

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Poliklinik und Lehrstuhl für
Präventive und Rehabilitative Sportmedizin
der Technischen Universität München
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. M. Halle)

Einfluss einer strukturierten, internetbasierten Bewegungsintervention auf körperliche Aktivität, Fitness und Lebensqualität von inaktiven Patienten mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom.

Christoph Berg

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

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. M. Halle

2. Univ.-Prof. Dr. R. M. Oberhoffer

Die Dissertation wurde am 22.03.2012 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.11.2012 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Titelblatt	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 <i>Übergewicht in der deutschen Bevölkerung</i>	1
1.1.1 Prävalenz	1
1.1.2 Risikofaktor für die Entstehung des metabolischen Syndroms	1
1.2 <i>Das metabolische Syndrom</i>	1
1.2.1 Definition	1
1.2.2 Risikofaktor für die Entstehung einer koronaren Herzkrankheit	2
1.2.3 Therapie und Prävention	3
1.2.3.1 Therapie	3
1.2.3.2 Prävention	3
1.3 <i>Präventionsmaßnahmen</i>	3
1.3.1 Prävention in der Gesundheitspolitik	3
1.3.1.1 Krankheitskosten	3
1.3.1.2 Einsparungspotential	4
1.3.2 Prävention im Rahmen betrieblicher Gesundheitsförderung	4
1.3.2.1 Einsparungspotential	4
1.4 <i>Informationstechnologie im Gesundheitssektor</i>	5
1.4.1 Informations- und Kommunikationstechnologie	5
1.4.1.1 Private Haushalte	5
1.4.1.2 Unternehmen	6
1.4