären diastolischen Indices belegt werden. Innerhalb der Interventionsgruppe, welche drei Mal wöchentlich für 60 bis 90 Minuten mit einer Intensität von 60 bis 85 % trainierte, ließen sich signifikante Verbesserungen hinsichtlich Ruheherzfrequenz sowie maximaler Herzfrequenz nachweisen (76). Boesch et al. (77) untersuchten die Entwicklungen von Patienten mit Z.n. Myokardinfarkt oder koronarer Bypass-Operation nach zwei Jahren. Die Teilnehmer erhielten eine wohnortnahe Rehabilitation. Es konnte eine signifikante Leistungsverbesserung nach einem Monat sowie deren Erhalt über zwei Jahre belegt werden (77).

West et al. (78) postulierten im Jahr 2013, dass Laufbandmessungen und Untersuchungen mittels Fahrradergometer objektiver seien und eine bessere Einschätzung des körperlichen Bewegungsvermögens ermöglichen. Der 6-Minuten-Gehtest sei zwar einfacher durchzuführen, jedoch würde dieser die direkte physikalische Arbeitsleistung nicht präzise genug messen (78). In einem Positionspapier der European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation aus dem Jahr 2010 wird vorgeschlagen, dass die Trainingsintensität beim Herzsport bei 70-85% der maximalen Herzfrequenz liegen sollte (79). Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass kaum Studien hinsichtlich der im Training tatsächlich erreichten maximalen Herzfrequenz und der tatsächlichen Trainingsintensivität vorliegen.

Die hier geschilderten Studien bezüglich ambulanter Herzgruppen sind meist ausdauerorientiert ausgerichtet. In dieser Arbeit werden unter dem Begriff des herkömmlichen Herzsports Trainingsformen laut den Empfehlungen der „Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen“ (80) verstanden. Diese Leitlinie beinhaltet Empfehlungen zum allgemeinen aeroben Ausdauertraining und Kraftausdauer- und Muskelaufbautraining. Das aerobe Ausdauertraining kann in Form von Gehen, Nordic-Walken, Laufen, Schwimmen, Radfahren oder Fahrradergometertraining erfolgen. Es werden auch Trainingseinheiten an „Kardiogeräten“, beispielsweise Laufband, Stepper, Cross- oder Rudertrainer, sowie Skilanglauf und Rudern empfohlen (80).

1.4 Fragestellung und Zielsetzung

Wie bereits im einleitenden Teil gezeigt, gibt es nur begrenzt Literatur über die Phase III und IV der Rehabilitation von Herzpatienten, besonders im Hinblick auf eine langjährige Teilnahme an ambulanten Herzgruppen sowie Nachfolgegruppen. Ziel der vorgelegten Arbeit ist es, durch Vorgabe eines stark strukturierten Trainingskonzepts im Vergleich zum herkömmlichen Herzsport auch in der Phase III und IV der Rehabilitation Leistungssteigerungen bei langjährigen ambulanten Herzsportteilnehmern nachzuweisen. Des Weiteren sollten Veränderungen bezüglich des Ruhe- und Belastungsblutdrucks sowie der Herzfrequenz untersucht werden. Ferner waren mögliche Änderungen der echokardiographischen Parameter wie der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) und dem linksventrikulären enddiastolischen Durchmesser (LVEDD) relevant.

Durch positive Erfolge im Training, beispielsweise durch Steigerung der Leistungsfähigkeit, kann sich eine Erhöhung der Selbstmotivation ergeben. Diese Selbstmotivation wiederum vermag einen nachhaltigen Wandel hinsichtlich der sportlichen Aktivitäten und des Alltags zu bewirken und zu bestärken. Daraus kann letztlich wieder ein Antrieb für zukünftige Trainingseinheiten resultieren, aber auch ein Lebensstilwandel bestärkt werden.

1.5 Hypothesen

1. Durch einen komplex strukturierten Trainingsplan im Vergleich zum herkömmlichen Herzsport kann die maximale Leistung von ambulanten Herzsportteilnehmern, gemessen anhand der maximal erreichten Wattzahlen in der Ergometrie, gesteigert werden.
2. Die Steigerung der maximalen Leistung lässt sich bereits nach sechs Monaten innerhalb der Testgruppen der ambulanten Herzsportteilnehmer nachweisen.
3. Die Ruheherzfrequenz kann durch sportliche Betätigung innerhalb der ambulanten Herzgruppen gesenkt werden.
4. Der systolische Ruheblutdruckwert kann durch regelmäßige sportliche Aktivität mit einem strukturierten Trainingsplan innerhalb der Testgruppen signifikant reduziert werden.
5. Durch regelmäßige sportliche Aktivität in Form des herkömmlichen Herzsports innerhalb der Kontrollgruppe kann der diastolische Ruheblutdruckwert nachweislich verringert werden.
6. Eine Steigerung der maximalen Herzfrequenz unter Nutzung eines strukturierten Trainingsplans lässt sich innerhalb der Testgruppen nachweisen.
7. Das subjektive Anstrengungsempfinden, gemessen an Hand des Wertes auf der Borg-Skala bei maximaler Herzfrequenz während der Ergometrie, kann unter Nutzung eines strukturierten Trainingsplans innerhalb der Testgruppen verringert werden.
8. Durch regelmäßige sportliche Betätigungen unter Nutzung eines strukturierten Trainingsplans kann die Selbstmotivation der ambulanten Herzsportteilnehmer gesteigert werden.

2 Patienten und Methoden

2.1 Patienten

Es wurden Untersuchungen in ambulanten Herzgruppen durchgeführt. Die Teilnahme an der Studie erfolgte bei allen Teilnehmern freiwillig. Eine Zuordnung in die Kontrollgruppe (KG) und die Testgruppe I (TG I) erfolgen randomisiert. Bei der Testgruppe II (TG II) handelte es sich um eine vorbestehende ambulante Herzgruppe. Die ambulanten Herzgruppen bestanden insgesamt aus 100 männlichen Teilnehmern. Dabei gehörten 45 Teilnehmer der KG, 46 Teilnehmer der TG I und 9 Teilnehmer der TG II an. Das Training der KG und der TG I fand in Weimar (Helios Facharztzentrum) statt. Hingegen trainierte die TG II in der KMG Klinik Silbermühle GmbH Plau am See. Die Daten der KG sowie der TG I wurden in einem Zeitraum von Januar 2008 bis September 2011 erhoben, die der TG II von April bis Dezember 2012. Der Beginn des Beobachtungszeitraumes ist als Zeitpunkt der Anfangsuntersuchung definiert. Die Datenerhebung innerhalb der TG II sollte spezifisch als Möglichkeit zur Objektivierung der Trainingsintensität genutzt werden. Der Mittelwert des Alters betrug innerhalb der KG 68.2 Jahre, innerhalb der TG I 68.2 Jahre und innerhalb der TG II 72.7 Jahre.

Alle Teilnehmer hatten ein koronares Ereignis erlitten, leiden an einer bekannten koronaren Herzkrankheit oder einem arteriellen Hypertonus. Um eine Teilnahme am ambulanten Herzsport zu gewährleisten, musste eine dokumentierte Eignung vom behandelten Arzt vorliegen und in der Belastungsergometrie sollten mindestens 75 Watt erzielt werden. Bei den Teilnehmern der Studie handelte es sich sowohl um Patienten mit Erst- als auch Folgeverordnung von der Krankenkasse sowie Selbstzahler für den ambulanten Herzsport als Rehabilitationssport.

War eine Trainingsbeteiligung auf Grund einer neu eingetretenen Krankheit oder eines Ereignisses nicht mehr möglich, so bedeutete dies den Ausschluss aus der Datenerhebung. Auch eine Nichtteilnahme an drei aufeinander folgenden Trainingseinheiten kam diesem gleich. Den Teilnehmer war es jederzeit möglich, die Teilnahme an der Studie ohne Nennung von Gründen zu beenden.

2.1.1 Diagnosen

Zu den erfragten Diagnosen zählten die koronare Herzkrankheit, persistierende Ischämie, Myokardinfarkt, arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Apoplex und Polyarthrose. Die Häufigkeitsverteilungen der Diagnosen sind in der Tabelle 2.1 abgebildet. Es handelte sich um nicht normalverteilte Häufigkeiten der bereits genannten Diagnosen innerhalb der jeweiligen Herzgruppe. Dies konnte durch den Shapiro-Wilks-Test belegt werden. Unter Nutzung des Kruskal-Wallis-Tests konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeiten der Diagnosen persistierende Ischämie, Myokardinfarkt, arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Apoplex und Polyarthrose zwischen den Herzgruppen nachgewiesen werden. Die drei Gruppen zeigen bezüglich der genannten Diagnosen eine Homogenität. Auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ unterschieden sich die Häufigkeiten der koronaren Herzkrankheit. Unter Zuhilfenahme des Mann-Whitney-U-Tests wurden die Gruppen gegeneinander getestet. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen KG und TG II sowie zwischen TG I und TG II bezüglich der Häufigkeit der koronaren Herzkrankheit. Für die Diagnose Polyarthrose deutete sich im Kruskal-Wallis-Test eine Signifikanz mit $p = 0.057$ an. Diese wurde im Mann-Whitney-U-Test zwischen TG I und TG II bestätigt. Es besteht bezüglich der Diagnosen koronare Herzkrankheit und Polyarthrose keine Homogenität.

Tabelle 2.1: Anzahl und Häufigkeitsverteilungen der Diagnosen innerhalb der jeweiligen Herzgruppe zum Zeitpunkt der Anfangsuntersuchung. Anzahl sowie prozentuelle Häufigkeiten, KHK mit Anzahl der erkrankten Gefäße.

Diagnosen	KG N (%)	TG I N (%)	TG II N (%)	Kruskal- Wallis-Test	Mann-Whitney- U-Test
KHK-1	9 (20.0 %)	10 (21.7 %)	0 (0 %)	p < 0.05	KG & TG I n.s. KG & TG II p = 0.006 TG I & TG II p = 0.036
KHK-2	23 (51.1 %)	17 (37.0 %)	0 (0 %)		
KHK-3	12 (26.7 %)	19 (41.3 %)	8 (88.9 %)		
persistierende Ischämie	3 (6.7 %)	4 (8.7 %)	0 (0 %)	n.s.	
Myokardinfarkt	27 (60.0 %)	32 (69.6 %)	5 (55.6 %)	n.s.	
Art. Hypertonie	38 (84.4 %)	38 (82.6 %)	7 (77.8 %)	n.s.	
Diabetes mellitus	15 (33.3 %)	11 (23.9 %)	2 (22.2 %)	n.s.	
Apoplexie	7 (15.6 %)	6 (13.0 %)	0 (0 %)	n.s.	
Polyarthrose	8 (17.8 %)	15 (32.8 %)	0 (0 %)	n.s.	TG I, TG II p = 0.047

2.1.2 Medikamenteneinnahmen

Die Medikamentenverschreibungen der jeweiligen Herzgruppe zur Anfangsuntersuchung durch den ambulant behandelnden Kardiologen und Hausarzt sind in Tabelle 2.2 dargestellt. Erfasste Medikamente waren hierbei Betablocker, Verapamil/Diltiazem, Digitalis, Amiodaron sowie sonstige herzfrequenz-regulierende Medikamente. Es konnten unter Anwendung des Shapiro-Wilks-Tests innerhalb der drei Herzgruppen keine Normalverteilungen belegt werden. Unter dieser Gegebenheit konnten durch Nutzung des Kruskal-Wallis-Tests keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Medikamentenverschreibungen zur Anfangsuntersuchung zwischen den drei Herzgruppen nachgewiesen werden. Es bestand zu diesem Untersuchungszeitpunkt eine relative Homogenität bezüglich der Medikamenteneinnahmen zwischen den Herzgruppen.

Tabelle 2.2: Anzahl und Häufigkeitsverteilungen der Medikamenteneinnahmen innerhalb der jeweiligen Herzgruppe zum Zeitpunkt der Anfangsuntersuchung. Anzahl sowie prozentuelle Häufigkeiten.

Medikament	KG N (%)	TG I N (%)	TG II N (%)	Kruskal- Wallis-Test
β-Blocker	30 (66.7 %)	36 (78.3 %)	6 (66.7 %)	n.s.
Verapamil/Diltiazem	4 (8.9 %)	2 (4.3 %)	1 (11.1 %)	n.s.
Digitalis	3 (6.7 %)	0 (0 %)	1 (11.1 %)	n.s.
Amiodaron	2 (4.4 %)	5 (10.9 %)	0 (0 %)	n.s.
Sonstige HF-regulierende Medikamente	1 (2.2 %)	4 (8.7 %)	0 (0 %)	n.s.

2.2 Studienbeschreibung

Die hier beschriebene Studie wurde prospektiv und kontrolliert durchgeführt. Das Studiendesign sah für die Teilnehmer aller Gruppen eine Anfangsuntersuchung (t_0) zum jeweiligen Beginn der Studie vor. Die TG I und TG II erhielten nach sechs Monaten eine Zwischenuntersuchung (t_1). Für die KG und die TG I erfolgten nach 18 Monaten die Enduntersuchungen (t_2). Die zeitlich versetzte Bildung der TG II sowie der Trainingszeitraum von sechs Monaten dienten dem Ziel der Überprüfung der Trainingsintensität des komplex strukturierten Trainingsplans. Innerhalb der KG wurde der herkömmliche Herzsport wie Walken, Schwimmen und Wassergymnastik betrieben. Die TG I und TG II trainierten unter Vorgabe eines komplexen Trainingsprogramms (s. Kap. 2.4 und Tabelle 2.8). Alle Teilnehmer der drei Herzgruppen sollten zudem selbstständig zwei Mal pro Woche zu Hause trainieren.

Die KG sowie die TG I wurden nach insgesamt 24 Monaten bezüglich einer selbstständigen Trainingsfortführung befragt. Innerhalb der TG II wurde zur Zwischenuntersuchung eine Sportanamnese erhoben (s. Kap. 2.2.1). Die Teilnehmer der TG II sollten auch in einer Kalenderübersicht durchgeführte sportliche Aktivitäten notieren. Ebenso erfolgten innerhalb der TG II zu Beginn und am Ende der sechsmonatigen Trainingszeit jeweils drei Aufzeichnungen der Trainingsherzfrequenz mittels Pulsmessgeräten, um so eine Aussage über die Einhaltung der vorgegebenen anzustrebenden Herzfrequenzzonen treffen zu können (s. Kap. 2.4.1).

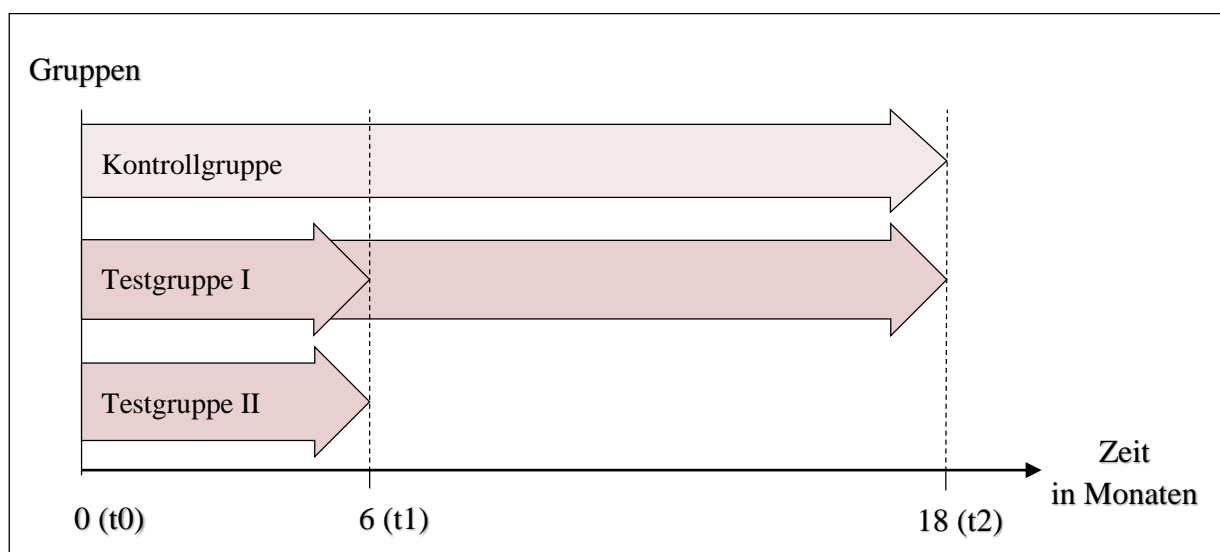


Abb. 2.1: Zeitlicher Verlauf der Studie mit Untersuchungszeitpunkten

Zur Anfangsuntersuchung wurden die Teilnehmer hinsichtlich Alter, Medikamenteneinnahme und vorbestehenden Erkrankungen, wie koronarer Herzkrankheit, persistierender Ischämie, Myokardinfarkt, arterieller Hypertonie, Diabetes mellitus, Apoplex und Polyarthrose befragt. Abgefragte Medikamente waren Betablocker, Verapamil/Diltiazem, Digitalis, Amiodaron sowie sonstige herzfrequenzregulierende Medikamente. Zu allen Untersuchungszeitpunkten wurden ferner folgende Daten erhoben:

- Größe in cm
- Gewicht in kg
- Bauchumfang in cm
- Ruheblutdruck (systolisch/diastolisch) in mmHg
- Ruheherzfrequenz in S/min

Daten aus der Ergometrie:

- Blutdruck (systolisch/diastolisch) bei 100 Watt in mmHg
- Maximale Leistung (W_{max}) in Watt
- Maximale Herzfrequenz (HF max) in S/min
- Wert auf der Borg-Skala bei W_{max}

Daten aus der Echokardiografie:

- Linksventrikuläre Ejektionsfraktion in %
- Linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser in mm

2.2.1 Ermittlungen der Trainingshäufigkeit und Trainingsfortführung

Innerhalb der TG II wurde am Ende der sechsmonatigen Trainingszeit eine Sportanamnese (s. Abb. im Anhang) erhoben. Hierbei handelte es sich um einen selbst erstellten Fragebogen, welcher anonym von jedem Teilnehmer ausgefüllt werden sollte. Diese Sportanamnese beinhaltete acht Fragen, die sich auf aktuelle körperliche Aktivitäten, frühere sportliche Betätigungen sowie mögliche Veränderungen während des neu eingeführten Trainingsprogramms bezogen. Mit Hilfe des Fragebogens sollte auch die Trainingshäufigkeit der Teilnehmer überprüft werden.

In der ersten Frage sollte zustimmend oder ablehnend angegeben werden, ob Sport regelmäßig für mindestens dreißig Minuten ausgeübt wird. In der zweiten Frage wurde der Sport hinsichtlich des neu erlernten Trainingsprogramms konkretisiert und es konnte angekreuzt werden, wie häufig die neu erlernten Übungen innerhalb der letzten sechs Monate ausgeübt wurden. Zur Auswahl standen ‚1× pro Woche‘, ‚2× pro Woche‘, ‚3× pro Woche‘ oder ‚häufiger als 3× pro Woche‘. Nur eine Antwort war möglich. Die Ausübung von Sportarten zeitgleich zum Herzsport wurde in Frage drei eruiert. Bei dieser offenen Frage sollte die jeweilige Sportart, der wöchentliche Zeitaufwand sowie der Beginn dieser Sportart angegeben werden. Eine allgemeine körperliche Bewegung der Teilnehmer, zur Auswahl standen ‚Gartenarbeit‘, ‚Spaziergänge‘, ‚Freizeitsport‘ sowie ‚Sonstiges und zwar‘, wurde in der vierten Frage erhoben. Mehrfachnennungen waren möglich und die Teilnehmer sollten die durchschnittliche wöchentliche Dauer dieser Bewegung notieren. Ablehnend oder zustimmend konnte in Frage fünf bezüglich der in der Jugend ausgeübten Sportarten entschieden werden. Anschließend sollten diese Sportarten sowie die Dauer der Ausübung notiert werden. In Frage sechs sollte vermerkt werden, seit wann die Teilnehmer bereits in einer ambulanten Herzgruppe aktiv sind. Die siebte Frage konnte zustimmend oder ablehnend hinsichtlich möglicher wahrgenommener Veränderungen seit Einführung des strukturierten Trainingsplans angekreuzt werden. Zudem sollten mögliche Veränderungen notiert werden. Durch die letzte Frage wurde eruiert, ob die Teilnehmer weiterhin die Übungselemente des neuen komplex strukturierten Trainingsplans durchführen wollen. Auch hier konnte zustimmend oder ablehnend entschieden werden. Unter ‚wenn nein, warum?‘ konnten Anmerkungen erfolgen.

Um einen weiteren Nachweis bezüglich der Trainingshäufigkeit innerhalb der TG II zu erhalten, bekamen die Teilnehmer zu Beginn des sechsmonatigen Trainings eine Kalenderübersicht von Mai bis Dezember. In diesen sollten sie alle sportlichen Betätigungen,

auch das Training innerhalb der Herzgruppe, eintragen. Die Kalenderübersichten wurden nach Abschluss des sechsmonatigen Trainings anonym eingefordert.

Die Teilnehmer der KG und der TG I wurde nach 24 Monaten hinsichtlich einer Trainingsfortführung befragt und konnten hierbei zustimmen oder ablehnen.

2.3 Untersuchungsmethoden

2.3.1 Blutdruckmessung

Die Blutdruckmessung wurde nach internationalen Standards durchgeführt (81). Diese erfolgte indirekt unter Nutzung einer Blutdruckmanschette mit analogem Druckmesser und eines Stethoskops. Der Teilnehmer sollte drei bis fünf Minuten vor der Messung in Ruhe und sitzend verweilen. Danach wurde die luftleere Blutdruckmanschette am Oberarm angebracht, sodass eine Messung in Herzhöhe erfolgte. Anschließend wurde die Manschette bis über den zu erwartenden systolischen Blutdruckwert aufgepumpt. Der Manschettendruck wurde nach dem Aufpumpen nicht schneller als zwei bis drei mmHg pro Sekunde abgelassen. Der Blutdruckwert des ersten hörbaren Geräusches, dem Korotkoffgeräusch der Phase I, wurde als systolischer Blutdruck notiert. Das zuletzt hörbare Geräusch, das Korotkoffgeräusch der Phase V, definierte den diastolischen Blutdruckwert.

2.3.2 Ergometrie

Zur Objektivierung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit wurde jeweils eine Ergometrie durchgeführt. Die Ergometrie als Untersuchungsmethode hat auf Grund des nicht invasiven Charakters eine große diagnostische sowie prognostische Bedeutung. Hierbei kann durch belastungsbedingte Veränderungen im Elektrokardiogramm (EKG) oder subjektive Beschwerdeäußerungen des Patienten eine koronare Herzkrankheit diagnostiziert werden (82). Ursächlich für diese Veränderungen kann eine myokardiale Minderdurchblutung sein.

Die Ergometrie wurde bei den Teilnehmern der Kontrollgruppe und der Testgruppe I unter Zuhilfenahme von „ergoline ER 900 EL“ der Firma ergoline GmbH, einem Liegeergometer, sowie „custo med ergocontrol ec 3000“ der Firma custo med GmbH, einem Sitzergometer, durchgeführt. Dabei wurden auch die Geräte „custo med kardio 130“ der Firma custo med GmbH, ein Elektrokardiogramm-Aufnahmemodul, und „GE KISS“, ein Elektroden-Applikationssystem der Firma General Electric Deutschland Holding GmbH, verwendet. Bei den Teilnehmern der Testgruppe II kamen die Geräte „custo med MA 3000“, „ergoline 900“ und „Schiller sc-200 AT 10“, ein 12-Kanal-Elektrokardiogramm-System der Firma Schiller Medizintechnik GmbH, zum Einsatz.

Die Indikationen der Ergometrie können in diagnostische, leistungsphysiologische, therapieüberwachende und prognoseabschätzende Absichten unterteilt werden (83). Dabei zählen die Abklärung thorakaler Schmerzen, ein Z. n. koronarem Ereignis und die

Untersuchung von kardialen Risikopatienten zu den diagnostischen Indikationen (82). Die Ermittlung der koronaren Belastbarkeit (82) beruht sowohl auf diagnostischen als auch auf leistungsphysiologischen Indikationen. Die Verwendung der Ergometrie diene in dieser Studie der Ermittlung der maximalen Leistung. Es sollte während der Untersuchung eine Ausbelastung ohne Symptome erreicht werden. Des Weiteren stellt die Ergometrie eine Vorbedingung für die Teilnahme an einer ambulanten Herzgruppe dar und sollte einmal jährlich wiederholt werden (43).

Zu beachten sind Kontraindikationen für Belastungsuntersuchungen. Diese können in absolute und relative Kontraindikationen untergliedert werden. Zu den absoluten Kontraindikationen zählen akuter Myokardinfarkt, instabile Angina pectoris, symptomatisch schwere Aortenstenose, dekompensierte Herzinsuffizienz und Herzrhythmusstörungen mit einer Symptomatik. Des Weiteren stellen akute Lungenembolie, akute Peri- oder Myokarditis und akute Aortendissektion absolute Kontraindikationen dar. Eine Durchführung der Untersuchung ist dennoch bei Vorliegen einer relativen Einschränkung unter Abwägung von Nutzen und Risiko möglich. Beispielsweise zählen zu den relativen Kontraindikationen systolische Blutdruckwerte > 200 mmHg sowie diastolische Blutdruckwerte > 110 mmHg, Klappenerkrankungen mit mäßigem Schweregrad, bekannte Elektrolytstörungen, hypertrophisch-obstruktive Kardiomyopathien oder Herzrhythmusstörungen, wie Arrhythmien und höhergradige atrioventrikuläre Blöcke (82, 83, 84).

Voraussetzungen zur Durchführung einer Ergometrie sind Anamnese, speziell eine Medikamentenanamnese, körperliche Untersuchung, Messung des Ruheblutdrucks sowie ein 12-Kanal-Ruhe-EKG (82). Des Weiteren sollten Ruhebedingungen geschaffen werden und der Patient sollte sich in einem Zustand des subjektiven Wohlbefindens befinden (84).

Bei den hier durchgeführten Untersuchungen wurden Fahrradergometer verwendet, wobei sich die Teilnehmer in sitzender oder halbliegender Position befanden. Die Durchführung erfolgte entsprechend der Empfehlung der Leitlinie zur Ergometrie (82). Zu Beginn der Untersuchung fand eine dreiminütige Ruhephase statt. Anschließend wurde mit einer Belastung von 25 Watt begonnen, welche alle zwei Minuten stufenweise um 25 Watt gesteigert wurde. Die Gesamtdauer der Belastung betrug etwa neun bis zwölf Minuten. Der Patient sollte dabei im Mittel 60 Umdrehungen pro Minute treten. Der Belastungsphase schloss sich eine Erholungsphase von einigen Minuten an. In dieser Erholungsphase sollte der Patient für ein bis zwei Minuten im Leerlauf weiter treten und anschließend die Bewegungen einstellen (83). Während der gesamten Untersuchungszeit fanden kontinuierliche 12-Kanal-EKG-

Aufzeichnungen, regelmäßige Blutdruckmessungen am Ende einer jeden Belastungsstufe sowie Beaufsichtigungen des Teilnehmers statt (82). Für jeden Teilnehmer wurde ein standardisiertes Belastungsprotokoll angefertigt.

Die Abbruchkriterien der Ergometrie können in absolute und relative Kriterien unterteilt werden, wobei absolute Indikationen den sofortigen Abbruch der Untersuchung bedeuten. Zu diesen absoluten Abbruchkriterien zählen Veränderungen, sowohl Hebungen ≥ 1 mm als auch Senkungen ≥ 3 mm, der ST-Strecke im EKG, Blutdruckabfälle > 10 mmHg im Vergleich zum Ausgangswert mit myokardialen Ischämiezeichen, mäßig schwere Angina pectoris- Symptome, schwere Dyspnoe, klinische Zeichen, wie beispielsweise eine Zyanose, für eine Minderperfusion, anhaltende ventrikuläre Tachykardien, eine Erschöpfung des Patienten oder technische Schwierigkeiten (82, 84, 85). Zu den relativen Abbruchkriterien gehören hypertensive Fehlregulationen mit systolischen Blutdruckwerten über 230 bis 260 mmHg und diastolischen Werten über 115 mmHg, Blutdruckabfälle > 10 mmHg im Vergleich zum Ausgangswert ohne myokardialen Ischämiezeichen, polymorphe Extrasystolen oder Salven, supraventrikuläre Extrasystolen, Bradyarrhythmien und Leitungsstörungen, welche ggf. auch neu aufgetreten sind, sowie eine verstärkte Angina pectoris- Symptomatik (82, 84, 85). Bei den Teilnehmern der Studie wurden objektive herzfrequenzbezogene Ausbelastungen, periphere Erschöpfungen wie beispielsweise eine muskuläre Beiner müdung sowie hypertensive Fehlregulationen als Abbruchgründe vermerkt.

Die Ergometrie unterliegt möglichen Einflussgrößen. Diese Einflussgrößen können umweltbedingt sein, beispielsweise durch Luftdruck, relative Luftfeuchte, Tageszeit und Raumtemperatur, oder auch durch individuelle Einflussgrößen, wie Trainingszustand, Nahrungsaufnahme, Nikotin- und Alkoholabusus, Medikamenteneinnahmen sowie durch psychische Faktoren, begründet sein. Anthropometrische Daten, wie Alter, Größe, Gewicht, Körperoberfläche und Geschlecht stellen ebenso mögliche Einflussgrößen dar. Auch die Versuchsanordnung, das Ergometer selbst und die Belastungsart bilden als methodische Komponenten mögliche Einflussgrößen (83).

Gewonnene Daten aus der Ergometrie waren die maximal erreichte Leistung des Teilnehmers, dessen maximale Herzfrequenz sowie der Blutdruck bei 100 Watt.

2.3.2.1 Maximale Leistung

Die maximale Leistung, welche mittels Ergometrie bestimmt wurde und in Watt angegeben wird, dient der Beurteilung des Funktionszustandes des zu Untersuchenden. Größe, Gewicht, Trainingszustand und Umgebungsbedingungen stellen Einflussgrößen für die Leistung dar (86). In Tabelle 2.3 sind Sollwerte der maximalen Leistung bei Männern nach Nordenfelt et al. (87) dargestellt. Es erfolgt eine alters-, gewichts- sowie geschlechtsabhängige Einteilung. Löllgen (86) entwickelte auch Darstellungen über die Sollwerte der maximalen Leistung in Abhängigkeit von Alter, Gewicht und Geschlecht. Diese Darstellungen beziehen sich jedoch nur auf ein maximales Alter von 64 Jahren.

Tabelle 2.3: Mittelwerte und Standardabweichungen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Leistung in Watt für Männer (87)

Alter	W _{max} in Watt
60-69	139 ± 20.6
70-79	106 ± 17.6

2.3.2.2 Maximale Herzfrequenz

Die Herzfrequenz ist definiert über die Anzahl der Herzaktionen während einer bestimmten Zeiteinheit. Unter Belastung sollte die Herzfrequenz proportional zur Leistung ansteigen. Dieser Anstieg unterliegt jedoch einer Variabilität. Für die Herzfrequenz in Ruhe und bei maximaler Anstrengung existieren Referenzwerte, welche altersabhängig sind. Als Faustregel gilt die Bestimmung der maximalen Herzfrequenz bei Normalpersonen mittels der Formel (86, 88)

$$220 - \text{Lebensalter (Jahre)}.$$

Die Herzfrequenz ist bei der Fahrradergometrie in der Regel um 5 bis 10 % niedriger als bei Laufbandbelastungen (88). Daher kann auch eine Berechnung der Herzfrequenz $200 - \text{Lebensalter (Jahre)}$ verwendet werden, da bei diesen Werten bereits eine kardiale Ausbelastung erreicht ist und aus Sicherheitsgründen nicht höher belastet werden sollte (86, 88). Referenzwerte für die maximale Herzfrequenz wurden von Nordenfelt et al. (87) in einer Studie aus dem Jahr 1985 beschrieben. Es ergaben sich für Männer die in der Tabelle 2.4 dargestellten altersabhängigen Referenzwerte.

Tabelle 2.4: Mittelwerte und Standardabweichungen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Herzfrequenz in S/min für Männer (87)

Alter	HF max in S/min
60-69	142 ± 21.5
70-79	145 ± 19.3

2.3.2.3 Blutdruck bei 100 Watt

Um den Blutdruck unter Belastung objektiv beurteilen zu können, wurde die Erhebung des Blutdruckwertes bei 100 Watt während einer standardisierten Ergometrie eingeführt. Diese Erhebung hat sich in der klinischen Anwendung bewährt und wurde in dieser Studie verwendet. Die Leistung von 100 Watt kann von Normalpersonen sowie nahezu allen Patienten erreicht werden (88). Es zeigte sich, dass das Blutdruckverhalten während der Ergometrie als diagnostischer Parameter in der Beurteilung der arteriellen Hypertonie dem Ruheblutdruck deutlich überlegen ist (89) und somit einen Parameter in der Beurteilung einer arteriellen Hypertonie darstellt (88). Erhöhte systolische Belastungsblutdrücke während der Ergometrie bei normalen Ruheblutdruckwerten stellen einen Risikofaktor bezüglich der kardiovaskulären Gesamtmortalität dar (90). Es existieren oberer Grenzwerte für den Blutdruck bei 100 Watt. In der Altersgruppe der 61- bis 70-jährigen beträgt der obere systolische Grenzwert 220 mmHg und der diastolische Grenzwert 110 mmHg (91). Unter Nutzung der Formel

$$120 + 0.4 \times (\text{Watt} + \text{Lebensalter in Jahren})$$

können individuelle obere Grenzwerte für den systolischen Blutdruckwert bei 100 Watt berechnet werden (92).

2.3.2.4 Borg-Skala

Die Borg-Skala wurde im Jahr 1970 von Gunnar A.V. Borg entwickelt. Dabei handelt es sich um eine rating of perceived exertion-Skala (RPE-Skala), die dem zu Untersuchenden eine subjektive Einschätzung seines Anstrengungsempfindens ermöglicht (93). Die RPE-Skala ist eine Intervallskala mit einem Wertebereich von sechs bis zwanzig. Die hier verwendete Category-Ratio-Scale (CR-10-Skala) mit elf Kategorien wurde im Jahr 1982 von Gunnar A.V. Borg weiterentwickelt. Diese ist in der Tabelle 2.5 (94) abgebildet. Hierbei handelt es sich um eine Kategorienskala, die im Gegensatz zur RPE-Skala einen nicht linearen Verlauf hat. Diese wird für den zu Untersuchenden zur subjektiven Einschätzung seines Erschöpfungszustandes, besonders bei möglicher Atemnot sowie Schmerzen und Beschwerden, verwendet (94, 95). Die Teilnehmer der Studie wurden bei maximaler Belastung während der Ergometrie oder unmittelbar nach Durchführung dieser bezüglich einer Einschätzung mittels CR-10-Skala befragt.

Tabelle 2.5: Category Ratio Scale nach Borg (94)

subjektives Empfinden/ Ausbelastung	Borg-Wert
nichts	0
sehr, sehr schwach	0.5
sehr schwach	1
schwach (leicht)	2
moderat	3
etwas stark	4
stark (schwer)	5
	6
sehr stark	7
	8
	9
sehr, sehr stark (nahezu maximal)	10
maximal	•

2.3.3 Transthorakale Echokardiografie

Die transthorakale Echokardiografie ist eine nicht invasive Untersuchungsmethode, welche mittels Ultraschall eine Begutachtung des Herzens ermöglicht. Diese sollte vor Aufnahme in eine aHG durchgeführt werden, um die linksventrikuläre Funktion zu bestimmen. Auch sollte diese Untersuchung fakultativ einmal jährlich wiederholt werden (43). Bei allen Teilnehmern wurde zur Durchführung der transthorakalen Echokardiografie das Gerät „GE Vivid S6“ mit dem Schallkopf „3S“ der Firma General Electric Deutschland Holding GmbH verwendet. Die verwendete Schallkopffrequenz lag zwischen 1.5 und 3.6 MHz. Der Teilnehmer befand sich während der Untersuchung in Linksseitenlage. Der Oberkörper war leicht angehoben und der linke Arm lag angewinkelt unter dem Kopf des zu Untersuchenden. Während der Untersuchung fand eine kontinuierliche EKG-Darstellung statt. Es wurden leitliniengerechte transthorakale Echokardiografien durchgeführt (96), wobei 2-D- sowie M-Mode-Aufzeichnungen stattfanden. Unter Nutzung der transthorakalen Echokardiografie konnten die linksventrikuläre Ejektionsfraktion in Prozent sowie der linksventrikuläre enddiastolische Durchmesser in Millimeter bestimmt werden.

Die linksventrikuläre Ejektions- oder Auswurffraktion (LVEF) ist ein Maß für die Pumpfähigkeit des Herzens und kann als diagnostischer Parameter der Herzinsuffizienz genutzt werden (97). In Tabelle 2.6 sind die Einteilungen der linksventrikulären Ejektionsfraktion dargestellt.

Tabelle 2.6: Einteilung der linksventrikulären Ejektionsfraktion in % für Männer (98, 99)

Ejektionsfraktion in %	Pumpfunktion
≥ 55	normal
45-54	leichtgradig eingeschränkt
30-44	mittelgradig eingeschränkt
<30	hochgradig eingeschränkt

Der linksventrikuläre enddiastolischen Durchmesser oder Diameter (LVEDD) liefert Hinweise auf das Vorhandensein einer Aorten- oder Mitralklappeninsuffizienz. Tabelle 2.7 zeigt die Einteilung des LVEDD.

Tabelle 2.7: Einteilung des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers in cm für Männer (98)

LVEDD in cm	Beurteilung
4.2-5.9	normal
6.0-6.3	gering vergrößert
6.4-6.8	mäßig vergrößert
≥ 6.9	deutlich vergrößert

2.4 Der strukturierte Trainingsplan

Der strukturierte Trainingsplan war Grundlage für die Testgruppe I und Testgruppe II. Dieser wurde von dem Kardiologen Herrn Dr. med. Martin Stula (Helios Facharztzentrum Weimar) entwickelt und ist noch unveröffentlicht. Der strukturierte Trainingsplan baut auf den fünf wesentlichen Säulen Kraft, Ausdauer, Koordination und Gleichgewicht, Beweglichkeit und Dehnung sowie Entspannungsübungen auf und ist in Tabelle 2.8 dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Übungen detailliert beschrieben.

Zur Stärkung der Kraft zählen drei Übungen:

1. Seitliches Armkreisen: In der Ausgangsposition befindet sich der Teilnehmer mit etwa schulterbreit auseinanderstehenden Beinen fest auf dem Boden. Anschließend werden die Arme zur Seite gestreckt und kreisförmig nach vorn bewegt. Dabei sollen zehn kleine, dann zehn mittlere und zuletzt zehn große Kreise nachgezeichnet werden. Bei den großen Kreisen kann der Teilnehmer locker in den Beinen mitschwingen. Darauf folgt das Armkreisen nach hinten. Auch hier wird zunächst mit kleinen Kreisen begonnen, anschließend werden mittlere und letztlich große Kreise nachgezogen. Diese Übung wird zwei Mal jeweils nach vorn und hinten durchgeführt.
2. Rumpfheber: Der Teilnehmer liegt in der Ausgangsposition auf dem Rücken. Die Beine sind ca. im 90° Winkel in den Kniegelenken aufgestellt und die Hände fassen seitlich an den Kopf. Die Ellenbogen zeigen somit nach oben. Nun wird der Oberkörper angehoben, sodass sich Ellenbogen und Knie kurz berühren. Dann wird der Oberkörper wieder abgesenkt. Es sollte versucht werden, die Schulterblätter während der Übung nicht auf dem Boden abzulegen. Die Übung wird in drei Sätzen à zehn Wiederholungen durchgeführt.



Abb. 2.2: Rumpfheber

3. Strecken und Beugen über Kreuz: Der Teilnehmer positioniert sich zunächst auf Hände und Knie. Hierbei stehen die Arme gerade unter den Schultern. Dann werden die Arme und Beine wechselseitig gerade gehoben. Beispielsweise werden zuerst der linke Arm nach vorn und das rechte Bein nach hinten gestreckt. Danach treffen sich Ellenbogen und Knie unter dem Körper und werden anschließend wieder gestreckt. Es erfolgen auf jeder Seite zwei Durchgänge mit jeweils zehn Wiederholungen.



Abb. 2.3: Strecken und Beugen über Kreuz

Um die Ausdauer zu verbessern, werden folgende Übungen praktiziert:

4. Fünfminütiges Walken. Hierunter wird ein schnelleres Spazierengehen verstanden, wobei die Arme locker mitschwingen und die Hände versuchen, beim nach vorn-schwingen zu greifen.



Abb. 2.4: Fünfminütiges Walken

5. Drei Minuten Laufen in verschiedene Richtungen: Bei dieser Übung soll der Teilnehmer vorwärts, rückwärts, seitwärts nach links und rechts laufen.
6. Drei Minuten auf der Stelle marschieren. Dabei schwingen die Arme locker mit und die Knie werden so weit wie möglich angehoben.

Damit Koordination und Gleichgewicht geschult werden, gibt es folgende Aufgaben:

7. Einbeinstand: Der Teilnehmer stellt sich beispielsweise zuerst auf das linke Bein. Dann wird das rechte Bein angehoben, nach vorn geführt und etwa im rechten Winkel im Hüft- und Kniegelenk für 20 Sekunden gehalten. Die Arme können zur Stabilisierung des Gleichgewichtes mit eingesetzt werden. Die Übung wird für jede Seite drei Mal wiederholt.
8. Fersen-Zehenstand: Die Beine werden geschlossen nebeneinander gestellt, dann rollt der Teilnehmer mit den Füßen auf die Zehenspitzen, anschließend auf die Ferse und wieder auf die Zehenspitzen zurück. Dabei ist darauf zu achten, dass der Rücken gerade bleibt. Es erfolgen drei Sätze á zehn Wiederholungen.
9. Einbeinige Oberschenkeldehnung: Der Teilnehmer stellt sich in der Ausgangsposition auf ein Bein. Das andere Bein wird nach hinten geführt und mit der Hand proximal des Sprunggelenks umgriffen. Dadurch wird die ventrale Oberschenkelmuskulatur gedehnt. Diese Übung wird auf jeder Seite drei Mal für ca. zehn Sekunden durchgeführt.



Abb. 2.5: Einbeinige Oberschenkeldehnung

Übungen für Beweglichkeit und Dehnung:

10. **Schulterkreisen:** Diese Übung wird atemabhängig durchgeführt. Der Teilnehmer steht mit etwa schulterbreit auseinander stehenden Beinen und locker hängenden Armen fest auf dem Boden. Mit dem Einatmen führt der Teilnehmer die Schultern diagonal nach hinten oben und mit dem Ausatmen diagonal nach vorn unten. Anschließend erfolgt eine Variation der Ausführung. Beim Einatmen werden dann die Schultern diagonal nach vorn oben und beim Ausatmen diagonal nach hinten unten gezogen. Es erfolgen jeweils zehn Wiederholungen á zwei Sätze.
11. **Strecken des Körpers:** Der Teilnehmer steht etwa schulterbreit mit beiden Beinen fest auf dem Boden. Die Arme werden nach oben gestreckt und die Handflächen berühren sich möglichst weit über dem Kopf. Dann bewegen sich Arme und Oberkörper langsam nach links und rechts. Dabei ist auf eine gerade Rückenhaltung zu achten. Diese Übung dehnt die seitliche Rückenmuskulatur. Verspürt der Teilnehmer ein leichtes Ziehen am seitlichen Rumpf, so wird die Position kurz gehalten und anschließend die Seite gewechselt. Diese Übung wird in drei Sätzen á zehn Wiederholungen durchgeführt.



Abb. 2.6: Strecken des Körpers

12. Dorsale Beinmuskulatur: Hierfür stellt sich der Teilnehmer auf ein Bein, welches leicht gebeugt wird. Das andere Bein wird gestreckt auf der Ferse aufgestellt, sodass die Zehen zur Decke zeigen. Der Oberkörper ist etwa 45° nach vorn gebeugt und die Arme werden auf den Oberschenkel gestützt. Hierdurch werden die Wadenmuskulatur sowie die dorsale Beinmuskulatur des gestreckten und auf der Ferse aufgestellten Beins gedehnt. Diese Übung wird drei Mal auf jeder Seite für etwa zehn Sekunden wiederholt.

Entspannungsübungen:

13. Es kann wahlweise für zwei Minuten locker gegangen werden oder es erfolgt eine fünfzehnminütige Progressive Muskelrelaxation. Die Progressive Muskelrelaxation wurde mindestens einmal im Monat durchgeführt.

Dem strukturierten Trainingsplan sind des Weiteren die jeweilig anzustrebenden Herzfrequenzstufen zu entnehmen. Die Herzfrequenzstufe I entsprach hierbei 50 bis 60 % der individuellen maximalen Herzfrequenz aus der Ergometrie. Übungen für Koordination und Gleichgewicht sowie Entspannungsübungen liegen in dieser anzustrebenden Herzfrequenzzone. Die Herzfrequenzzone II, welche Trainingselemente für Kraft sowie für Beweglichkeit und Dehnung beinhaltete, entsprach 60 bis 70 % der individuellen maximalen Herzfrequenz aus der Ergometrie. Während des Ausdauertrainings sollte die Herzfrequenzzone III mit 70 bis 80 % der individuellen maximalen Herzfrequenz aus der Ergometrie erreicht werden.

Die Kontrolle über das Erreichen der vorgegebenen Herzfrequenzzonen erfolgte mittels Aufzeichnungen der Herzfrequenzen innerhalb der TG II zu Beginn und am Ende der sechsmonatigen Trainingszeit. Anhand dieser Daten sollte eine Aussage bezüglich der tatsächlichen Trainingsintensität getroffen werden.

Tabelle 2.8: Trainingsplan nach M. Stula (100)

	Übung 1	Übung 2	Übung 3	HF-Stufen
Kraft	Seitliches Armdrehen	Rumpfheber	Strecken und Beugen über Kreuz	II
Ausdauer	Walken 5 min	Vorwärts, rückwärts, seitwärts links und rechts gehen, 3 min	Auf der Stelle marschieren, 3 min	III
Koordination+ Gleichgewicht	Einbeinstand links und rechts	Fersen-Ballenstand	Einbeinige Oberschenkeldehnung	I
Beweglichkeit + Dehnung	Schulterkreisen vor und zurück	Streckung des Körpers	Dorsale Beinmuskulatur links und rechts	II
Entspannung	lockeres Walken, 2 min	Bedarfsorientierte progressive Muskel-Entspannung		I

2.4.1 Untersuchungen zur Objektivierung der Trainingsintensität

Um eine Kontrolle über die Einhaltung der vorgegebenen Herzfrequenzzonen des strukturierten Trainingsplans zu haben, wurden innerhalb der TG II zu Beginn und am Ende der sechsmonatigen Trainingszeit die Herzfrequenzen mittels Pulsmessgeräten aufgezeichnet. Dafür wurden der „Suunto Memory Belt“ und der „Elastic Strap for HR Transmitter“ der Firma SUUNTO verwendet. Die Auswertung der Pulsmessgeräte erfolgte mit Hilfe des Programms „SUUNTO Training Manager Version 2.2.0“ und „SUUNTO Monitor“ der selbigen Firma. Anschließend wurden unter Nutzung der Formel (7)

$$\text{Trainings-} \\ \text{Herzfrequenz} = \frac{\text{Herzfrequenz}}{\text{in Ruhe}} + \left[\left(\frac{\text{Herzfrequenz}}{\text{maximal}} - \frac{\text{Herzfrequenz}}{\text{in Ruhe}} \right) \times 70 - 80 \% \right]$$

die individuellen Trainingsherzfrequenzen und entsprechenden Herzfrequenzzonen aus der maximalen Herzfrequenz der Ergometrie berechnet und mit den individuellen Aufzeichnungen der Pulsmessgeräte abgeglichen. Diese Formel wird von der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauferkrankungen e.V. empfohlen und entspricht der Karvonen-Formel (101). Es existieren weitere Formeln zur Berechnung der individuellen Trainingsherzfrequenz, beispielsweise die maximale Herzfrequenz-Methode (101). Bei dieser Methode wird die Zielherzfrequenz mittels der Formel

$$\text{Zielherzfrequenz} = \text{maximale Herzfrequenz} \times \% \text{ der Intensität}$$

berechnet (101). Eine altersangepasste Methode kann mittels berechneter maximaler Herzfrequenz die Zielherzfrequenz unter Nutzung der Formel

$$\text{Zielherzfrequenz} = \text{altersangepasste maximale Herzfrequenz} \times \% \text{ der Intensität}$$

bestimmen (101). Auf Grund der Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauferkrankungen e.V. wurde zur Berechnung der individuellen Trainingsherzfrequenzen erstgenannte Formel verwendet. Folglich können Aussagen über die Einhaltung der vorgegebenen Trainingsintensität in der Phase der Ausdauerübungen getroffen werden. Während der Ausdauerübungen sollte innerhalb der Herzfrequenzzone III mit 70 bis 80 % der maximalen Herzfrequenz aus der Ergometrie trainiert werden.

2.5 Statistische Auswertung

Zur Datenerhebung wurde für jeden Teilnehmer ein Patientenprotokoll angefertigt. Für die Datenanalyse wurde SPSS Statistics 20 verwendet. Die Daten wurden zunächst durch den Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung überprüft, da der Stichprobenumfang $N < 50$ Teilnehmer je Gruppe betrug. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit $p < 0.05$ festgelegt. Anschließend wurden Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima der erhobenen Parameter gruppenintern zu allen Untersuchungszeitpunkten berechnet. Es wurden Tests hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Gruppen zu einem bestimmten Untersuchungszeitpunkt (Anfang,- Zwischen- oder Enduntersuchung) durchgeführt. Hierbei kamen der Kruskal-Wallis-Tests für mehr als zwei unabhängige Stichproben und der Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben zur Anwendung. Diese beiden Tests wurden bezüglich nicht normalverteilte Daten verwendet. Stellten sich die Daten als normalverteilt dar, wurde der T-Test für unabhängige Stichproben angewendet. Um die Daten der einzelnen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs auf signifikante Unterschiede zu untersuchen, wurden der Paarvergleich bzw. T-Test für abhängige Stichproben bei normalverteilten Daten und der Wilcoxon-Test bei nicht normalverteilten Daten angewendet. Die Signifikanzniveaus wurden auf 5% ($p \leq 0.05$) und 1% ($p \leq 0.01$) festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Betrachtungen verschiedener Parameter der Herzgruppen untereinander zu verschiedenen Zeitpunkten

Im Folgenden werden die Parameter zu den drei Herzgruppen untereinander zu je einem bestimmten Untersuchungszeitpunkt hinsichtlich signifikanter Unterschiede ausgewertet, um so eine geeignete Vergleichbarkeit zwischen den Herzgruppen zu ermöglichen und um mögliche Differenzen im weiteren zeitlichen Verlauf berücksichtigen zu können. Der Fokus wird hierbei auf den komplex strukturierten Trainingsplan gelegt.

3.1.1 Anfangsuntersuchung

Alle Herzgruppen erhielten zum Zeitpunkt t_0 eine Anfangsuntersuchung. Die dabei erhobenen Daten wurden bereits im Kapitel 2.2 genannt und sind in Tabelle 3.1 mit arithmetischen Mittelwerten, Standardabweichungen, Minima und Maxima dargestellt. Der Tabelle 3.1 sind zudem signifikante Unterschiede zu entnehmen. Bei Überprüfung der Normalverteilung durch den Shapiro-Wilk-Test zeigte sich in der KG Größe, Herzfrequenz in Ruhe sowie Ejektionsfraktion als normalverteilt. Zur Anfangsuntersuchung stellten sich innerhalb der TG I Gewicht, diastolischer Blutdruckwert in Ruhe sowie Herzfrequenz in Ruhe normalverteilt dar. Größe, Gewicht, Bauchumfang, systolischer Blutdruckwert in Ruhe, Herzfrequenz sowohl in Ruhe als auch Maximal, systolische und diastolische Blutdruckwerte bei 100 Watt, linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser und der Wert auf der Borg-Skala zeigten sich in der TG II normalverteilt. Ebenso konnte das Alter in allen drei Herzgruppen als normalverteilt nachgewiesen werden. Da sich in allen Herzgruppen das Alter sowie die Herzfrequenz in Ruhe als normalverteilt darstellten, wurde zur Berechnung signifikanter Unterschiede der T-Test verwendet. Zwischen KG und TG II sowie zwischen TG I und TG II zeigte sich mit einer Differenz von jeweils 4.5 Jahren ein signifikanter Unterschied bezogen auf das Alter. Die TG II stellte sich im Vergleich zur KG und TG I als Gruppe mit dem höchsten arithmetischen Mittelwert für das Alter dar. Für die Mittelwerte der Herzfrequenz in Ruhe konnten zwischen den Herzgruppen keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Alle anderen Daten wurden unter Nutzung des Kruskal-Wallis-Tests und des Mann-Whitney-U-Test hinsichtlich signifikanter Unterschiede untersucht. Eine Signifikanz konnte bezüglich des Bauchumfangs nachgewiesen werden. Der Bauchumfang zeigte zwischen KG und TG II eine Differenz von 6.3 cm sowie zwischen TG I und TG II 8.2 cm. Die TG II wies den größten arithmetischen Mittelwert für den Bauchumfang auf.

Für den systolischen Blutdruckwert in Ruhe konnten signifikante Unterschiede berechnet werden. Diese zeigten sich zwischen KG und TG II mit einem Unterschied von 15.2 mmHg sowie zwischen TG I und TG II mit einem Unterschied von 14.5 mmHg. Die TG II wies den niedrigsten arithmetischen Mittelwert des systolischen Ruheblutdruckwertes auf. Ebenso zeigten systolische und diastolische Blutdruckwerte bei 100 Watt signifikante Unterschiede zwischen KG und TG II sowie zwischen TG I und TG II. Dabei betrug die Differenz zwischen KG und TG II 34.5 mmHg und zwischen TG I und TG II 31.3 mmHg hinsichtlich des systolischen Blutdruckwertes bei 100 Watt. Für den diastolischen Blutdruckwert bei 100 Watt ergaben sich zwischen KG und TG II eine Differenz von 16.4 mmHg und zwischen TG I und TG II 14.9 mmHg. Die TG II zeigte im Vergleich zur KG und TG I für systolische sowie diastolische Blutdruckwerte bei 100 Watt zur Anfangsuntersuchung die niedrigsten arithmetischen Mittelwerte. Für die Daten Größe, Gewicht, diastolischer Ruheblutdruck, maximale Leistung sowie maximale Herzfrequenz in der Ergometrie, Wert auf der Borg-Skala, linksventrikuläre Ejektionsfraktion sowie linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Herzgruppen nachgewiesen werden.

Die arithmetischen Mittelwerte der linksventrikulären Ejektionsfraktion befinden sich innerhalb aller Herzgruppen oberhalb von 55 % und die arithmetischen Mittelwerte des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers liegen im normalen Referenzbereich (s. Kap. 2.3.3). Die maximalen Herzfrequenzen liegen in den drei Herzgruppen unterhalb der altersabhängigen Sollwerte (s. Kap. 2.3.2.2). Alle Herzgruppen überschreiten die altersabhängigen oberen Grenzwerte des Blutdrucks bei 100 Watt nicht (s. Kap. 2.3.2.3). Es konnte für die TG II eine Einhaltung der altersabhängigen Sollwerte bezüglich der maximalen Leistung (s. Kap. 2.3.2.1.) belegt werden. Das Erreichen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Leistung konnten bezüglich KG und TG I nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 3.1: Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima zur Anfangsuntersuchung (t0) mit Signifikanzen. * = $p < 0.05$

	KG	TG I	TG II	p KG & TG I	p KG & TG II	p TG I & TG II
Alter	68.2 ± 6.1 58 - 82	68.2 ± 6.5 49 - 81	72.7 ± 5.3 63 - 80	n.s.	*	*
Größe	174.6 ± 4.8 164 - 184	174.3 ± 5.6 162 - 189	172.7 ± 8.1 162 - 184	n.s.	n.s.	n.s.
Gewicht	81.1 ± 8.6 58 - 100	80.5 ± 9.5 63 - 100	84.2 ± 7.9 73.1 - 97.3	n.s.	n.s.	n.s.
Bauchumfang	98.4 ± 10.3 82 - 124	96.5 ± 9.2 80 - 122	104.7 ± 7.9 95 - 115	n.s.	*	*
Ruhe-RR syst.	144.6 ± 16.0 12 - 170	143.9 ± 17.7 115 - 180	129.4 ± 11.8 110 - 140	n.s.	*	*
Ruhe-RR diast.	83.6 ± 12.5 60 - 110	80.8 ± 13.3 55 - 110	73.3 ± 7.1 60 - 80	n.s.	n.s.	n.s.
HF in Ruhe	68.8 ± 10.4 52 - 92	68.3 ± 11.7 45 - 98	65.3 ± 7.8 55 - 83	n.s.	n.s.	n.s.
RR 100 W syst.	197.4 ± 16.9 170 - 250	194.2 ± 23.7 160 - 250	162.9 ± 17.3 136 - 189	n.s.	*	*
RR 100 W diast.	94.9 ± 8.9 80 - 110	93.4 ± 11.7 75 - 120	78.5 ± 18.9 56 - 110	n.s.	*	*
Wmax	129.4 ± 23.4 75 - 200	131.5 ± 34.3 75 - 225	113.9 ± 28.3 75 - 150	n.s.	n.s.	n.s.
HF max	131.0 ± 10.5 110 - 146	129.9 ± 12.4 100 - 154	121.1 ± 16.9 87 - 145	n.s.	n.s.	n.s.
Borg bei Wmax	8.0 ± 1.5 5 - 10	7.8 ± 1.5 4 - 10	6.8 ± 1.3 5 - 8	n.s.	n.s.	n.s.
LVEF	56.9 ± 5.1 45 - 67	55.3 ± 7.2 35 - 66	57.6 ± 6.2 43 - 63	n.s.	n.s.	n.s.
LVEDD	51.5 ± 2.3 48 - 61	52.6 ± 3.8 47 - 62	49.7 ± 5.4 40 - 56.9	n.s.	n.s.	n.s.

3.1.2 Zwischenuntersuchung

Nach sechs Monaten fanden für die Testgruppe I und Testgruppe II die Zwischenuntersuchungen (t1) statt. Tabelle 3.2 zeigt arithmetische Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima sowie Maxima der TG I und TG II mit Signifikanzen zu diesem Untersuchungszeitpunkt. In der TG I stellten sich zur Zwischenuntersuchung Gewicht sowie Herzfrequenz in Ruhe als normalverteilt dar. In der TG II waren Größe, Gewicht, systolischer und diastolischer Blutdruckwert in Ruhe und Herzfrequenz sowohl in Ruhe als auch Maximal normalverteilt. Des Weiteren zeigten sich systolischer und diastolischer Blutdruckwerte bei 100 Watt, linksventrikuläre Ejektionsfraktion und linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser normalverteilt. Da sich Gewicht und Herzfrequenz in Ruhe in der TG I und TG II als normalverteilt darstellten, konnte zur Berechnung signifikanter Unterschiede zwischen beiden Gruppen der T-Test verwendet werden. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen TG I und TG II hinsichtlich des Gewichts nachgewiesen werden. Ebenso zeigten sich bezüglich der Herzfrequenz in Ruhe keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Die nicht normalverteilten Daten wurden durch den Mann-Whitney-U-Test auf signifikante Unterschiede geprüft. Hierbei stellte sich mit einer Differenz von 7.2 cm ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Bauchumfangs dar. TG II wies den größeren arithmetischen Mittelwert des Bauchumfangs auf. Der systolische Blutdruckwert in Ruhe, mit einem Unterschied von 19.6 mmHg zwischen TG I und TG II, konnte auch als signifikant belegt werden. Den niedrigeren arithmetischen Mittelwert des systolischen Ruheblutdruckwertes wies TG II auf. Ebenso zeigten systolische und diastolische Blutdruckwerte bei 100 Watt signifikante Unterschiede zwischen TG I und TG II. Der systolische Blutdruckwert bei 100 Watt wies eine Differenz von 27 mmHg auf. Eine Differenz von 16.9 mmHg zeigte sich bezüglich des diastolischen Blutdruckwertes bei 100 Watt. Sowohl systolischer als auch diastolischer Blutdruckwert bei 100 Watt waren in der TG II im Vergleich zur TG I niedriger. Das Signifikanzniveau konnte mit $p < 0.05$ für die hier aufgeführten Unterschiede belegt werden. Alle anderen Daten, wie Größe, diastolischer Blutdruckwert in Ruhe, maximal erreichte Leistung, maximale Herzfrequenz, Wert auf der Borg-Skala bei maximaler Leistung sowie linksventrikuläre Ejektionsfraktion und linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser zeigten im Mann-Whitney-U-Test keine signifikanten Unterschiede.

Für beide Gruppen, sowohl TG I als auch TG II, konnte ein Erreichen der altersabhängigen Sollwerte bezüglich maximaler Leistung (s.Kap. 2.3.2.1) belegt werden. Die altersabhängigen

Sollwerte der maximalen Herzfrequenz (s. Kap. 2.3.2.2) wurden innerhalb beider Gruppen nicht erzielt. Die altersabhängigen oberen Referenzwerte des Blutdrucks bei 100 Watt werden von beiden Testgruppen nicht überschritten (s. Kap. 2.3.2.3). Die arithmetischen Mittelwerte der linksventrikulären Ejektionsfraktion befinden sich innerhalb TG I und TG II $> 55\%$ und die arithmetischen Mittelwerte des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers liegen im normalen Referenzbereich (s. Kap. 2.3.3).

Tabelle 3.2: Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima zur Zwischenuntersuchung (t1) mit Signifikanzen. * = $p < 0.05$

	TG I	TG II	Signifikanz
Größe	174.1 \pm 5.6 162 - 188	172.6 \pm 8.2 161.5 - 184	n.s.
Gewicht	80.2 \pm 9.5 60 - 100	83.0 \pm 5.9 74.4 - 92.3	n.s.
Bauchumfang	96.2 \pm 9.0 80 - 123	103.4 \pm 7.0 94 - 110	*
Ruhe-RR syst.	138.5 \pm 11.4 120 - 160	118.9 \pm 9.3 105 - 130	*
Ruhe-RR diast.	77.2 \pm 9.9 55 - 100	72.2 \pm 9.1 60 - 85	n.s.
HF in Ruhe	66.1 \pm 9.7 42 - 92	68.2 \pm 8.2 58 - 80	n.s.
RR 100 W syst.	190.7 \pm 15.4 150 - 220	163.7 \pm 22.7 130 - 190	*
RR 100 W diast.	91.3 \pm 17.1 70 - 110	74.4 \pm 17.5 46 - 96	*
Wmax	140.8 \pm 35.9 75 - 225	138.9 \pm 18.2 125 - 175	n.s.
HF max.	131.1 \pm 12.3 98 - 154	126.4 \pm 19.1 84 - 151	n.s.
Borg bei Wmax	7.4 \pm 1.6 4 - 10	7.0 \pm 2.3 2 - 9	n.s.
EF	55.0 \pm 7.0 30 - 66	60.3 \pm 5.7 53 - 73	n.s.
LVEDD	52.7 \pm 3.4 47 - 62	50.2 \pm 4.1 43 - 56	n.s.

3.1.3 Enduntersuchung

Die Enduntersuchung (t2) erfolgte nach 18 Monaten für die Kontrollgruppe und die Testgruppe I. Tabelle 3.3 zeigt arithmetische Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima der KG und TG I zu diesem Untersuchungszeitpunkt mit Signifikanzen. Innerhalb der KG zeigten sich Größe, Herzfrequenz in Ruhe sowie Maximal und linksventrikuläre Ejektionsfraktion normalverteilt. In der TG I stellten sich Gewicht sowie Ruheherzfrequenz als normalverteilt dar. Auf Grund dieser nachgewiesenen Normalverteilungen kam der T-Test zur Berechnung signifikanter Unterschiede zur Anwendung. Es konnte keine Signifikanz hinsichtlich der Herzfrequenz in Ruhe zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden. Alle anderen Daten bedurften einer Prüfung auf Signifikanz durch den Mann-Whitney-U-Test. Hierbei stellte sich ein signifikanter Unterschied bezüglich des systolischen Blutdruckwertes in Ruhe dar. Zwischen KG und TG I konnte eine Differenz von 4.4 mmHg berechnet werden, wobei TG I den niedrigeren Wert aufwies. Ferner konnte für den systolischen Blutdruckwert bei 100 Watt mit einer Differenz von 6.1 mmHg ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Die TG I zeigte den niedrigeren arithmetischen Mittelwert bezüglich des systolischen Blutdruckwertes bei 100 Watt. Ebenso konnte bezüglich der maximalen Leistung eine Signifikanz mit einer Differenz von 17.7 Watt zwischen beiden Gruppen belegt werden. Der arithmetische Mittelwert der maximalen Leistung war innerhalb der TG I höher. Für den Wert auf der Borg-Skala bei maximaler Wattzahl ließ sich mit einem Unterschied von 1 eine Signifikanz nachweisen, wobei der arithmetische Mittelwert innerhalb der TG I kleiner war. Die aufgeführten Unterschiede lassen sich für ein Signifikanzniveau von $p < 0.05$ nachweisen. Für alle anderen Daten, wie Größe, Gewicht, Bauchumfang, diastolischen Blutdruckwert in Ruhe und bei 100 Watt, maximale Herzfrequenz, linksventrikuläre Ejektionsfraktion sowie linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser konnten bezüglich der Signifikanz zwischen Kontrollgruppe und Testgruppe I keine Unterschiede ermittelt werden.

Die arithmetischen Mittelwerte der linksventrikulären Ejektionsfraktion liegen innerhalb der KG $> 55\%$ und innerhalb TG I bei 54.8 %. Die arithmetischen Mittelwerte des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers befinden sich in beiden Gruppen im normalen Referenzbereich (s. Kap. 2.3.3). Ein Erreichen der altersabhängigen Sollwerte bezüglich der maximalen Leistung (s. Kap. 2.3.2.1.) konnte für TG I belegt werden, jedoch nicht für die KG. In beiden Gruppen konnte kein Erzielen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Herzfrequenz (s. Kap. 2.3.2.2) nachgewiesen werden. Die altersabhängigen oberen

Referenzwerte des Blutdrucks bei 100 Watt werden von beiden Gruppen nicht überschritten (s. Kap. 2.3.2.3).

Tabelle 3.3: Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima zur Enduntersuchung (t2) mit Signifikanzen. * = $p < 0.05$

	KG	TG I	Signifikanz
Größe	174.5 ± 4.7 164 - 183	173.8 ± 5.7 162 - 189	n.s.
Gewicht	82.2 ± 8.8 60 - 105	79.9 ± 9.3 60 - 98	n.s.
Bauchumfang	98.6 ± 10.1 82 - 126	95.8 ± 8.6 81 - 120	n.s.
Ruhe-RR syst.	141.0 ± 9.5 115 - 170	136.6 ± 9.6 120 - 170	*
Ruhe-RR diast.	79.1 ± 9.1 60 - 100	76.9 ± 8.8 55 - 100	n.s.
HF in Ruhe	66.4 ± 7.9 51 - 82	64.3 ± 7.2 48 - 80	n.s.
RR 100 W syst.	193.7 ± 13.3 170 - 230	187.6 ± 11.2 160 - 210	*
RR 100 W diast.	95.2 ± 8.6 75 - 110	91.6 ± 9.0 70 - 100	n.s.
Wmax	132.8 ± 22.5 100 - 175	150.5 ± 35.9 100 - 250	*
HF max	132.3 ± 9.2 110 - 150	132.1 ± 11.1 104 - 156	n.s.
Borg bei Wmax	7.9 ± 1.5 5 - 10	6.9 ± 1.4 4 - 10	*
LVEF	56.8 ± 5.0 45 - 66	54.8 ± 6.5 32 - 62	n.s.
LVEDD	51.5 ± 2.4 46 - 62	52.5 ± 3.0 49 - 60	n.s.

3.2 Betrachtungen verschiedener Parameter innerhalb der Herzgruppen hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs

Im Folgenden werden gruppenintern die Daten der Anfangs-, Zwischen- und Enduntersuchung verglichen, um Aussagen über Entwicklungen innerhalb der jeweiligen Herzgruppe treffen zu können und um eine Vergleichbarkeit zwischen dem herkömmlichen Herzsport und dem komplex strukturierten Trainingsplan zu ermöglichen.

3.2.1 Kontrollgruppe

Innerhalb der Kontrollgruppe konnten die Anfangsuntersuchung (t0) und die Enduntersuchung (t2) nach 18 Monaten hinsichtlich signifikanter Unterschiede analysiert werden. Es lagen jeweils Daten von 45 Teilnehmern vor. Die arithmetischen Mittelwerte sowie Signifikanzen zwischen t0 und t2 zeigt Tabelle 3.4. Zu beiden Untersuchungszeitpunkten stellten sich Größe, Herzfrequenz in Ruhe und Ejektionsfraktion als normalverteilt dar. Auch die maximale Herzfrequenz war in der Enduntersuchung normalverteilt. Unter Anwendung des Paarvergleichs zeigten sich für Körpergröße und Herzfrequenz in Ruhe signifikante Unterschiede zwischen der Anfangs- und Enduntersuchung. Diese wurden sowohl für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0.05$ als auch für $p < 0.01$ nachgewiesen. Bezüglich der Größe ergab sich eine Differenz von 0.1 cm zwischen t0 und t2. Der arithmetische Mittelwert der Größe war zum Zeitpunkt t0 höher. Für die Ruheherzfrequenz zeigte sich ein Unterschied von 2.4/min, wobei das arithmetische Mittel zum Zeitpunkt t2 im Vergleich zum Zeitpunkt t0 niedriger war. Hinsichtlich der linksventrikulären Ejektionsfraktion konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Zu beiden Untersuchungszeitpunkten lag die linksventrikuläre Ejektionsfraktion $> 55\%$. Unter Anwendung des Wilcoxon-Tests für nicht normalverteilte Daten konnten Unterschiede hinsichtlich des Gewichts belegt werden. Die Differenz zwischen t0 und t2 betrug 1.1 kg. Den größeren arithmetischen Mittelwert zeigte t2. Für den diastolischen Blutdruckwert in Ruhe mit einer Differenz von 4.5 mmHg konnte eine Signifikanz nachgewiesen werden. Der Mittelwert war zum Zeitpunkt t2 niedriger. Unterschiede konnten für ein Signifikanzniveau von $p < 0.05$ und $p < 0.01$ berechnet werden. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen t0 und t2 für Bauchumfang, systolischen Ruheblutdruckwert, systolischen und diastolischen Blutdruckwert bei 100 Watt, maximale Herzfrequenz, maximal erreichte Leistung, Wert auf der Borg-Skala sowie linksventrikulären enddiastolischen Durchmesser nachgewiesen werden. Bezüglich maximaler Herzfrequenz und maximaler Leistung konnten zu beiden Untersuchungszeitpunkten nicht die altersentsprechenden Sollwerte erreicht werden. Die altersabhängigen oberen Referenzwerte

des Blutdrucks bei 100 Watt wurden zu keinem Untersuchungszeitpunkt überschritten. Der linksventrikuläre enddiastolische Durchmesser lag zu allen Untersuchungszeitpunkten im normalen Referenzbereich.

Tabelle 3.4: Mittelwerte der Kontrollgruppe zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten mit Signifikanzen zwischen t0 und t2. * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$

	t0	t2	Signifikanz
Größe	174.6	174.5	* und **
Gewicht	81.1	82.2	* und **
Bauchumfang	98.4	98.6	n.s.
Ruhe-RR syst.	144.6	141.0	n.s.
Ruhe-RR diast.	83.6	79.1	* und **
HF in Ruhe	68.8	66.4	* und **
RR 100 W syst.	197.4	193.7	n.s.
RR 100 W diast.	94.9	95.2	n.s.
Wmax	129.4	132.8	n.s.
HF max	131.0	132.3	n.s.
Borg bei Wmax	8.0	7.9	n.s.
LVEF	56.9	56.8	n.s.
LVEDD	51.5	51.5	n.s.

3.2.2 Testgruppe I

Für die Testgruppe I lagen zu allen Zeitpunkten der Anfangs-, Zwischen- und Enduntersuchung Daten von 46 Teilnehmern vor. Tabelle 3.5 zeigt arithmetische Mittelwerte und Signifikanzen zwischen t0, t1 und t2. Es stellten sich Gewicht und Herzfrequenz in Ruhe zu den drei Untersuchungszeitpunkten als normalverteilt dar. Dies konnte auch für den diastolischen Blutdruckwert in Ruhe bezüglich der Anfangsuntersuchung nachgewiesen werden. Auf Grund dieser nachgewiesenen Normalverteilungen konnten die Betrachtungen des zeitlichen Verlaufs hinsichtlich Gewicht und Herzfrequenz in Ruhe mit Hilfe des Paarvergleichs erfolgen. Bezüglich des Gewichts konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen t0, t1 und t2 nachgewiesen werden. Für die Ruheherzfrequenz konnten auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ und $p < 0.01$ Unterschiede zwischen der Anfangs- und Zwischenuntersuchung sowie der Anfangs- und Enduntersuchung nachgewiesen werden. Die Differenz zwischen t0 und t1 betrug 2.2/min und zwischen t0 und t2 4/min. Die Ruheherzfrequenz zeigte zur Zeitpunkt t2 im Vergleich zu t0 und t1 den niedrigsten arithmetischen Mittelwert. Unter Verwendung des Wilcoxon-Tests wurden alle nicht normalverteilten Daten hinsichtlich signifikanter Unterschiede untersucht. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0.05$ und $p < 0.01$. Es zeigten sich für die Mittelwerte der Größe Signifikanzen zwischen Anfangs- und Zwischenuntersuchung, Zwischen- und Enduntersuchung sowie Anfangs- und Enduntersuchung. Die Differenz zwischen t0 und t1 betrug 0.2 cm, zwischen t1 und t2 0.3 cm und zwischen t0 und t2 0.5 cm. Der arithmetische Mittelwert der Größe war zum Zeitpunkt t2 am niedrigsten. Für den Bauchumfang konnten mit einer Differenz von 0.4 cm zwischen t0 und t1 sowie mit einer Differenz von 0.8 cm zwischen t0 und t2 signifikante Unterschiede belegt werden. Zur Enduntersuchung war der arithmetische Mittelwert des Bauchumfangs am geringsten. Ebenso zeigten sich für systolische Blutdruckwerte in Ruhe signifikante Unterschiede hinsichtlich Anfangs- und Zwischenuntersuchung sowie Anfangs- und Enduntersuchung. Die Differenz zwischen t0 und t1 belief sich auf 5.4 mmHg und zwischen t0 und t2 auf 7.3 mmHg. Der arithmetische Mittelwert des systolischen Ruheblutdrucks war zum Zeitpunkt t2 am niedrigsten. Die Mittelwerte der maximalen Herzfrequenz unterschieden sich mit einer Differenz von 1.2/min zwischen t0 und t1 sowie mit einer Differenz von 2.2/min zwischen t0 und t2 signifikant. Für maximale Wattzahlen konnten zwischen allen drei Untersuchungszeitpunkten signifikante Unterschiede belegt werden. Die Differenz zwischen t0 und t1 betrug 9.3 Watt, zwischen t1 und t2 9.7 Watt und zwischen t0 und t2 19 Watt. Bezüglich maximaler Herzfrequenz sowie maximaler Wattzahl wurden zum Zeitpunkt t0 die niedrigsten arithmetischen Mittelwerte berechnet. Die altersabhängigen Sollwerte der maximalen Leistung

konnten zum Zeitpunkt t1 und t2 erreicht werden, jedoch nicht zum Zeitpunkt t0. Zu keinem Zeitpunkt wurden die alterabhängigen Sollwerte der maximalen Herzfrequenz erzielt. Die Werte auf der Borg-Skala bei maximaler Leistung wiesen signifikante Unterschiede auf. Zwischen t0 und t1 betrug die Differenz 0.4, zwischen t1 und t2 0.5 und zwischen t0 und t2 0.9. Zum Zeitpunkt t0 war der Wert auf der Borg-Skala am höchsten. Es konnten keine Signifikanzen zwischen den drei Untersuchungszeitpunkten für den diastolischen Ruheblutdruckwert, systolische und diastolischen Blutdruckwerte bei 100 Watt sowie linksventrikuläre Ejektionsfraktion und linksventrikulären enddiastolischen Durchmesser nachgewiesen werden. Zu den drei Untersuchungszeitpunkten werden die altersabhängigen oberen Grenzwerte des Blutdrucks bei 100 Watt nicht überschritten. Die arithmetischen Mittelwerte der linksventrikulären Ejektionsfraktion befanden sich zum Zeitpunkt t0 und t1 > 55 %. Zum Zeitpunkt t2 lagen diese bei 54.8 %. Die arithmetischen Mittelwerte des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers befinden sich zu allen Untersuchungszeitpunkten im normalen Bereich.

Tabelle 3.5: Mittelwerte der Testgruppe I zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten mit Signifikanzen zwischen t0, t1 und t2. * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$

	t0	t1	t2	p t0 zu t1	p t1 zu t2	p t0 zu t2
Größe	174.3	174.1	173.8	*	*	*
Gewicht	80.1	80.2	79.9	n.s.	n.s.	n.s.
Bauchumfang	96.6	96.2	95.8	*	n.s.	*
Ruhe-RR syst.	143.9	138.5	136.6	*	n.s.	*
Ruhe-RR diast.	80.8	77.2	76.9	n.s.	n.s.	n.s.
HF in Ruhe	68.3	66.1	64.3	*	n.s.	*
RR 100 W syst.	194.2	190.7	187.6	n.s.	n.s.	n.s.
RR 100 W diast.	93.4	91.3	91.6	n.s.	n.s.	n.s.
Wmax	131.5	140.8	150.5	*	*	*
HF max.	129.9	131.1	132.1	*	n.s.	*
Borg bei Wmax	7.8	7.4	6.9	*	*	*
EF	55.3	55.0	54.8	n.s.	n.s.	n.s.
LVEDD	52.6	52.7	52.5	n.s.	n.s.	n.s.

3.2.3 Testgruppe II

Die Testgruppe II unterzog sich einem sechsmonatigen Training. Es lagen Daten der Anfangs- und Zwischenuntersuchung von neun Teilnehmern zur statistischen Auswertung vor. In Tabelle 3.6 sind arithmetische Mittelwerte und Signifikanzen zwischen t0 und t1 dargestellt. Zu beiden Untersuchungszeitpunkten stellten sich Größe, Gewicht, systolischer Blutdruckwert in Ruhe, Herzfrequenz in Ruhe und Maximal, systolische und diastolische Blutdruckwerte bei 100 Watt und linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser als normalverteilt dar. Des Weiteren waren Bauchumfang und Wert auf der Borg-Skala bei maximaler Wattzahl in der Anfangsuntersuchung sowie linksventrikuläre Ejektionsfraktion in der Zwischenuntersuchung normalverteilt. Unter Nutzung des Paarvergleichs konnte ein signifikanter Unterschied bezüglich der Mittelwerte des systolischen Blutdruckwertes in Ruhe zwischen t0 und t1 nachgewiesen werden. Dieser Unterschied wurde sowohl für ein Signifikanzniveau von $p < 0.05$ als auch für $p < 0.01$ belegt. Die Differenz zwischen t0 und t1 betrug 10.5 mmHg. Der arithmetische Mittelwert des systolischen Ruheblutdruckwertes war zum Zeitpunkt t1 im Vergleich zu t0 niedriger. Für Größe, Gewicht, Herzfrequenz in Ruhe und Maximal, systolische und diastolische Blutdruckwerte bei 100 Watt und linksventrikulären enddiastolischen Durchmesser konnten auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ keine Unterschiede zwischen t0 und t1 nachgewiesen werden. Bauchumfang, diastolischer Blutdruckwert in Ruhe, maximal erreichte Wattzahl, Ejektionsfraktion sowie der Wert auf der Borg-Skala bei maximaler Wattzahl wurden mittels Wilcoxon-Test untersucht. Für die maximale Wattzahl konnte sowohl auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ als auch von $p < 0.01$ ein Unterschied nachgewiesen werden. Die Differenz zwischen t0 und t1 betrug 25 Watt, wobei der Zeitpunkt t1 den höheren arithmetischen Mittelwert aufwies. Zu beiden Untersuchungszeitpunkten entsprechen die maximalen Leistungen den altersabhängigen Sollwerten. Für weitere, nicht normalverteilte Daten wie Bauchumfang, diastolischen Blutdruckwert in Ruhe, linksventrikuläre Ejektionsfraktion und Wert auf der Borg-Skala bei maximaler Wattzahl konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen t0 und t1 auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ nachwiesen werden. Zum Zeitpunkt t0 und t1 wurden die altersabhängigen Sollwerte der maximalen Herzfrequenz nicht erreicht. Ein Überschreiten der altersabhängigen oberen Referenzwerte des Blutdrucks bei 100 Watt erfolgte zu keinem Untersuchungszeitpunkt. Die arithmetischen Mittelwerte der linksventrikulären Ejektionsfraktion liegen zu beiden Untersuchungszeitpunkten $> 55\%$ und die des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers befinden sich im normalen Bereich.

Tabelle 3.6: Mittelwerte der Testgruppe II zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten mit Signifikanzen zwischen t0 und t1. * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$

	t0	t1	Signifikanz
Größe	172.7	172.6	n.s.
Gewicht	84.2	83.0	n.s.
Bauchumfang	104.7	103.4	n.s.
Ruhe-RR syst.	129.4	118.9	* und **
Ruhe-RR diast.	73.3	72.2	n.s.
HF Ruhe	65.3	68.2	n.s.
RR 100 W syst.	162.9	163.7	n.s.
RR 100 W diast.	78.5	74.4	n.s.
Wmax	113.9	138.9	* und **
HF max	121.1	126.4	n.s.
Borg bei Wmax	6.8	7.0	n.s.
LVEF	57.6	60.3	n.s.
LVEDD	49.7	50.2	n.s.

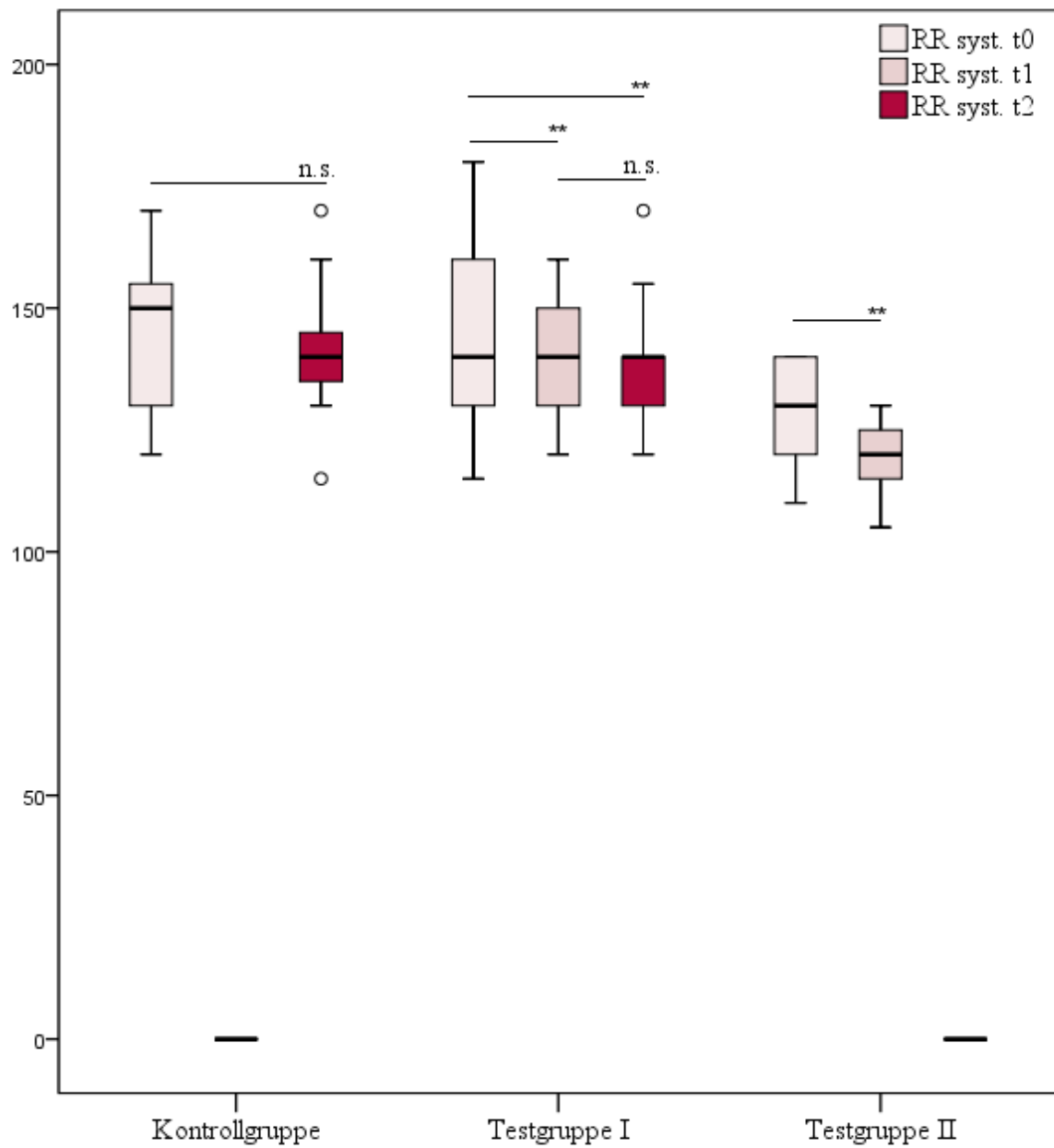


Abb. 3.1: Boxplot der systolischen Blutdruckwerte in Ruhe in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. ** = $p < 0.05$, ° = Ausreißer

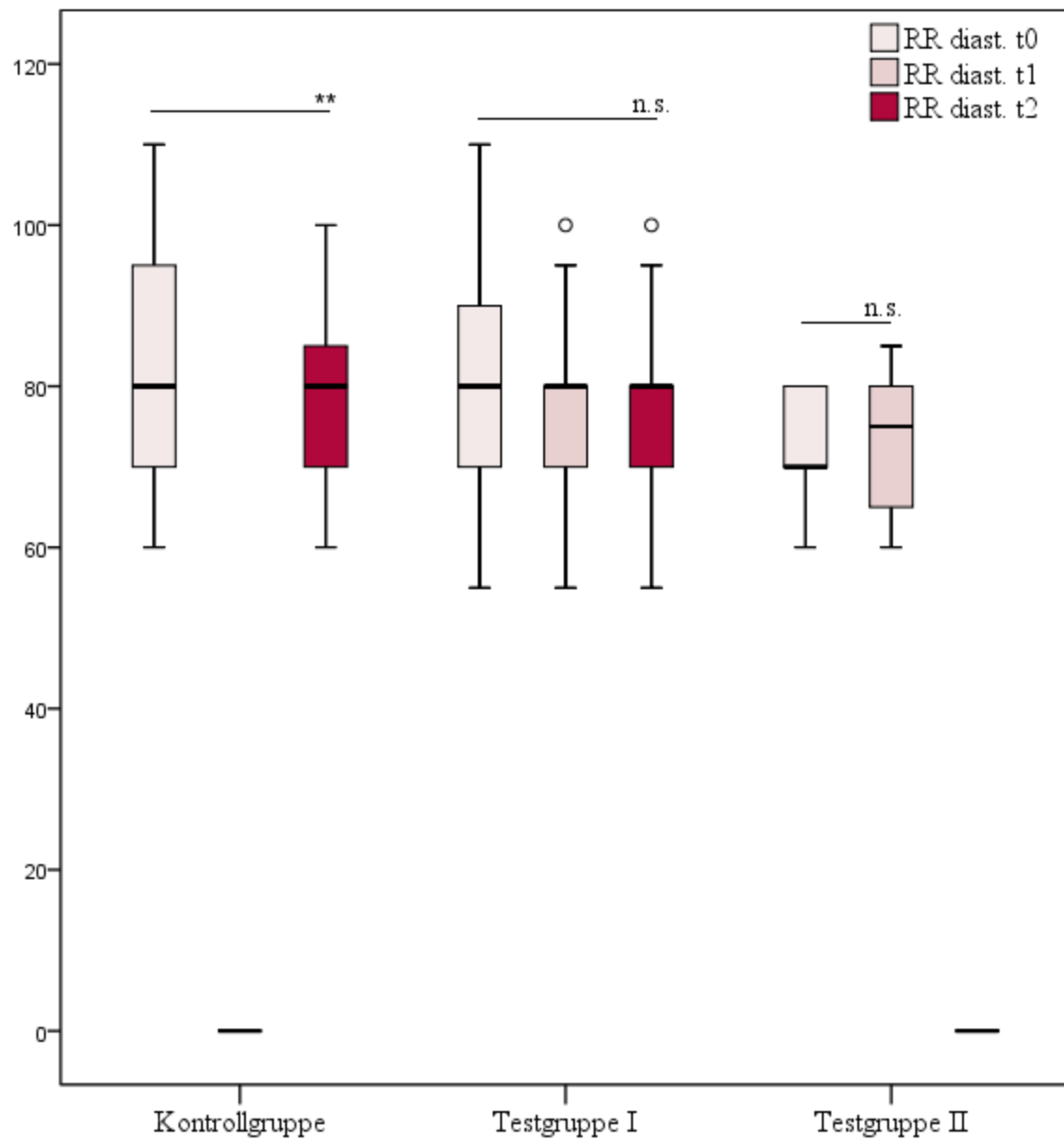


Abb. 3.2: Boxplot der diastolischen Blutdruckwerte in Ruhe in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. ** = $p < 0.05$, ° = Ausreißer

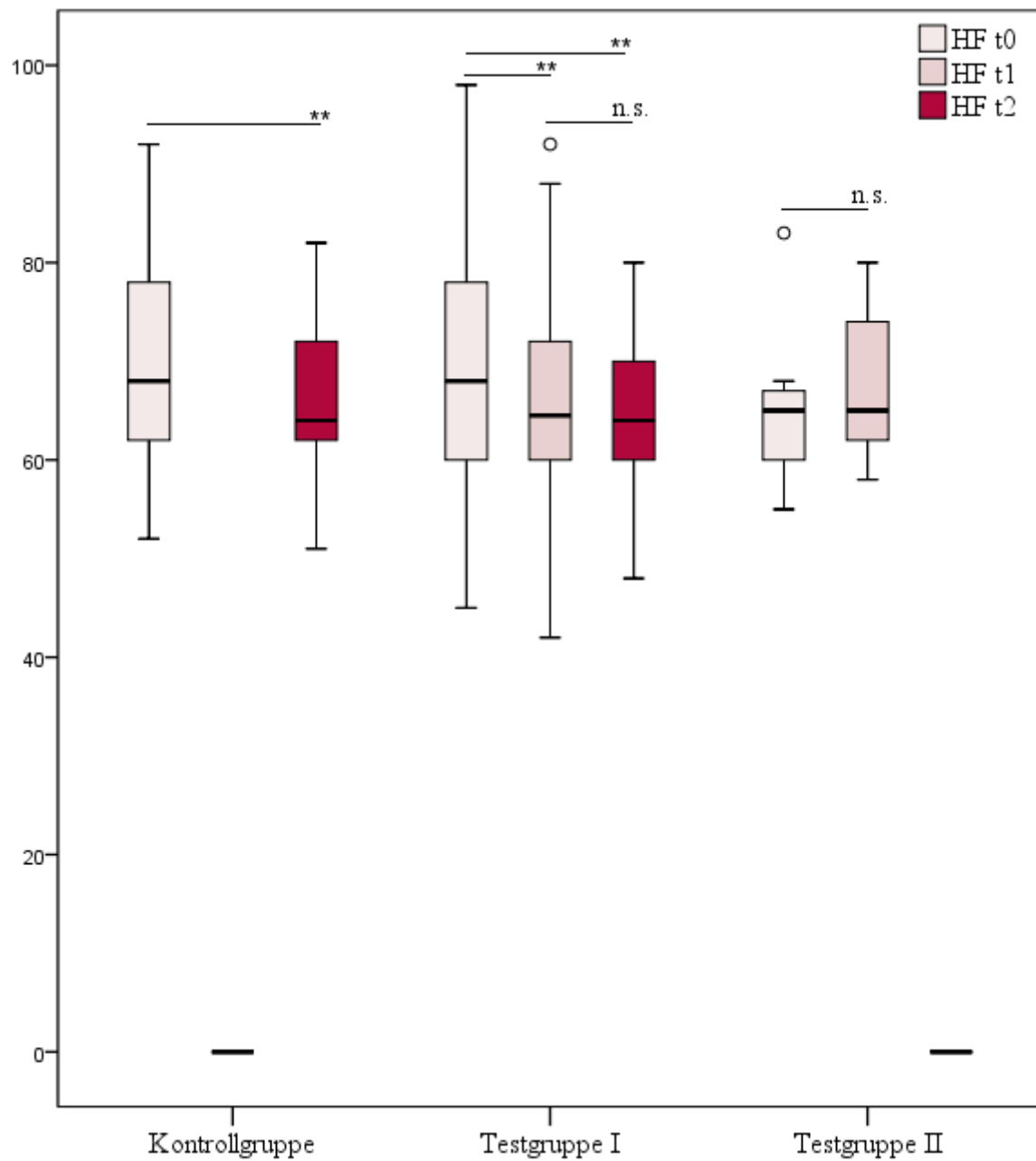


Abb. 3.3: Boxplot der Ruheherzfrequenzen in S/min innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. ** = $p < 0.01$, ° = Ausreißer

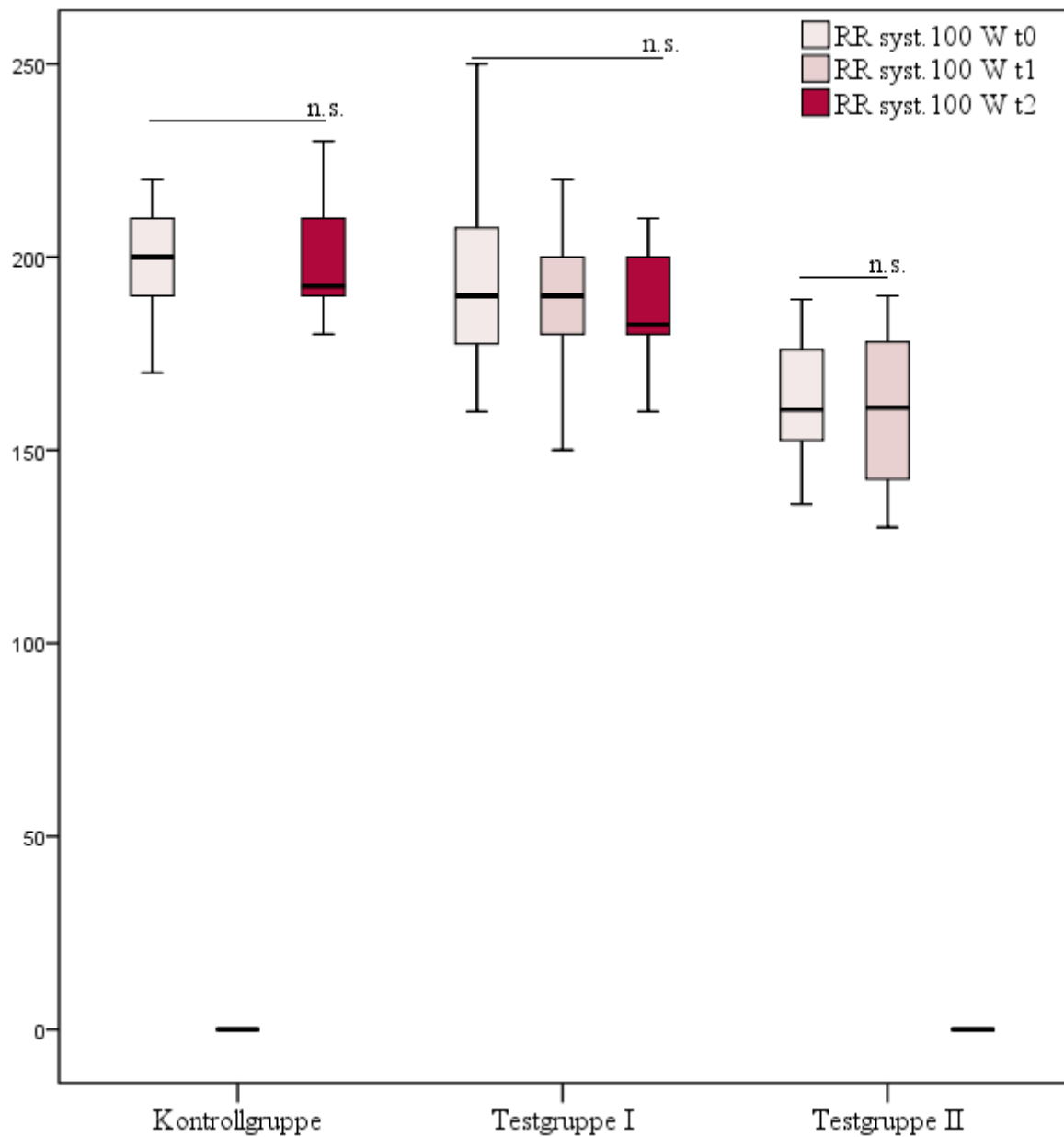


Abb. 3.4: Boxplot der systolischen Blutdruckwerte bei 100 Watt in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten.

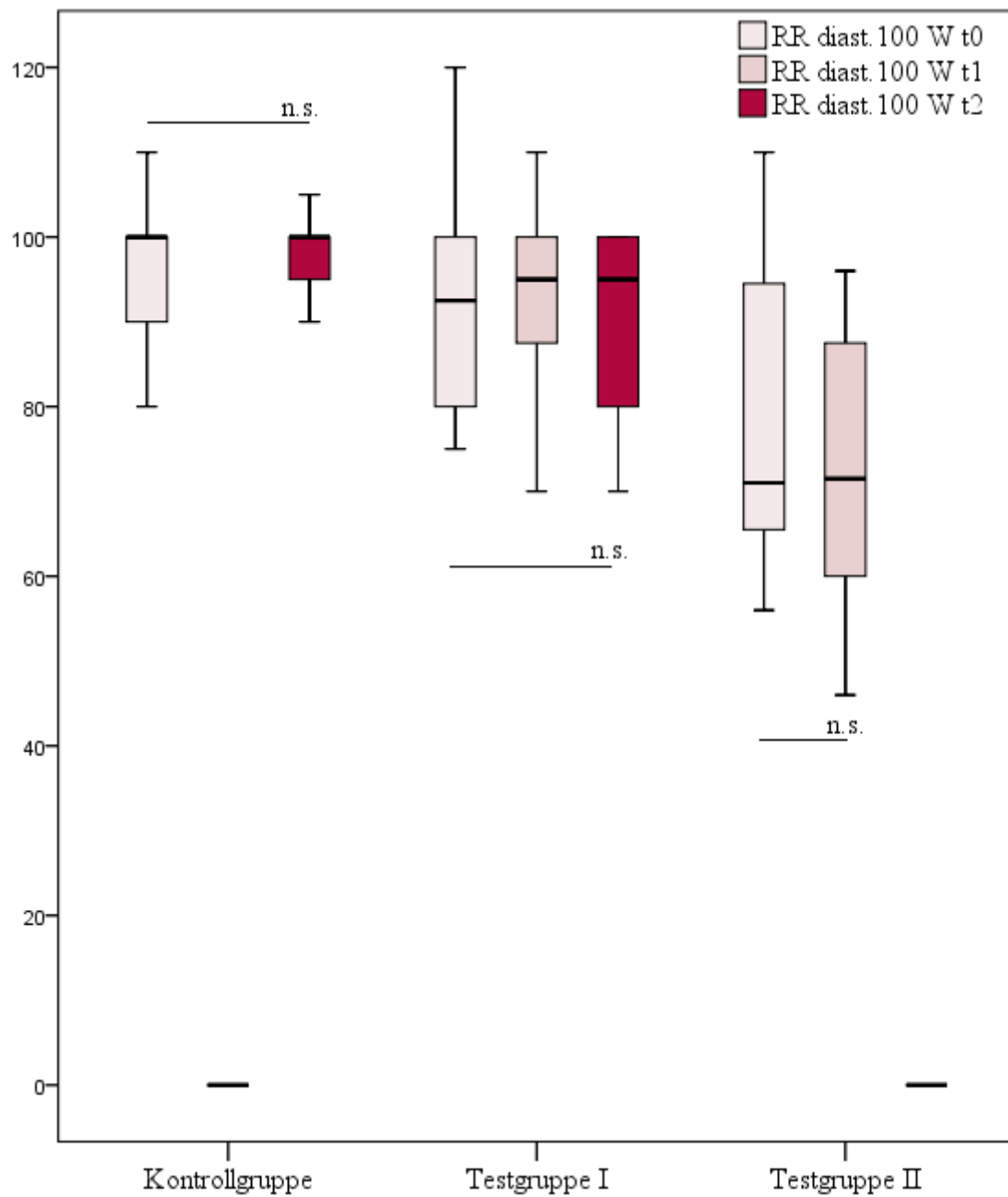


Abb. 3.5: Boxplot der diastolischen Blutdruckwerte bei 100 Watt in mmHg innerhalb der Herzgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten.

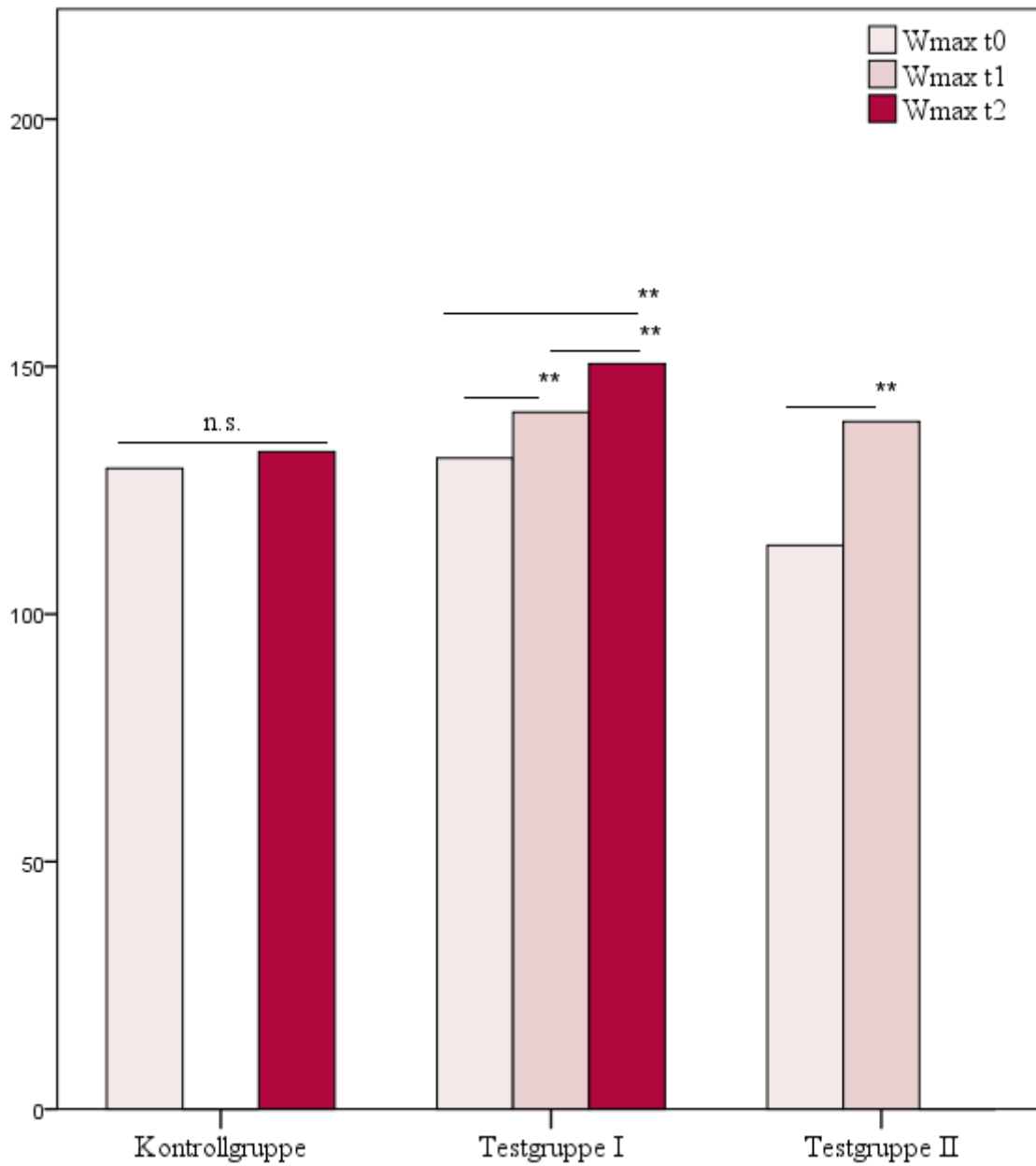


Abb. 3.6: Darstellung der Mittelwerte der maximalen Leistung in Watt innerhalb der Herzgruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten. ** = $p < 0.01$

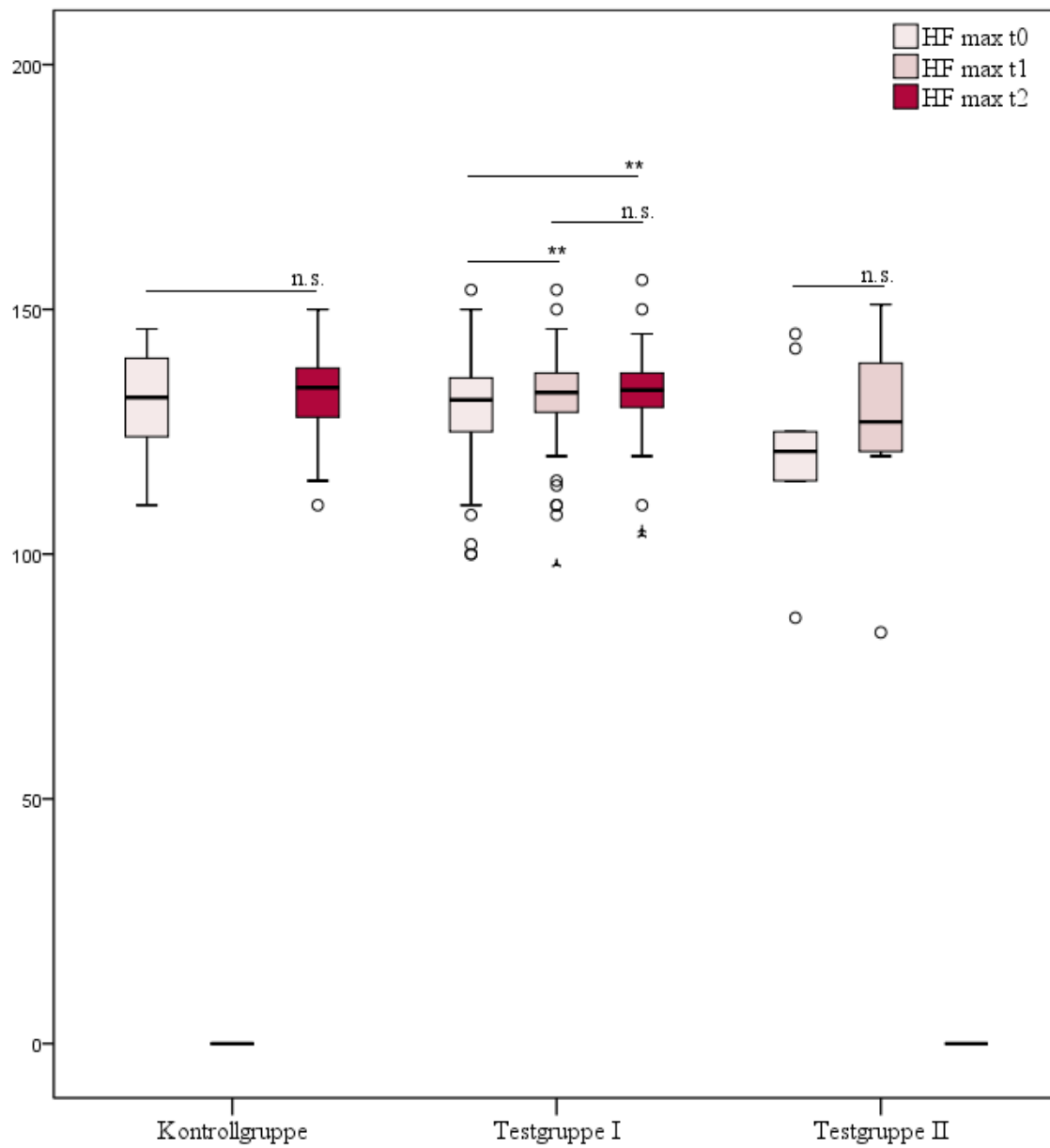


Abb. 3.7: Boxplot der maximalen Herzfrequenzen in S/min innerhalb der Herzgruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten. ** = $p < 0.01$, ° = Ausreißer

3.3 Ermittlungen der Trainingshäufigkeit und Trainingsfortführung

Zur Auswertung der Sportanamnese lagen von allen neun Teilnehmern der Testgruppe II vollständig ausgefüllte Fragebögen vor. Dabei zeigten sich folgende Ergebnisse:

Die erste Frage bezog sich auf die regelmäßige Ausübung eines Sports von mindestens dreißigminütiger Dauer. Hierzu zählte auch der Herzsport. Bei dieser Entscheidungsfrage standen die Antwortmöglichkeiten ‚ja‘ und ‚nein‘ zu Auswahl. Es wurde neun Mal ‚ja‘ angekreuzt.

Bei der zweiten Frage sollte angegeben werden, wie oft die neu erlernten Übungen aus der Herzgruppe in den letzten sechs Monaten ausgeübt wurden. Hierzu zählten sowohl das selbstständige Trainieren zu Hause als auch das gemeinschaftliche Trainieren. Zur Auswahl standen ‚1× pro Woche‘, ‚2× pro Woche‘, ‚3× pro Woche‘ und ‚häufiger als 3× pro Woche‘. Es sollte eine Antwortmöglichkeit angekreuzt werden. Dabei wurde einmal die Antwort ‚1× pro Woche‘ vermerkt, zwei Mal ‚2× pro Woche‘ und sechs Mal wurde ‚3× pro Woche‘ angekreuzt. ‚Häufiger als 3× pro Woche‘ wurde nicht vermerkt.

Als nächstes sollten bei Frage drei Angaben zu den zurzeit zusätzlich ausgeübten Sportarten gemacht werden. Hierbei handelte es sich um eine offene Frage. Diese sollte durch Benennung der Sportart, dem zeitlichen Umfang pro Woche in Stunden und dem Jahr des Beginns der Sportart beantwortet werden. Die Frage wurde viermal verneint. Von den übrigen Teilnehmern wurde viermal *Rad fahren* angegeben (mit einer durchschnittlichen Intensität von 2.6 Stunden pro Woche), einmal *Wandern* (mit etwa 3 Stunden pro Woche), sowie einmal *Ausdauer/ Fitness und moderater Kraftsport* (mit 9 Stunden pro Woche). Die Zeitspanne des Beginns des Trainings reichte von 1957 bis 2002. Dies ist für weitere Betrachtungen jedoch nicht relevant.

Durch Frage vier wurde die körperliche Bewegung der Teilnehmer ermittelt. Hier gab es mehrere Auswahlmöglichkeiten. Zu diesen gehörten ‚Gartenarbeit‘ und ‚Spaziergänge‘ sowie ‚Freizeitsport‘, mit der jeweiligen Angabe der durchschnittlichen Dauer. Unter der Antwortmöglichkeit ‚Sonstiges und zwar‘ konnten andere körperliche Ertüchtigungen angegebenen werden. Die Anzahl der anzukreuzenden Antworten wurde nicht festgelegt. ‚Gartenarbeit‘ wurde sieben Mal ausgewählt (mit einer durchschnittlichen Dauer von 6.9 Stunden pro Woche). Sechs Zustimmungen gab es für ‚Spaziergänge‘ (im Durchschnitt 5.7 Stunden pro Woche). Unter der Antwortmöglichkeit ‚Freizeitsport‘ gab es zwei Stimmen, zum einen wurde *Fahrrad fahren* genannt, zum anderen *Handhantel (Armkraft)*. Bei der Auswahl

„Sonstiges und zwar“ gab es drei Vermerke. Dabei wurde *Heim- und Hausarbeit* aufgeführt (mit einem durchschnittlichen wöchentlichen Zeitaufwand von 3.3 Stunden).

Die sich anschließende fünfte Frage zielte auf in der Jugend ausgeübte Sportarten ab. Es sollte zunächst zwischen „ja“ und „nein“ entschieden werden, wobei sieben Mal zugestimmt und zwei Mal verneint wurde. Wenn diese Frage mit „ja“ beantwortet wurde, sollte anschließend die Sportart mit dazugehöriger Dauer notiert werden. *Tischtennis* (ca. 6 Jahre), *Segeln* (ca. 26 Jahre), *Volleyball* (ca. 20 Jahre), *Hallenradsport-Radball* (ca. 36 Jahre) und das aktive Mitwirken in einem *Spielmanszug* (ca. 50 Jahre) wurden jeweils einmal genannt. Fünf Mal wurde die Sportart *Fußball* genannt (mit einer durchschnittlich ausgeübten Dauer von 10 Jahren).

Unter Frage sechs sollten die Teilnehmer vermerken, seit wann sie an einer ambulanten Herzgruppe teilnehmen. Die Angaben lassen auf eine Zeitspanne von Oktober 2001 bis Juni 2012 schließen.

Ob Veränderungen durch die Einführung des neuen strukturierten Trainingsprogramms bemerkt wurden, sollte in Frage sieben geklärt werden. Antwortmöglichkeiten waren „ja“ oder „nein“. Es wurde acht Mal bejaht und einmal verneint. Sofern „ja“ angekreuzt wurde, sollten die Teilnehmer vermerken, welche Veränderungen eingetreten sind. Dabei wurde drei Mal *Allgemein- und Wohlbefinden verbessert* notiert. Des Weiteren wurden zu je einer Antwort *Verbesserungen des Bewegungsablaufs*, der *Haltung*, der *Beweglichkeit* und des *Gleichgewichts* sowie der *Schulter- und Rückenmuskulatur* aufgeschrieben.

In Frage acht, die darauf abzielte, ob die Teilnehmer die neu erlernten Übungen auch weiterhin selbstständig zu Hause durchführen würden, konnte zwischen „ja“ oder „nein“ gewählt werden. Die Frage wurde neun Mal bejaht, jedoch wurden keine weiteren Anmerkungen notiert.

Durch Auswerten der Kalenderübersichten, welche von den Teilnehmern der Testgruppe II ausgefüllt werden sollten, konnten die Angaben der zweiten Frage bezüglich der Sportanamnese plausibel nachvollzogen werden. Es lagen neun Kalenderübersichten zur Auswertung vor.

Die Kontrollgruppe sowie die Testgruppe I wurden nach 24 Monaten Training bezüglich einer Trainingsfortführung befragt. Dabei stimmten 16 Teilnehmer der Kontrollgruppe und 39 Teilnehmer der Testgruppe I dieser Frage positiv zu. Dies entspricht 35.5 % innerhalb der Kontrollgruppe und 84.8 % innerhalb der Testgruppe I, die einer Trainingsfortführung zustimmen. Die Teilnehmeranzahlen und Zustimmungen einer Trainingsfortführung sind in Abbildung 3.8 grafisch dargestellt. Unter Anwendung des Mann-Whitney-U-Test konnte auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Trainingsfortführung nach 24 Monaten zwischen den beiden Gruppen belegt werden.

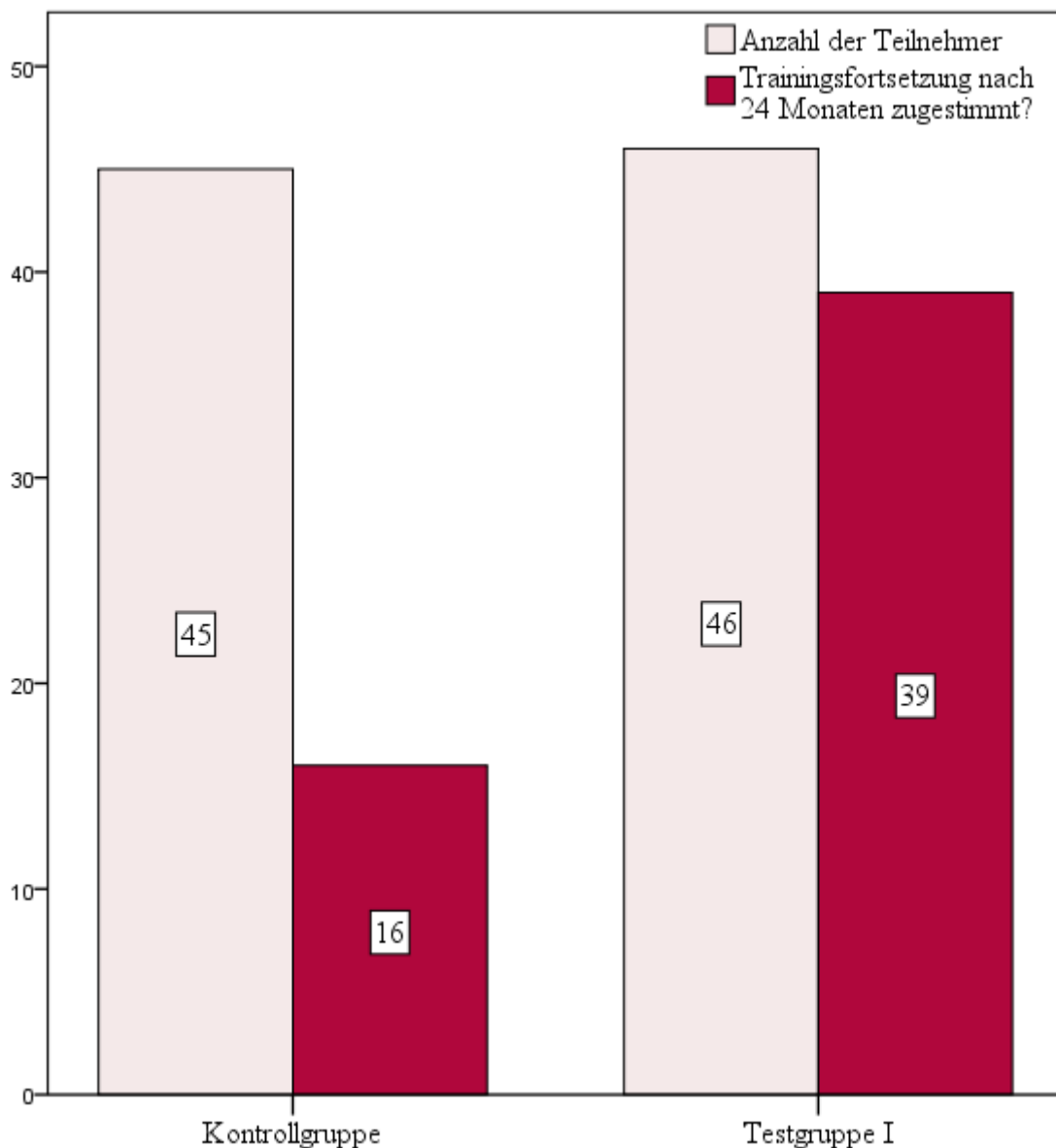


Abb. 3.8: Teilnehmeranzahl der Kontrollgruppe sowie Testgruppe I mit Anzahl der Zustimmungen bezüglich einer Trainingsfortsetzung nach 24 Monaten

3.4 Untersuchungen zur Objektivierung der Trainingsintensität

Innerhalb der Testgruppe II erfolgten zu jeweils drei verschiedenen Zeitpunkten zu Beginn und am Ende der sechsmonatigen Trainingszeit die Aufzeichnungen der Trainingsherzfrequenzen. Aufzeichnungszeitpunkte zu Beginn der Trainingszeit waren die ersten drei Trainingseinheiten. Zu den ersten zwei Trainingseinheiten erfolgten jeweils sieben erfolgreiche Aufzeichnungen sowie zur dritten Trainingseinheit vier Aufzeichnungen, wobei eine Messung nur eine Dauer von 17 Minuten aufwies. Am Ende der Trainingszeit fanden die Messungen zu den letzten drei Trainingseinheiten statt. Es konnten acht Aufzeichnungen zur drittletzten Trainingseinheiten sowie jeweils sieben Messungen zur vorletzten und letzten Trainingseinheit ausgewertet werden. Minimum, Maximum und Mittelwerte der einzelnen Aufzeichnungen wurden mittels SPSS Statistics 20 statistisch ausgewertet und die Daten mit einem zustimmenden Ergebnis auf Normalverteilung getestet, wobei der Shapiro-Wilks-Test zur Anwendung kam. Anschließend wurde der T-Test für gepaarte Stichproben angewendet, um signifikante Unterschiede zwischen Beginn und Ende der sechsmonatigen Trainingszeit darzustellen. Es lagen insgesamt 18 Aufzeichnungen zu Beginn sowie 22 Aufzeichnungen zum Ende der Trainingszeit vor. Die berechneten arithmetischen Mittelwerte aus der Gesamtheit der Aufzeichnungen stellen sich wie folgt dar: die maximal aufgezeichnete Herzfrequenz zu Beginn mit 102.1/min und am Ende mit 102.7/min, die minimale Herzfrequenz mit 60.1/min zu Beginn und 55.9/min am Ende sowie die mittlere aufgezeichnete Herzfrequenz mit 79.3/min zu Beginn und 78.7/min am Ende. Aus den erhobenen Daten ergeben sich hinsichtlich Maximum, Minimum und Mittelwerte der Herzfrequenzen für den zeitlichen Verlauf keine signifikanten Unterschiede.

Laut dem komplexen strukturierten Trainingsplan sollten die Teilnehmer der Testgruppen die höchste Herzfrequenz während des Ausdauertrainings mit der Herzfrequenzzone III, welche 70 bis 80 % der maximalen Herzfrequenz aus der Ergometrie entspricht, erreichen. Unter Nutzung der Formel (7)

$$\text{Trainings-Herzfrequenz} = \frac{\text{Herzfrequenz in Ruhe}}{\text{Herzfrequenz maximal}} + \left[\left(\frac{\text{Herzfrequenz maximal}}{\text{Herzfrequenz in Ruhe}} - 1 \right) \times 70 - 80 \% \right]$$

konnte berechnet werden, dass zu Beginn der Trainingszeit vier der achtzehn Messungen der im Training maximal aufgezeichneten Herzfrequenzen im Bereich der Herzfrequenzstufe III lagen. Weitere fünf Aufzeichnungen lagen oberhalb der 80 % der maximal berechneten Herzfrequenzen aus der Ergometrie und neun Aufzeichnungen der im Training maximal erreichten Herzfrequenzen lagen unterhalb der 70 %. Am Ende der sechsmonatigen

Trainingszeit lagen fünf Messungen der höchsten Herzfrequenzen zwischen 70 bis 80 % der maximalen Herzfrequenzen aus der Ergometrie. Die maximal aufgezeichneten Herzfrequenzen von zwölf Messungen lagen unterhalb der 70 % der maximal berechneten Herzfrequenzen und fünf Messungen befanden sich oberhalb der 80 %. In Tabelle 3.7 sind die jeweiligen Anzahlen sowie die dazu berechneten Häufigkeitsverteilungen der im Training maximal erreichten und aufgezeichneten Herzfrequenzen dargestellt.

Tabelle 3.7: Anzahl und Häufigkeitsverteilungen der im Training erreichten maximalen Herzfrequenzen der Testgruppe II. * der sechsmonatigen Trainingszeit

	maximal aufgezeichnete HF < 70 %	maximal aufgezeichnete HF 70 bis 80 %	maximal aufgezeichnete HF > 80 %
Anfang*	9 (50 %)	4 (22.2 %)	5 (27.7 %)
Ende*	12 (54.5 %)	5 (22.7 %)	5 (22.7 %)
Gesamt	21 (52.5 %)	9 (22.5 %)	10 (25 %)

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

In der vorgelegten Studie wurden Unterschiede zwischen dem Training des herkömmlichen Herzsports und einem komplex strukturierten Trainingsplan auf Parameter der Leistungsfähigkeit bei Teilnehmern ambulanter Herzgruppen untersucht.

Eine Dispersion der Parameter zur Anfangsuntersuchung zwischen den ambulanten Herzgruppen erklärt sich zum einen durch eine randomisierte Zuordnung der KG und TG I. Zum anderen handelte es sich bei der TG II um eine vorbestehende ambulante Herzgruppe. Dies sollte in Hinblick auf Vergleiche zwischen den drei Herzgruppen im zeitlichen Verlauf bedacht werden. Der arithmetische Mittelwert des Alters betrug innerhalb der KG und TG I jeweils 68.2 Jahre, innerhalb der TG II 72.7 Jahre. Auf Grund dieser Mittelwerte erfolgen Einteilungen in Altersklassen für die KG und TG I in die Altersgruppe der 60 bis 69-jährigen und für die TG II in die Altersgruppe der 70 bis 79-jährigen. Diese Einteilungen sind für die Beurteilung der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Leistung, maximalen Herzfrequenz und dem Blutdruck bei 100 Watt zu beachten. Die unterschiedlichen Teilnehmeranzahlen innerhalb der Herzgruppen sollte bezüglich der statistischen Auswertung mit berücksichtigt werden. Die Teilnehmeranzahl belief sich in der KG auf 45 Teilnehmer, innerhalb der TG I auf 46 und innerhalb der TG II auf 9 Teilnehmer.

Die hier vorgelegten Studienergebnisse bestätigen die Hypothese, dass durch regelmäßige sportliche Aktivität, in Hinblick auf Testgruppe I und Testgruppe II, Leistungssteigerungen möglich sind. Speziell durch ein stark strukturiertes Training innerhalb der TG I und TG II im Vergleich zum herkömmlichen Herzsport der KG konnte gezeigt werden, dass signifikante Leistungssteigerungen, gemessen an Hand der maximal erreichten Wattzahl in der Ergometrie, bei langjährigen Teilnehmern der aHG bereits nach sechs Monaten nachweisbar sind. Somit kann die zweite Hypothese belegt werden, welche eine Steigerung der Belastbarkeit bereits nach sechs Monaten innerhalb der Testgruppen postulierte. Hingegen konnten innerhalb der KG für den Zeitraum von achtzehn Monaten keine signifikanten Leistungssteigerungen nachgewiesen werden. Die TG II erreichte zur Anfangs- und Zwischenuntersuchung die altersentsprechenden Sollwerte der maximalen Leistung. Die TG I überschritt zur Zwischen- und Enduntersuchung die Mittelwerte der altersentsprechenden Sollwerte der maximalen Leistung. Diese wurden von der KG zu keinem Untersuchungszeitpunkt erreicht. Es sollte darauf verwiesen werden, dass sich die TG II zu beiden Untersuchungszeitpunkten in der

Altersgruppe der 70 bis 79-jährigen befand, da der arithmetische Mittelwert des Alters 72.7 Jahre zur Anfangsuntersuchung betrug. Die KG und TG I hatten jeweils zur Anfangsuntersuchung einen arithmetischen Mittelwert des Alters von 68.2 Jahren und entsprachen somit der Altersgruppe der 60 bis 69-jährigen zu allen Untersuchungszeitpunkten. Leistungssteigerungen bei ambulanten Herzpatienten konnten bereits durch Berg (102), Bock et al. (71), Hopf et al. (67), Kindermann (41) und Lehmann et al. (72) nachwiesen werden. Aktuellere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen (63, 65, 70, 73, 74, 75, 77, 103). In einer Studie von Hambrecht et al. (63) sollten die Teilnehmer der Trainingsgruppe täglich zwanzig Minuten mit einer Intensität von 70 % der maximalen Herzfrequenz auf dem Fahrradergometer trainieren. Nach zwölf Monaten konnten Leistungssteigerungen um 20 % nachgewiesen werden (63). Verbesserungen der Belastbarkeit innerhalb einer Herzgruppe nach 5.5 Jahren konnten durch Hopf et al. (67) belegt werden. Es erfolgten einmal wöchentlich Gymnastik- und Lockerungsübungen, Gruppengespräche sowie Abschlussspiele (67). Buchwalsky et al. (74) konnten Leistungssteigerungen um 50 % zur Abschlussuntersuchung nach 7.5 Jahren bei Teilnehmern einer ambulanten Herzgruppe nachweisen (74). Eine nicht nachweisbare Leistungssteigerung innerhalb der KG steht nicht im Einklang mit den hier aufgeführten Studien. Ursächlich könnten fehlende Vorgaben bezüglich der Trainingsintensität sein.

Nachweise über die Trainingsintensität liegen für TG II durch Aufzeichnung der Herzfrequenzen während des Trainings mittels Pulsmessgeräten vor. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Beginn und Ende der sechsmonatigen Trainingszeit für die während des Trainings aufgezeichneten Herzfrequenzen in Minimum, Maximum und Mittelwert nachgewiesen werden. Es konnte gezeigt werden, dass nur 22.5 % der gesamten Aufzeichnungen während der Ausdauerübungen innerhalb der Herzfrequenzzone III mit 70 bis 80 % der maximalen Herzfrequenz lagen und somit den Trainingsvorgaben entsprachen. Die maximal aufgezeichneten Herzfrequenzen der anderen einunddreißig Messungen lagen zu 25 % über den 80 % oder zu 52.5 % unterhalb der 70 % der maximal berechneten Herzfrequenz aus der Ergometrie. Dennoch konnten innerhalb der TG II signifikante Leistungssteigerungen nach sechs Monaten nachgewiesen werden. Ursächlich für die nicht nachweisbare Signifikanz könnte die unterschiedliche Anzahl der Aufzeichnungen zu Beginn und am Ende sein (s. Kap. 3.4). Des Weiteren lagen nicht zu allen sechs Aufzeichnungszeitpunkten Messungen von allen Teilnehmern vor. Die geringe Probandenzahl innerhalb der Testgruppe II könnte auch eine nicht nachweisbare Signifikanz zwischen Beginn und Ende der sechsmonatigen Trainingszeit erklären. Ebenso sollte auf technische Fehler hingewiesen werden, beispielsweise das Nichtaufzeichnen der Herzfrequenz bei korrekt angelegtem Pulsgurt oder diskontinuierliche

Aufzeichnung. Eine mögliche Erklärung bezüglich der Korrelation zwischen signifikant nachweisbaren Leistungssteigerungen und nicht optimal eingehaltenen Trainingsintensitäten innerhalb der TG II könnte das Erzielen der vorgegebenen Trainingsintensität beim selbstständigen Trainieren zu Hause sein. Die Erhöhung der Trainingshäufigkeit im Vergleich zum vorher durchgeführten herkömmlichen Herzsport, welcher etwa ein bis zwei Mal pro Woche in Abhängigkeit vom Trainingsleiter durchgeführt wird, stellt einen weiteren Faktor dar. Laut der „Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen“ (80) sollte die Trainingsintensität zwischen 60 bis 75 % der maximalen Herzfrequenz liegen und eine Trainingshäufigkeit von mindestens drei Mal wöchentlich erreicht werden. Eine mindestens dreißigminütige Trainingsdauer ist anzustreben (80). Die Vorgaben der Leitlinie erfordern jedoch nicht nur den Sport innerhalb der ambulanten Herzgruppe sondern auch das selbstständige Trainieren. Ergebnisse hinsichtlich der tatsächlichen Leistungsintensität könnten auf die TG I geschlussfolgert werden, Nachweise liegen jedoch nicht vor. Keine Leistungssteigerungen innerhalb der KG könnten durch eine zu geringe Trainingsintensität oder durch das Nichteinhalten des selbstständigen Übens bedingt sein. Auf Grund einer Dürftigkeit von Studien hinsichtlich der tatsächlich im Training erreichten maximalen Herzfrequenzen und der tatsächlichen Trainingsintensität können nur schwer Aussagen und Vergleiche hinsichtlich möglicher Wirkungen getroffen werden. Zwar berichten Autoren wie beispielsweise Kargarfard et al. (68), Benesch et al. (7), Boesch et al. (77), Braith et al. (52) und das Positionspapier der European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation aus dem Jahr 2010 (79) über Vorgaben der Trainingsintensität, jedoch nur mäßig über deren Einhaltung im Training. In einer Studie von Hambrecht et al. (63) trainierten die Teilnehmer mit der Diagnose koronare Herzkrankheit täglich mit einer 70 %igen Intensität auf dem Fahrradergometer (63). Aussagen über Abweichungen und Einhaltung von dieser Intensität liegen nicht vor. Kargarfard et al. (68) berichten auch über Verringerungen der Herzfrequenz in Ruhe und Maximal sowie der systolischen Blutdruckwerte in Ruhe und Maximal mit einer Trainingsintensität von 60 bis 70 % des Ausdauertrainings bei post-Infarktpatienten. An Hand der aufgeführten Ergebnisse erscheint es sinnvoll, die Herzfrequenz während der Trainingszeit kontinuierlich zu überwachen. Es wäre ein optimales Trainieren innerhalb der vorgegebenen Herzfrequenzzonen bzw. Trainingsintensität möglich. Diese könnte selbstständig, beispielsweise durch das Tragen von Pulsuhren, aber auch durch häufigere und regelmäßige Messungen der Pulsfrequenz innerhalb des Trainings umgesetzt werden. Einen weiteren Aspekt der Überwachung stellt die Telemedizin dar, welche eine zusätzliche ortsunabhängige Beurteilung durch den Arzt ermöglichen könnte. Aussagen

bezüglich der Trainingshäufigkeiten können für die TG II unter Nutzung der anonym ausgefüllten Kalenderübersichten und der Sportanamnesen (speziell die zweiten Frage, bezüglich ihrer tatsächlichen Trainingshäufigkeiten) getroffen werden. Die Auswertung der Sportanamnese bestätigt die Einhaltung der Vorgabe, zusätzlich zwei Mal pro Woche selbstständig zu trainieren. Jedoch lassen sich bezüglich der Trainingshäufigkeit keine Aussagen für die KG und die TG I treffen. Das Nichteinhalten der vorgegebenen Trainingshäufigkeiten könnte ein Grund für die nicht nachweisbaren Leistungssteigerungen innerhalb der KG sein. Es sollte nochmals darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den Teilnehmern aller drei Herzgruppen überwiegend um langjährige Teilnehmer des ambulanten Herzsports handelt. Innerhalb der Kontrollgruppe erfolgte zu Studienbeginn keine Veränderung des Trainings, es wurde weiterhin der herkömmliche Herzsport durchgeführt.

Es konnten ferner signifikante Reduktionen des systolischen Ruheblutdruckwertes innerhalb der TG I und TG II belegt werden. Dies ließ sich bezüglich der Anfangs- und Zwischenuntersuchung sowie der Anfangs- und Enduntersuchung für die TG I und der Anfangs- und Zwischenuntersuchung für die TG II darstellen (s. Kap. 3.2.2 und 3.2.3). Der Hypothese, dass durch regelmäßige sportliche Aktivität mit einem strukturierten Trainingsplan innerhalb der Testgruppen signifikante Reduktionen der systolischen Ruheblutdruckwerte möglich sind, kann zugestimmt werden. Diese Ergebnisse befinden sich auf dem Level großer Studien und Metaanalysen, beispielsweise von Cornelissen et al. (59), Kargarfard et al. (68), Kelley (51), Kelley et al. (50, 104), Mehta et al. (65), Taylor et al. (64), Whelton et al. (58) und Yu et al. (69). Fagard und Cornelissen (61) berichten über signifikante Reduktionen der Ruheblutdruckwerte bei Hypertonikern durch alleinige Ausdauerübungen mit einer durchschnittlichen Aktivität drei Mal wöchentlich. Die Trainingsintensität lag zwischen 30 und 87.5 % (61). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Kargarfard et al. (68) bei post-Infarktpatienten. Diese hatten drei Mal wöchentlich mit einer Intensität zwischen 60 bis 70 % Ausdauertraining durchgeführt. Es konnten signifikante Reduktionen der systolischen Blutdruckwerte in Ruhe und Maximal belegt werden (68). Durch einmal wöchentliche Gymnastik- und Lockerungsübungen sowie Abschlussspiele konnten durch Hopf et al. (67) innerhalb einer Herzgruppe nach 5.5 Jahre Reduktionen der Blutdruckwerte nachgewiesen werden. Der komplex strukturierte Trainingsplan der TG I und TG II enthält unter anderem Elemente dieser Trainingsformen. Eine mögliche Erklärung bezüglich einer nicht nachweisbaren Reduktion des systolischen Ruheblutdruckwertes innerhalb der Kontrollgruppe könnte die zu geringe Trainingsintensität und fehlende Umsetzungen der vorgegebenen Trainingshäufigkeit sein. Die angewendeten Trainingsformen bzw. Sportarten innerhalb der Kontrollgruppe könnten zudem

ursächlich sein. Innerhalb der Kontrollgruppe konnte eine signifikante Reduktion des diastolischen Ruheblutdruckwerts bewiesen werden (s. Kap. 3.2.1). Folglich kann der Hypothese, dass durch den herkömmlichen Herzsport innerhalb der Kontrollgruppe signifikante Reduktionen der diastolischen Ruheblutdruckwerte möglich sind, zugestimmt werden. In einer Studie von Harris et al. (62) konnte über einen Zeitraum von neun Wochen bei Hypertonikern eine Verringerung der diastolischen Blutdruckwerte durch Krafttraining nachgewiesen werden. Jedoch wurden in der Kontrollgruppe überwiegend ausdauerorientierte Trainingsformen wie Nordic-Walken, Laufen oder Schwimmen durchgeführt. Es sollte auch darauf verwiesen werden, dass die Kontrollgruppe zur Anfangsuntersuchung den höchsten arithmetischen Mittelwert der diastolischen Ruheblutdruckwerte aufwies. Dieser Wert unterschied sich nicht signifikant im Vergleich zu beiden Testgruppen. Cornelissen et al. (59), Kelley (51), Kelley et al. (104), Mehta et al. (65) und Whelton et al. (58) kommen zu vergleichbaren Ergebnissen hinsichtlich der Reduktion diastolischer Ruheblutdruckwerte. Hingegen konnten Taylor et al. (64) in einer Metaanalyse keine Reduktion des diastolischen Ruheblutdruckwertes belegen.

Eine signifikante Reduktion der Herzfrequenz in Ruhe konnte innerhalb der Kontrollgruppe zwischen Anfangs- und Enduntersuchung und innerhalb der Testgruppe I zwischen Anfangs- und Zwischenuntersuchung sowie Anfangs- und Enduntersuchung nachgewiesen werden. Der Hypothese, dass durch sportliche Betätigung innerhalb der ambulanten Herzgruppen eine Reduktion der Ruheherzfrequenz möglich ist, kann eingeschränkt zugestimmt werden. Eine nicht nachweisbare Reduktion der Ruheherzfrequenz innerhalb der Testgruppe II könnte in dem bereits bestehenden geringen Ausgangswert zur Anfangsuntersuchung begründet sein (s. Kap. 3.1.1). Dieser Ausgangswert stellt den niedrigsten arithmetischen Mittelwert der Herzfrequenzen in Ruhe zu diesem Untersuchungszeitpunkt dar. Es konnten zur Anfangsuntersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Herzgruppen bezüglich der Ruheherzfrequenz nachgewiesen werden. In einer von Harris et al. (62) durchgeführten Studie konnte gezeigt werden, dass die Ruheherzfrequenz bei Hypertonikern unbeeinflusst von einem neunwöchigen alleinigen Krafttraining ist. Durch Ausdauertraining kann die Herzfrequenz in Ruhe reduziert werden (68). Dies konnten Kargarfard et al. (68) bei post-Infarktpatienten nachweisen. Die Teilnehmer der Testgruppe hatten über einen Zeitraum von zwei Monaten drei Mal wöchentlich mit einer Intensität von 60 bis 70 % der maximalen Herzfrequenz Ausdauersport betrieben (68). Reduktionen der Ruheherzfrequenz konnten auch durch Hambrecht et al. (73) und Golabchi et al. (76) belegt werden.

Des Weiteren konnten für die TG I signifikante Erhöhungen der maximalen Herzfrequenz zwischen der Anfangs- und Zwischenuntersuchung sowie der Anfangs- und Enduntersuchung nachgewiesen werden (s. Kap. 3.2.2). Es kann der Hypothese, dass unter Nutzung eines strukturierten Trainingsplans innerhalb der Testgruppen die maximale Herzfrequenz gesteigert werden kann, eingeschränkt zugestimmt werden. Die Autoren Golabchi et al. (76) kommen in einer Studie mit Patienten nach mechanischer Revaskularisation bei Z.n. Myokardinfarkt zu vergleichbaren Ergebnissen. Die Teilnehmer der Studie hatten für einen Zeitraum von acht Wochen drei Mal wöchentlich mit einer Intensität von 60 bis 85 % trainiert (76). Schega et al. (105) konnten auch signifikante Steigerungen der Herzfrequenz bei Ausbelastung nach einem Jahr bei Teilnehmern ambulanter Herzgruppen nachweisen. Ursächlich für eine nicht nachweisbare Steigerung der maximalen Herzfrequenz innerhalb der TG II könnten die geringe Teilnehmerzahl sein. Die Differenz zwischen t0 und t1 betrug 5.3/min. Die drei Herzgruppen erreichen zu keinem Untersuchungszeitpunkt die altersentsprechenden Sollwerte der maximalen Herzfrequenz. Ursächlich könnten die aufgeführten Medikamentenverordnungen sein. Betablocker, die mit einer Häufigkeitsverteilung von jeweils 66.7 % innerhalb der KG und TG II und einer Häufigkeitsverteilung von 78.3 % innerhalb der TG I verordnet wurden, senken u.a. die maximale Herzfrequenz (106). Die maximale Herzfrequenz kann bei Gabe einer mittelhochdosierten kardioselektiven Betablockers um 30 Schläge/min verringert werden (106). Die häufigen Medikamentenverordnungen von Betablockern könnten ein Nicht-Erreichen der altersabhängigen Sollwerte der maximalen Herzfrequenz bedingen. Die Verordnung von Digitalis und Amiodaron könnte eine weitere Ursache darstellen. Die Mittelwerte der altersabhängigen Sollwerte liegen in der Altersgruppe der 60 bis 69-jährigen bei 142/min und in der Altersklasse der 70 bis 79-jährigen bei 145/min (84). Diese Sollwerte wurden von Nordenfelt et al. (87) im Jahr 1985 beschrieben. Bei den Teilnehmern der Studie handelte es sich um gesunde Probanden (87). Diese Gegebenheit ermöglicht eine eingeschränkte Vergleichbarkeit mit den Daten dieser Studie.

Die drei Herzgruppen überschritten zu keinem Untersuchungszeitpunkt die altersabhängigen oberen Grenzwerte des Blutdrucks bei 100 Watt. Dies ist ein positives Ergebnis, da Filipovsky et al. (91) zeigen konnten, dass erhöhte systolische Belastungsblutdrücke während der Ergometrie einen Risikofaktor bezüglich der kardiovaskulären Gesamtmortalität darstellen (90). Die häufigen Medikamentenverordnungen von Betablockern innerhalb der drei Herzgruppen könnten ursächlich sein. Die Autoren Franz et al. (91) konnten in einer Studie zeigen, dass Betablocker bei Hochdruckkranken den Belastungsblutdruck prozentual am stärksten senken.

Hinsichtlich der echokardiographischen Parameter linksventrikuläre Ejektionsfraktion und linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser konnten keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden. Vergleichbare Daten finden sich bei Golabchi et al. (76) und Yu et al. (69). In einer Studie von Grodzinski et al. (107) konnte gezeigt werden, dass Patienten einer Trainingsgruppe eine Verbesserung der globalen Auswurfraction aufwiesen. Diese hatten durchschnittlich 6.5 Wochen nach Herzinfarkt mit einem vierwöchigen körperlichen Training begonnen, welches zwei Mal täglich für dreißig Minuten und fünf Mal pro Woche stattfand. Es konnte auch in dieser Studie keine wesentliche Veränderung der Ejektionsfraktion nachgewiesen werden. Die Mittelwerte der linksventrikulären Ejektionsfraktion liegen innerhalb der drei Gruppen und zu jedem erfassten Untersuchungszeitpunkt (mit Ausnahme der TG I zur Enduntersuchung) $> 55\%$. Diese entsprechen einer normalen linksventrikulären Pumpfunktion. Es kann geschlussfolgert werden, dass keine Einschränkungen bezüglich dieses Parameters vorlagen. Der linksventrikuläre enddiastolische Durchmesser befand sich zu allen Untersuchungszeitpunkten bei den drei Herzgruppen im Referenzbereich einer normalen Größe.

Ferner konnte für die Testgruppe I eine signifikante Reduktion des Wertes auf der Borg-Skala nachgewiesen werden. Auf Grund einer Dürftigkeit von Studien mit der Category Ratio Scale können keine Aussagen bezüglich möglicher Vergleiche getroffen werden. Es sei jedoch darauf verwiesen, dass die Category Ratio Scale eine subjektive Einschätzung des zu Untersuchenden hinsichtlich möglicher Atemnot, Schmerzen sowie Beschwerden erfordert und dementsprechende Eingewöhnungen sowie Schwankungen möglich sind. Bei der Anwendung dieser Skala werden mögliche Desensibilisierungen beschrieben, die in einer zunehmenden Belastungstoleranz begründet sein könnten (95, 108). Dies könnte mit den erhobenen Daten im Einklang stehen, da innerhalb der TG I eine signifikante Reduktion des Wertes auf der Borg-Skala bereits nach sechs Monaten nachgewiesen werden konnte. Jedoch konnten diese Veränderungen nicht innerhalb der KG und der TG II belegt werden. Folglich kann der Hypothese, dass unter Nutzung eines strukturierten Trainingsplans innerhalb der Testgruppen eine Verringerung des subjektiven Anstrengungsempfindens, gemessen an Hand des Wertes auf der Borg-Skala bei maximaler Herzfrequenz möglich ist, nur eingeschränkt zugestimmt werden. Um eine genauere Einschätzung des Anstrengungsempfindens zu erhalten, könnte auch die Anwendung von Visuellen Analogskalen oder standardisierten Fragebögen in Betracht gezogen werden. In einem systematischen Review von Dorman et al. (109), bei dem der Einsatz von Atemnotskalen bei Palliativpatienten getestet wurde, kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die CR-10-Borg-Skala den brauchbarsten Test bezüglich Atemnot darstellt. Die Autoren

Grant et al. (110) kommen in einer Studie zu vergleichbaren Ergebnissen. Es wurden u.a. Vergleiche zwischen CR-10-Borg-Skala und Visueller Analogskala durchgeführt. Beide Skalen scheinen eine subjektive Einschätzung der Atemnot zu erlauben (110).

Des Weiteren konnten innerhalb der TG I signifikante Reduktionen der Größe und des Bauchumfangs belegt werden. Eine signifikante Reduktion der Größe könnte als altersentsprechend interpretiert werden. Die Verringerung des Bauchumfangs könnte auf eine eingehaltene Trainingshäufigkeit mit Durchführung der Übung Rumpfheber zurückzuführen sein. Zudem könnte es als Hinweis auf eine erhöhte Selbstmotivation gedeutet werden, resultierend aus den Leistungssteigerungen innerhalb des Trainings und einen sich daraus ergebenden nachhaltigen Wandel für den Alltag und den Lebensstil. Für die Kontrollgruppe konnte zwischen der Anfangs- und Enduntersuchung eine signifikante Gewichtszunahme belegt werden. Dies könnte ein Hinweis für die Geringachtung der vorgegebenen Trainingshäufigkeit sein. Ebenso könnte die nicht nachweisbare Leistungssteigerung auf eine nicht erfolgte Steigerung der Selbstmotivation schließen und eine damit verbundene erfolglose Auswirkung auf den Alltag haben.

Es zeigten sich zwischen den drei Herzgruppen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Medikamentenverschreibungen zur Anfangsuntersuchung für die erfassten Medikamente Betablocker, Verapamil/ Diltiazem, Digitalis, Amiodaron sowie sonstige herzfrequenz-regulierende Medikamente. Folglich können Divergenzen zwischen den Herzgruppen zur Anfangsuntersuchung hinsichtlich der physiologischen Parameter, beispielsweise dem Blutdruck und der Herzfrequenz, dadurch nicht begründet sein. Für die achtzehnmonatige Trainingszeit sollten keine Umstellungen bezüglich der Medikamentenverschreibungen und Dosierungen durch den Hausarzt oder den betreuenden Kardiologen erfolgen. Jedoch liegen keine Nachweise über die Einhaltung dieser Vorgabe vor, da zur Zwischen- sowie Enduntersuchung keine Medikamentenanamnesen erhoben wurden. Es sollte hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs von keinen Beeinflussungen bezüglich der physiologischen Parameter ausgegangen werden.

Zwischen den drei Herzgruppen konnten bezüglich der Häufigkeit der Diagnosen koronare Herzkrankheit und Polyarthrose signifikante Unterschiede belegt werden. Die Häufigkeit der diagnostizierten Polyarthrose lag bei 32.8 % innerhalb der Testgruppe I und innerhalb der Testgruppe II bei 0 % und zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Testgruppen. Eine damit verbundene mögliche Einschränkung der Testgruppe I steht allerdings im Gegensatz zu den bewiesenen signifikanten Leistungssteigerungen sowie signifikanten Reduktion des systolischen Ruheblutdruckwertes und der Ruheherzfrequenz. Demnach hatte die Diagnose

Polyarthrose keinen belegbaren Einfluss auf das Training sowie Leistungsveränderungen innerhalb der Testgruppe I. Es konnten keine Korrelationen zwischen der Häufigkeit einer diagnostizierten Polyarthrose und möglichen Auswirkungen auf den ambulanten Herzsport innerhalb der Testgruppen nachgewiesen werden. Eine Aussage über die Lokalisationsverteilung der Polyarthrose kann nicht getroffen werden. Für die Diagnose der koronaren Herzkrankheit konnten signifikante Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und Testgruppe II sowie zwischen Testgruppe I und Testgruppe II nachgewiesen werden. Die hohe Anzahl und Häufigkeit einer koronaren Drei-Gefäßerkrankung innerhalb der Testgruppe II scheint keine negativen Auswirkungen auf den ambulanten Herzsport gehabt zu haben. Jedoch erscheint die Kontrollgruppe mit den Häufigkeitsverteilungen der Gefäßerkrankung im Vergleich zu den Häufigkeitsverteilungen innerhalb der beiden Testgruppen als relativ gesünder. Dies steht jedoch nicht mit den erzielten Ergebnissen, beispielsweise hinsichtlich systolischer Ruheblutdruckwerte oder maximaler Herzfrequenz, in Einklang.

Die Teilnehmer der Testgruppe II schienen regelmäßig die Übungen des neuen komplexen Trainingsplans durchzuführen und auch in ihrer Freizeit sportlichen Aktivitäten nachzugehen. Dies konnte durch Überprüfen der ausgefüllten Kalenderübersichten und der Sportanamnesen belegt werden. Es stellte sich zudem heraus, dass der überwiegende Teil der Teilnehmer in ihrer Jugend ebenso sportlichen Aktivitäten nachgegangen war. Durch den Fragebogen konnte auch der Aussage, dass ein überwiegender Teil aller Teilnehmer bereits seit vielen Jahren Mitglied in einer ambulanten Herzgruppe ist, zugestimmt werden. An Hand der Ergebnisse des Fragebogens konnte ein positives Fazit sowohl hinsichtlich der jetzigen als auch der zukünftigen Motivation gezogen werden. Die Patienten berichteten über diverse Verbesserungen, beispielsweise hinsichtlich der Haltung oder der Kraft. Sie hätten auch weiterhin vor, die neu erlernten Übungen regelmäßig und selbstständig durchzuführen. Folglich kann geschlussfolgert werden, dass ein positives Input bezüglich der Selbstmotivation zu vermerken ist. Als Schwachpunkt muss die Verwendung eines selbsterstellten, nichtstandardisierten Fragebogens aufgeführt werden. Somit ist nur eine geringe Vergleichbarkeit mit anderen Fragebögen möglich. Es sei nochmals auf die geringe Anzahl der Teilnehmer der TG II hingewiesen. Des Weiteren sollte der Fragebogen zwar anonym ausgefüllt werden, es können dennoch Absprachen zwischen den Teilnehmern nicht ausgeschlossen werden. Kontrollgruppe sowie Testgruppe I wurden nach 24 Monaten bezüglich einer Trainingsfortführung befragt. Hierbei stimmten 16 Teilnehmer der Kontrollgruppe und 39 Teilnehmer der Testgruppe I dieser Frage positiv zu. Dies entspricht 35.5% der Kontrollgruppe und 84.8% Prozent der Testgruppe I. Es konnte diesbezüglich ein

signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen belegt werden. Auch hieraus könnte eine höhere Selbstmotivation durch Anwendung des neuen Trainingskonzeptes geschlussfolgert werden. Diese scheint sich sowohl auf die Zeit des Trainings unter Anleitung als auch auf das eigenständige Fortführen der Übungen zu beziehen. Jedoch kann keine Aussage über die Motivation zu Beginn der Trainingszeit getroffen werden und ob dementsprechend innerhalb der Testgruppe I eine Steigerung vorlag. Es kann nach Auswertung der Sportanamnesen und Kalenderübersichten sowie der Befragung nach Trainingsfortführung der These zugestimmt werden, dass durch regelmäßige sportliche Aktivität unter Nutzung eines strukturierten Trainingsplans die Selbstmotivation der ambulanten Herzsportteilnehmer gesteigert werden kann.

Es sollte erwähnt werden, dass in den letzten Jahren das Intervalltraining zunehmend an Bedeutung gewinnt. Jedoch liegen diesbezüglich noch keine vergleichbaren Daten vor.

4.2 Methodenkritik und Einschränkungen der Studie

Die Studie schloss insgesamt 100 männliche Teilnehmer ein. Dabei bestand die Kontrollgruppe aus 45, die Testgruppe I aus 46 und die Testgruppe II aus 9 Teilnehmern. Diese geringe Anzahl an Probanden muss im Hinblick auf generelle Aussagen zu ambulanten Herzgruppen als kritisch angesehen werden. Zudem handelte es sich um vorselektierte Teilnehmer, die freiwillig und überwiegend seit vielen Jahren am ambulanten Herzsport teilnehmen.

Bei der Blutdruckmessung können mögliche Messfehler in der Vorbereitung begründet sein. Beispielsweise in einer nicht korrekten Auswahl der Manschettengröße, aber auch durch fehlerhafte Positionierung der Manschette. Das Nichteinhalten der vorherigen Ruhephase könnte falsch erhöhte Blutdruckwerte bedingen. Zum anderen könnte ein zu schnelles Ablassen des Manschettendruckes oder eine Ungenauigkeit bei der Auskultation der Korotkoffgeräusche Messfehler verursachen (81).

Die Ergometrie unterliegt möglichen Messfehlern und Einflussgrößen, die durch äußere Einflüsse oder durch den Teilnehmer selbst begründet sein können. Die äußeren Einflüsse könnten auf die unterschiedlichen Erfahrungen des Untersuchers zurückzuführen sein, aber auch auf die verschiedenen Untersucher. Etwa könnte ein großer Erfahrungsschatz des Untersuchers zu dessen eigener Sicherheit beitragen und die Teilnehmer könnten optimal ausbelastet werden. Zwar existieren relative sowie absolute Abbruchkriterien der Ergometrie, dennoch sollte eine Beurteilung über das tatsächliche Erreichen der körperlichen Ausbelastung erfolgen (84). Es sollte bei jeder Ergometrie die Motivation, die vom Untersucher ausgeht, gleich sein. Der Zeitpunkt der Untersuchung oder das Intervall der letzten Medikamenteneinnahme könnten die Ergebnisse der Untersuchung beeinflussen. Die Tagesform des zu Untersuchenden stellt eine weitere Inkonstante dar. Es sollte dementsprechend auf die Einhaltung der standardisierten Bedingungen bei der Ergometrie geachtet werden.

Die Echokardiographie, welche durch den nicht invasiven Charakter einen wichtigen Baustein in der kardiologischen Diagnostik darstellt, kann von Messfehlern gezeichnet sein. Um diese von Seiten des Untersuchers zu minimieren, existieren Voraussetzungen zur Erlangung einer Durchführungsberechtigung (111). Auch existieren Standards zur Dokumentation der Befundung einer Echokardiographie (112). Dennoch können Abweichungen der Ergebnisse zwischen den verschiedenen Untersuchern nicht ausgeschlossen werden. Auch die verschieden gute Schallbarkeit kann eine optimale Bestimmung der linksventrikulären Ejektionsfraktion

sowie des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers beeinträchtigen. In den drei Herzgruppen kamen das gleiche Gerät sowie der gleiche Schallkopf zum Einsatz.

Es sollte auf die unterschiedlichen Ausgangswerte zwischen den drei Gruppen, welche in der Anfangsuntersuchung erhoben wurden, hingewiesen werden. Dies muss bei Vergleichen zwischen den Herzgruppen hinsichtlich der Zwischen- und Enduntersuchung mit ins Kalkül gezogen werden.

Im Rahmen der Methodenkritik sollte vor allem die Durchführung des Trainings genannt werden. Diese ist vom Trainingsleiter abhängig und unterliegt somit Schwankungen innerhalb der drei Gruppen. Auch Deviationen zwischen einzelnen Trainingseinheiten können durch äußere Einflüsse nicht ausgeschlossen werden. Ebenso wird das Training durch die Teilnehmer selbst, beispielsweise durch ihre Tagesform, beeinflusst.

Es kann nur für die Testgruppe II eine Aussage über die tatsächliche Trainingsintensität getroffen werden. Für die Kontrollgruppe sowie die Testgruppe I gibt es keinen Nachweis über die im Training erreichten maximalen Herzfrequenzen und somit über die tatsächliche Trainingsintensität.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Körperliche und sportliche Betätigungen, beispielsweise Ausdauertraining oder Kraftsport, sind heute ein fester Bestandteil der kardiologischen Rehabilitation (113). Die ambulante Herzgruppe ist dabei ein wichtiger Baustein in den Phasen III und IV der Rehabilitation.

Unter Anwendung eines neu entwickelten komplex strukturierten Trainingsprogramms war es möglich, bei langjährigen Teilnehmern der ambulanten Herzgruppen Leistungssteigerungen sowie Verbesserungen der allgemeinen und körperlichen Fitness zu erzielen. Dies konnte bereits nach sechsmonatigem Training erreicht werden. Ein Nachweis bezüglich dieser Erfolge konnte in der Kontrollgruppe, welche den herkömmlichen Herzsport betrieb, nicht erbracht werden. Daher sollte das Trainingsprogramm innerhalb ambulanter Herzgruppen stärker strukturiert und vielfältiger gestaltet werden. Es sollte, wie dem komplex strukturierten Trainingsplan zu entnehmen ist, Übungen für Kraft, Ausdauer, Koordination und Gleichgewicht, Beweglichkeit und Dehnung sowie Entspannungsübungen enthalten. Zudem ist es sinnvoll den Teilnehmern innerhalb des Trainings zu zeigen, wie belastbar und fit sie sind, um ihnen so mehr Sicherheit für den Alltag zu vermitteln.

Des Weiteren ist eine kontinuierliche Herzfrequenzmessung bei den Teilnehmern während der Trainingszeit zu empfehlen. So könnte innerhalb der vorgegebenen Herzfrequenzonen trainiert werden und die maximal bestimmte Herzfrequenz aus der Ergometrie würde eine trainingsbezogene Anwendung finden. Umgesetzt werden könnte dies durch das Tragen von Pulsuhren, aber auch durch gemeinschaftliche und häufige Messungen der Herzfrequenzen während des Trainings.

Die Anwendung der CR-10-Borg-Skala während der Ergometrie ermöglichte den Teilnehmern eine gute Beurteilung einer Dyspnoe und kann zur zuverlässigen Einschätzung des subjektiven Anstrengungsempfindens genutzt werden. Der Einsatz dieser Skala könnte innerhalb der Trainingseinheiten der ambulanten Herzgruppen erfolgen, um den Teilnehmern eine trainingsbezogene Einschätzung des subjektiven Anstrengungsempfindens zu ermöglichen.

6 Zusammenfassung

Durch die hier vorgestellten Studienergebnisse sowie die im Kontext stehenden geschilderten Studien konnte ein Beitrag zur Untermauerung der inzwischen allgemein anerkannten Aussage erbracht werden, dass ambulanter Herzsport ein wesentlicher Baustein der Therapie der koronaren Herzkrankheit und der arteriellen Hypertonie ist.

Durch den Vergleich zweier Trainingskonzepte konnte gezeigt werden, dass die Erfolge, die durch den herkömmlichen Herzsport erreicht werden, denen eines stark strukturierten Trainingsprogramms unterlegen sind. Dies lässt sich an Hand folgender Ergebnisse untermauern:

Innerhalb der Testgruppe I und Testgruppe II konnte der systolische Blutdruckwert in Ruhe signifikant reduziert werden. Ebenso kam es zur Senkung der Herzfrequenzen in Ruhe innerhalb der Kontrollgruppe und Testgruppe I. Innerhalb der Testgruppe I konnten die maximale Herzfrequenz signifikant erhöht und das subjektive Anstrengungsempfinden bei maximaler Herzfrequenz signifikant reduziert werden. Einen wesentlichen Erfolg für beide Testgruppen stellen die großen Leistungssteigerungen dar, die sich bereits nach sechs Monaten dokumentieren ließen. Für die Kontrollgruppe konnte eine Reduktion des diastolischen Ruheblutdruckwertes belegt werden.

Dies verdeutlicht, dass ein komplex strukturiertes Trainingsprogramm dem herkömmlichen Herzsport wie Schwimmen, Nordic-Walken und Wassergymnastik überlegen ist.

Thesen

1. Die kardiovaskulären Erkrankungen, beispielsweise die koronare Herzkrankheit oder die arterielle Hypertonie, stellen die häufigste Todesursache in Deutschland dar.
2. Die ambulanten Herzgruppen bilden in Deutschland ein wesentliches Element der kardiologischen Rehabilitation, diese wird zur Tertiärprävention gezählt. Zur kardiologischen Rehabilitation gehören aerobes Ausdauertraining und Krafttraining.
3. Unter Anwendung eines neu entwickelten komplex strukturierten Trainingsplans können bei langjährigen Teilnehmern ambulanter Herzgruppen signifikante Leistungssteigerungen nachgewiesen werden. Diese Leistungssteigerungen lassen sich bereits nach sechsmonatigem Training belegen.
4. Beim Vergleich der Parameter der Leistungsfähigkeit zwischen herkömmlichem Herzsport innerhalb der Kontrollgruppe und komplex strukturiertem Trainingsplan innerhalb der Testgruppe I und Testgruppe II lassen sich signifikante Veränderungen nachweisen.
5. Es können signifikante Reduktionen der systolischen Blutdruckwerte in Ruhe unter Anwendung des neu entwickelten komplex strukturierten Trainingsplans nachgewiesen werden.
6. Der diastolische Blutdruckwert in Ruhe kann durch den herkömmlichen Herzsport signifikant reduziert werden.
7. Die echokardiografischen Parameter, wie linksventrikuläre Ejektionsfraktion und linksventrikulärer enddiastolische Durchmesser sind unbeeinflusst vom Training des ambulanten Herzsports.
8. Die vorgegebene Herzfrequenzzone während des Ausdauertrainings innerhalb des komplex strukturierten Trainingsplans konnte zu Anfang nur von 22.2 % und nach sechsmonatiger Trainingszeit von 22.7 % der Teilnehmer der Testgruppe II eingehalten werden. Es sollten dazu kontinuierliche Herzfrequenzmessungen während des Trainings erfolgen.
9. Die Anwendung der CR-10-Borg-Skala zur Einschätzung des subjektiven Anstrengungsempfindens ist während der Ergometrie gut geeignet und sollte eine trainingsbezogene Anwendung finden.

10. Angaben der Teilnehmer der Testgruppe II zum subjektiven Allgemeinbefinden der Trainingsveränderungen stehen in Korrelation mit Veränderungen der Parameter der Leistungsfähigkeit.
11. Ein komplex strukturierter Trainingsplan motiviert die Teilnehmer stärker zur selbstständigen Fortführung des Trainings als ein herkömmliches Herzsporttraining, auch über die Trainingsdauer hinaus.
12. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass ein komplex strukturierter Trainingsplan dem herkömmlichen Herzsport in Hinblick auf Parameter der Leistungsfähigkeit überlegen ist.
13. Trainingsprogramme innerhalb ambulanter Herzgruppen sollte stärker strukturiert und vielfältiger gestaltet werden.

Literaturverzeichnis

- 1 Statistisches Bundesamt. Gesundheit. Todesursachen in Deutschland. 2012; Fachserie 12, Reihe 4.
- 2 Janhsen K, Strube H, Starker A. Hrsg. Robert Koch-Institut. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 43. Hypertonie. Berlin 2008.
- 3 Evans JG, Rose G. Hypertension. British Medical Bulletin 1971; 27(1):37-42.
- 4 Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL® -Deutsche Hypertonie Gesellschaft. Leitlinien zur Behandlung der arteriellen Hypertonie. Hochdruckliga 2008; Available from: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/046-001_S2_Behandlung_der_arteriellen_Hypertonie_abgelaufen.pdf; zitiert am 25.02.2014.
- 5 Mancia G. The 2007 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. Journal of Hypertension 2008; 26(4):825-826.
- 6 Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V., Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL, Deutsche Gesellschaft für Hypertonie und Prävention. ESC Pocket Guidelines. Leitlinien für das Management der arteriellen Hypertonie. http://www.hochdruckliga.de/tl_files/content/dhl/downloads/2014_Pocket-Leitlinien_Arterielle_Hypertonie.pdf, zitiert am 24.08.2014
- 7 Benesch L, Bjarnason-Wehrens B, Cordes C, Franz IW, Grunze M, Gysan D et al. Umsetzungsempfehlung der Leitlinie Arterielle Hypertonie für die kardiologische Rehabilitation. Herzmedizin 2003; 20(4):209-222.
- 8 Yusuf S, Sleight P, Pogue J, Bosch J, Davies R, Dagenais G, et al. Effects of an angiotensin-converting-enzyme inhibitor, ramipril, on cardiovascular events in high-risk patients. The New England Journal of Medicine 2000; 342(3):145–153.
- 9 Nissen SE, Tuzou EM, Libby P, Thompson PD, Ghali M, Garza D, et al. Effect of antihypertensive agents on cardiovascular events in patients with coronary disease and normal blood pressure: the CAMELOT study: a randomized controlled trial. The Journal of the American Medical Association 2004; 292(18):2217-2225.
- 10 PROGRESS Collaborative Group. Randomised trial of a perindopril-based blood-pressure-lowering regimen among 6,105 individuals with previous stroke or transient ischaemic attack. Lancet 2001;358(9287):1033-41.

- 11 Dietz R, Rauch B. Leitlinien zur Diagnose und Behandlung der chronischen koronaren Herzerkrankung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK). In Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufferkrankungen (DGPR) und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG). *Clinical Research in Cardiology* 2003; 92:501-521.
- 12 Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische KHK – Langfassung, 2. Auflage. Version 1.2013. Available from: <http://www.khk.versorgungsleitlinien.de>, zitiert am 27.05.2014
- 13 Guyton JR. Clinical assesment of atherosclerotic lesions: emerging from angiographic shadow. *Circulation* 2002; 106:1308-1309.
- 14 Stary HC, Chandler AB, Dinsmore RE, Fuster V, Glagov S, Insull W Jr et al. A definition of advanced types of atherosclerotic lesion and a histological classification of atherosclerosis. A report from the committee on vascular kesions of the council on atherosclerosis. *Circulation* 1995; 92:1355-1374.
- 15 Gibbons RJ, Abrams J, Chatterjee K, Daley J, Deedwania PC, Douglas Js et al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina—summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina). *Circulation* 2003; 107:149-158.
- 16 EUROASPIRE Study Group. EUROASPIRE. A European Society of Cardiology survey of secondary prevention of coronary heart disease: principal results. European Action on Secondary Prevention through Intervention to Reduce Events. *European Heart Journal* 1997; 18:1569-1582.
- 17 Kannel WB, Dawber TR, Kagan A, Revotskie N, Stokes J. Factors of Risk in the Development of Coronary Heart Disease – Six-Year Follow-up Experience: The Framingham Study. *Annals of International Medicine* 1961;55(1):33-50.
- 18 Kannel WB. Habitual level of physical activity and risk of coronary heart disease: the Framingham study. *Canadian Medical Association Journal* 1967; 96(12): 811–812.

- 19 Keil U. Das weltweite WHO-MONICA-Projekt: Ergebnisse und Ausblick. Gesundheitswesen 2005; 67 Sonderheft 1:38-45.
- 20 Kuulasmaa K, Tunstall-Pedoe H, Dobson A, Fortmann S, Sans S, Tolonen H. Estimation of contribution of changes in classic risk factors to trends in coronary-event rates across the WHO MONICA Project populations. Lancet 2000; 355(9205):675-87.
- 21 Berlin JA, Colditz GA. A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. American Journal of Epidemiology 1990; 132(4):612-628.
- 22 Reinecke H, Brandenburg V, Dominiak P, Flöge J, Galle J, Geiger H et al. Empfehlungen zur Diagnostik und Behandlung von Patienten mit koronarer Herzkrankheit und Niereninsuffizienz. Teil I: Pathophysiologie und Diagnostik. Clinical Research in Cardiology Suppl 2006; 1:8–30.
- 23 Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister E, Baum K, Hambrecht R, Gielen S. Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. Recommendations of the German Federation for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation 2004; 11(4):352–361.
- 24 Graf C, Halle M. Die Bedeutung von körperlicher Aktivität bei koronarer Herzkrankheit. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2007; 58(9):322–327.
- 25 Das Neunte Buch Sozialgesetzbuch – Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen – (Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2001, BGBl. I S. 1046, 1047), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 14. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I.
- 26 Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, 2482), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. August 2014 (BGBl. I S. 1346) geändert worden ist. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 39.
- 27 Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation. Rahmenvereinbarung über den Rehabilitationssport und das Funktionstraining vom 1. Januar 2011. 2011; Available from: http://www.dgpr.de/fileadmin/user_upload/DGPR/Leitlinien/BAR_Rahmenvereinbarung_01-01-2011.pdf, zitiert am 27.02.2014.

- 28 Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaferkrankungen e.V., Verband der Ersatzkassen e.V.. Vereinbarung zur Durchführung und Finanzierung des Rehabilitationssports in Herzgruppen. 2011. Available from: http://www.dgpr.de/fileadmin/user_upload/DGPR/Leitlinien/DV_DGPR_vdek_09_2011.pdf.
- 29 GKV-Spitzenverband. Ausgaben für einzelne Leistungsbereiche der GKV 2012. Available from: URL:http://www.gkv-spitzenverband.de/presse/zahlen_und_grafiken/gkv_kennzahlen/gkv_kennzahlen.jsp#lightbox, zitiert am 24.07.2013.
- 30 Buchwalsky R, Blümchen G, editors. Rehabilitation in Kardiologie und Angiologie: Springer-Verlag; 1994.
- 31 Heberden W. Some account of a disorder of the breast. London: M.C. Royal College Physicians; 1772.
- 32 Oertel M. Theorie der Kreislaufstörungen. In: Ziemssen H, editor. Handbuch der allgemeinen Therapien. 3rd ed. Leipzig; (IV) 1885.
- 33 Krasemann EO. Die historische Entwicklung der ambulanten kardiologischen Rehabilitation: (Phase III nach Einteilung der WHO). In: Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaferkrankungen e.V., editor. Die Geschichte der kardiologischen Rehabilitation unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungstherapie. 1st ed. Mainz; 1993. p. 92–105.
- 34 Edens E, editor. Krankheiten des Herzens und der Gefäße. Berlin; 1929.
- 35 Knipping HW. Die Untersuchung der Ökonomie von Muskelarbeit bei Gesunden und Kranken. Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin 1929; 66(1):517-534.
- 36 Schmiert G, editor. Die Koronarerkrankungen: Handbuch der Inneren Medizin; 1960.
- 37 Graf C, Bjarnason-Wehrens B, Löllgen H. Ambulante Herzgruppen in Deutschland – Rückblick und Ausblick. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2004; 55(12):339–346.
- 38 WHO. Regional Office for Europe: A Programme for the physical rehabilitation of patients with acute myocardial infarction. Freiburg; 1968.
- 39 Hollmann W, editor. Brennpunkte der Sportwissenschaft: Ausgewählte Kapitel der Sportmedizin. Sankt Augustin; 2009. (vol 31).

- 40 Hollmann W, Hettinger T, editors. Sportmedizin . Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. 4th ed, Schattauer, Stuttgart 2000.
- 41 Kindermann W. Stellenwert der Bewegungstherapie für die koronare Herzkrankheit: Aus dem Sportmedizinischen Institut (Leiter: Prof. Dr. W. Kindermann) der Universität des Saarlandes, Saarbrücken. Die Medizinische Welt 1983; (34):487–490.
- 42 Ritter P. Entwicklung der Herzgruppen in Deutschland - bis 2012. interner Bericht der DGPR. Unveröffentlicht.
- 43 Bjarnason-Wehrens B, Böthig S, Brusis OA, Held K, Matlik M, Schlierkamp S. Herzgruppe: Positionspapier der DGPR. Zeitschrift für Kardiologie 2004; (93):839–847.
- 44 <http://www.dgpr.de/herzgruppen.html>, zitiert am 27.02.2014.
- 45 Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaferkrankungen e.V.. Nachfolgegruppe (NG) zur Rehabilitation von Herz-Kreislaferkrankungen. Positionspapier der DGPR. Koblenz: Eigenverlag; 2005. Available from: http://www.dgpr.de/fileadmin/user_upload/DGPR/Leitlinien/Nachfolgegruppe_DGPR_29-11-05_final.pdf.
- 46 Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaferkrankungen e.V.. Curriculum für die Weiterbildung von Ärzten in Herzgruppen. Koblenz: Eigenverlag; 2002. Available from: http://www.dgpr.de/fileadmin/user_upload/DGPR /Leitlinien/ Curriculum_Weiterbildung_HG-Aerzte.pdf.
- 47 Paffenbarger RS, Lee IM. Intensity of physical activity related to incidence of hypertension and all-cause mortality: an epidemiological view. Blood pressure monitoring 1997; 2(3):115-123.
- 48 Morris JN, Heady JA, Raffle PAB, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. The Lancet 1953; 265(6795):1053-1057.
- 49 Blair SN, Kohl III HW; Paffenbarger RS, Clark DG; Cooper KH; Gibbons LW. Physical Fitness and All-Cause Mortality A Prospective Study of Healthy Men and Women. JAMA 1989; 262(17):2395-401.
- 50 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. Preventive medicine 2001; 33(2)120-127.

- 51 Kelley G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *The American Physiological Society* 1997; 82(5):1559-1565.
- 52 Braith RW, Pollock ML, Lowenthal DT, Graves JE, Limacher MC. Moderate- and high-intensity exercise lowers blood pressure in normotensive subjects 60 to 79 years of age. *The American Journal of Cardiology* 1994; 73(15):1124-8.
- 53 Braumann K. Bewegungstherapie bei Hypertonie. *Sport-und Präventivmedizin* 2009; (39/2):18–21.
- 54 Predel H, Schramm T. Körperliche Aktivität bei arterieller Hypertonie. *Herz* 2006; (31):525–530.
- 55 Zanchetti A, Cifkova R, Fagard R, Kjeldsen S, Mancia G, Poulter N et al. 2003 European Society of Hypertension–European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *Journal of Hypertension* 2003; (21):1011–1053.
- 56 Braith RW, Stewart KJ. Resistance Exercise Training: Its Role in the Prevention of Cardiovascular Disease. *Circulation* 2006; 113(22):2642–2650.
- 57 Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, Baum K, Hambrecht R, Gielen S. Einsatz von Kraftausdauertraining und Muskelaufbautraining in der kardiologischen Rehabilitation. *Zeitschrift für Kardiologie* 2004; 93:357–370.
- 58 Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of Aerobic Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Annals of Internal Medicine* 2002; 136(7):493–503.
- 59 Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of Endurance Training on Blood Pressure, Blood Pressure-Regulating Mechanisms, and Cardiovascular Risk Factors. *Hypertension* 2005; 46(4):667–675.
- 60 Cornelissen VA, Smart NA. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the American Heart Association* 2013; 2(1):e004473.
- 61 Fagard RH, Cornelissen VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 2007; 14(1):12-7.

- 62 Harris KA, Holly RG. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Medicine and science in sports and exercise* 1987; 19(3):246-52.
- 63 Hambrecht R, Walther C, Möbius-Winkler S, Gielen S, Linke A, Conradi K et al. Percutaneous Coronary Angioplasty Compared With Exercise Training in Patients With Stable Coronary Artery Disease: A Randomized Trial. *Circulation* 2004; 109(11):1371–1378.
- 64 Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K et al.. Exercise-Based Rehabilitation for Patients with Coronary Heart Disease: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *The American Journal of Medicine* 2004; (116):682–692.
- 65 Mehta H, Sacrinty M, Johnson D, Clair StM, Paladenech C, Robinson K. Comparison of Usefulness of Secondary Prevention of Coronary Disease in Patients. *The American Journal of Cardiology* 2013; 112(8):1099-1103.
- 66 Mons U, Hahmann H, Brenner H. A reverse J-shaped association of leisure time physical activity with prognosis in patients with stable coronary heart disease: evidence from a large cohort with repeated measurements. *Heart* 2014; 100:1043-1049.
- 67 Hopf R, Gorge G, Kaltenbach M. Die ambulante Rehabilitation in Herzgruppen: Effekte von fünf Jahren Bewegungstherapie im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. In: Halhuber C, editor. *Ambulante Herzgruppen: Neue Aspekte '83*; Fortbildungsveranstaltung vom 12.-14. Mai 1983 Prien am Chiemsee: München; 1983. p. 31–37.
- 68 Kargarfard M, Rouzbehani R, Basati F. Effects of Exercise Rehabilitation on Blood Pressure of Patients after Myocardial Infarction. *International Journal of Preventive Medicine* 2010; 1(2):124–130.
- 69 Yu C, Li LS, Lam M, Siu DC, Miu RK, Lau C. Effects of a cardiac rehabilitation program on left ventricular diastolic function and its relationship to exercise capacity in patients with coronary heart disease: Experience from a randomized, controlled study. *American Heart Journal* 2004; 147(5):11–18.
- 70 Bjarnason-Wehrens B, Kretschmann E, Lang M, Rost R. Ist die Ambulante Herzgruppe der "Königsweg" der kardialen Rehabilitation der Phase III? *Herz/Kreislauf* 1998; (30):400–411.

- 71 Bock H, Donat K, Jungmann H, Krasemann EO, Laubinger G. Ergebnisse mit ambulanten Koronargruppen: 5 Jahre Hamburger Modell. Münchner Medizinische Wochenschrift 1980; 122(3):81–86.
- 72 Lehmann M, Berg A, Keul J. Änderung der sympathischen Aktivität bei 18 Postinfarktpatienten nach 1 Jahr Bewegungstherapie*: * mit Unterstützung des Bundesinstituts für Sportwissenschaften, Köln-Lövenich. Zeitschrift für Kardiologie 1984; (73):756–759.
- 73 Hambrecht R, Niebauer J, Marburger C, Grunze M, Kälberer B, Hauer K et al. Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: Effects on cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions. Journal of the American College of Cardiology 1993; 22(2):468–477.
- 74 Buchwalsky G, Buchwalsky R, Held K. Langzeitwirkungen der Nachsorge in einer ambulanten Herzgruppe: Eine Fall-/Kontrollstudie. Zeitschrift für Kardiologie 2002; (91):139–146.
- 75 Schuler G, Hambrecht R. Serie: Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung: Die Rolle der Rehabilitation. Deutsches Ärzteblatt 1998; 95(20): A 1233–1240.
- 76 Golabchi A, Basati F, Kargarfard M, Sadeghi M. Can cardiac rehabilitation programs improve functional capacity and left ventricular diastolic function in patients with mechanical reperfusion after ST elevation myocardial infarction?: A double-blind clinical trial. ARYA Atherosclerosis Journal 2012; 8(3):125–129.
- 77 Boesch C, Myers J, Habersaat A, Ilarraza H, Kottman W, Dubach P. Maintenance of Exercise Capacity and Physical Activity Patterns 2 Years After Cardiac Rehabilitation. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation 2005; 25:14-23.
- 78 West RR, Henderson AH. Cardiac rehabilitation and exercise training. Heart 2013; 99(11):753–754.
- 79 Piepoli MF, Corrà U, Benzer W. et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: Key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. European Heart Journal 2010; 31(16):1967–1976.

- 80 Bjarnason-Wehrens B, Schulz O, Gielen S, Halle M, Dürsch M, Hambrecht R et al. Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. *Clinical Research in Cardiology* 2009;4:1–44.
- 81 Ritter MA, Nabavi DG, Ringelstein EB. Messung des arteriellen Blutdrucks: Bestehende Standards und mögliche Fehler. *Deutsches Ärzteblatt* 2007; 104(20):1406–1410.
- 82 Trappe H, Löllgen H. Leitlinien zur Ergometrie: herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung [bearbeitet im Auftrag der Kommission für Klinische Kardiologie]. *Zeitschrift für Kardiologie* 2000; (89):821–837.
- 83 Löllgen H, Erdmann E, Gitt A editors. *Ergometrie. Belastungsuntersuchung in Klinik und Praxis*. 3rd ed, Heidelberg: Springer-Verlag; 2010.
- 84 Steinacker JM, Liu Y, Reißnecker S. Abbruchkriterien bei der Ergometrie. *Abt. Sport- und Rehabilitationsmedizin, Medizinische Klinik und Poliklinik, Universitätsklinikum Ulm. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2002; 53(7,8):228-229.
- 85 Myers J, Froelich VF. Exercise testing. Procedures and implementation. *Cardiology Clinics* 1993; 11(2):199-213.
- 86 Löllgen H. *Kardiopulmonale Funktionsdiagnostik*. 4st ed. Nürnberg: Novartis Pharma GmbH; 2005.
- 87 Nordenfelt I, Adolfsson L, Nilsson JE, Olsson S. Reference values for exercise tests with continuous increase in load. *Clinical Physiology* 1985; 5(2):161-172.
- 88 Schardt FW. *Kardiopulmonale Leistungsdiagnostik*. Lenggries/Obb: MKM Marketinginstitut GmbH; 2005.
- 89 Franz IW, Lohmann FWL. Reproduzierbarkeit des Blutdruckverhaltens während und nach Ergometrie bei Hochdruckkranken. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 1982; 107(37):1379-1383.
- 90 Filipovsky J, Ducimetiere P, Safar ME. Prognostic significance of exercise blood pressure and heart rate in middle-aged men. *Hypertension* 1992; 20(3):333-339.
- 91 Franz I-W. *Belastungsblutdruck bei Hochdruckkranken*. Heidelberg: Springer-Verlag; 1993.

- 92 Heck H, Rost R, Hollmann W. Normwerte des Blutdrucks bei der Fahrradergometrie. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 1984; 35: 243–7.
- 93 Borg G. Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. Deutsches Ärzteblatt 2004; 101(15):1016-1021.
- 94 Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and science in sports and exercise 1982; 14(5):377-381.
- 95 Schefer M. Wie anstrengend ist das für Sie? Physiopraxis 2008; 5:40-41.
- 96 Hagendorff A. Die transthorakale Echokardiografie bei Patienten im Erwachsenenalter – Ablauf einer standardisierten Untersuchung. Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound 2008; 29(4):344–374.
- 97 Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische Herzinsuffizienz – Langfassung, 1. Auflage. Version 7. 2009. Available from: <http://www.versorgungsleitlinien.de/themen/herz-insuffizienz>, zitiert am 25.08.2013
- 98 Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Pellikka PA, Picard MH et al. Recommendations for Chamber Qualification: A Report from the American Society of Echocardiography’s Guidelines and Standards Committee and the Chamber Qualifikation Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. Journal of the American Society of Echocardiography 2005; (18):1440–1463.
- 99 Flachskampf FA, editor. Kursbuch Echokardiografie. Unter Berücksichtigung der Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie. 5th ed. Stuttgart: Thieme; 2012.p.84.
- 100 Stula M. Kardio-Konzept, unveröffentlicht [Protokoll vom 31.08.2011]. Helios Facharztzentrum, Weimar.
- 101 Edwards S, editor. Leitfaden zur Trainingskontrolle. 3th ed. Aachen: Meyer & Meyer; 1994.

- 102 Berg A. Einfluß der ambulanten Bewegungstherapie (Herzgruppen) auf Herz-Kreislauf- und Stoffwechselgrößen bei Patienten nach Myokardinfarkt*: * ausgezeichnet mit dem Förderpreis der Deutschen Herzstiftung 1984. *Herz/Kreislauf* 1985; (10):522–528.
- 103 Ning Wu M. Ambulante kardiale Rehabilitation in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Langzeitergebnisse bei den Giessener Herzsportgruppen als Modell für die Einführung gesundheitspolitischer Strategien zur Bekämpfung der Koronaren Herzkrankheit (KHK) in China [Dissertation]. Giessen: Justus-Liebig-Universität; 2007.
- 104 Kelley GA, Kelley KA, Tran ZV. Aerobic Exercise and Resting Blood Pressure: A Meta-Analytic Review of Randomized, Controlled Trials. *Preventive Cardiology* 2001; 4(2):73–80.
- 105 Schega L, Schlothauer U, Stoll O. Gibt es nachweisbare Effekte im Rehabilitationssport? Ausgewählte Ergebnisse der Leipziger Ambulanten Herzsportstudie (LAHST); 2001. Available from: URL:<http://www.ilug.uni-halle.de/Dateien/Lahast.pdf>; zitiert am 17.06.2013
- 106 Such U, Meyer T. Die maximale Herzfrequenz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2010; 61(12):310-311.
- 107 Grodzinski E, Kreutz F, Blümchen G, Borer JS. Über das Verhalten der Ruhe- und Belastungs-Auswurfraction (EF) bei Herzinfarktpatienten vor und nach vierwöchigem Training: Vergleich zu einer Kontrollgruppe. *Zeitschrift für Kardiologie* 1983; (72):105–118.
- 108 Belman MJ, Brooks LR, Ross DJ, Mohsenifar Z. Variability of breathlessness measurement in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1991; 99: 566-71.
- 109 Dorman S, Byrne A, Edwards A. Which measurement scales should we use to measure breathlessness in palliative care? A systematic review. *Palliative Medicine* 2007; 21:177-91.
- 110 Grant S, Aitchison T, Henderson E, Christie J, Zare S, McMurray J, Dargie H. A comparison of the reproducibility and the sensitivity to change of visual analogue scales, Borg scales, and Likert scales in normal subjects during submaximal exercise. *Chest* 1999; 116(5):1208-17.

- 111 Erbel R, Kneissl GD, Schweizer P, Lambertz HJ, Engberding R. Qualitätsleitlinien in der Echokardiographie. Zeitschrift für Kardiologie 1997; 86:387-403.
- 112 Voelker W, Metzger F, Fehske W, Flachskampf F, Bibra H, Brennecke R et al. Eine standardisierte Dokumentationsstruktur zur Befunddokumentation in der Echokardiographie. Zeitschrift für Kardiologie 2000; 89:176–185.
- 113 Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. Circulation 2001; 104(14):1694–1740.

Anhang

Sportanamnese

Dieser Fragebogen bezieht sich auf Ihre sportlichen Aktivitäten. Dazu zählt auch der Sport in der Herzsportgruppe.

1. Üben Sie regelmäßig einen Sport von mindestens 30 minütiger Dauer aus?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

2. Wie oft üben Sie die in der Herzsportgruppe jetzt neu erlernten Übungen aus?

- ☐ 1x pro Woche
- ☐ 2x pro Woche
- ☐ 3x pro Woche
- ☐ häufiger als 3x pro Woche

3. Welche Sportart üben Sie zur Zeit noch aus?

Sportart: _____ Dauer: _____ Std./Woche seit: _____

4. Welche Art von körperlicher Bewegung führen Sie aus?

- ☐ Gartenarbeit
- ☐ Spaziergänge
- ☐ Freizeitsport
- ☐ sonstiges und zwar _____

5. Haben Sie auch früher, z.B. in Ihrer Jugend, regelmäßig Sport getrieben?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wenn ja, welchen und wie lange haben Sie diesen ungefähr ausgeübt?

Sportart:	Wie lange:
Sportart:	Wie lange:
Sportart:	Wie lange:

6. Seit wann (Monat und Jahr) nehmen Sie überhaupt an einer Herzsportgruppe teil?

7. Haben Sie seit der Einführung des neuen Trainingsprogramms

Veränderungen bemerkt?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wenn ja, welche?

8. Haben Sie vor, die jetzt neu erlernten Übungen auch weiterhin selbstständig zu Hause neben der Herzsportgruppe durchzuführen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wenn nein, warum?

Abb. im Anhang: Sportanamnese der Testgruppe II

Danksagung

Ich möchte mich sehr herzlich bei Frau Prof. Dr. med. habil. R. Stoll für die umfangreiche Unterstützung, die konstruktive Zusammenarbeit sowie die kompetente und freundliche Betreuung bedanken.

Auch Herrn Dr. med. M. Stula gilt ein besonderer Dank für die fachliche Unterstützung und Motivation. Er und sein Team standen mir jederzeit hilfreich zur Seite.

Des Weiteren danke ich Herrn Dr. med. Brauer, Frau Dröse und dem Team der KMG Klinik Silbermühle Plau am See für die gemeinschaftliche Betreuung einer ambulanten Herzsportgruppe. Ich danke Herrn Dr. med. Brauer für die Anregung zur Teilnahme an der 40. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V..

Ich danke allen Mitarbeitern des Instituts für Präventivmedizin, besonders Herrn Dr. rer. hum. Weippert für die Unterstützung in Hinblick auf die Arbeit mit den Pulsmessgeräten.

Zudem möchte ich mich bei Frau Krentz und Frau Martin für die Unterstützung im Umgang mit SPSS und bei der statistischen Auswertung bedanken.

Ein großer Dank gilt auch allen Teilnehmer der ambulanten Herzgruppen. Die Zusammenarbeit mit Ihnen hat mir sehr viel Freude bereitet.

Zuletzt möchte ich mich für die kontinuierliche Unterstützung meiner Familie, meiner Freunde und meines Freundes bedanken.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbst verfasst und dabei keine anderen als die von mir ausdrücklich bezeichneten Quellen und Hilfsmitteln verwendet habe. Ich erkläre hiermit weiterhin, dass die vorgelegte Arbeit zuvor weder von mir noch – soweit mir bekannt ist – von einer anderen Person an dieser oder einer anderen Hochschule eingereicht wurde. Darüber hinaus ist mir bekannt, dass die Unrichtigkeit dieser Erklärung eine Benotung der Arbeit mit der Note "nicht ausreichend" zur Folge hat und dass Verletzungen des Urheberrechts strafrechtlich verfolgt werden können.

Ich erkenne die Promotionsordnung an.

Rostock, den

Unterschrift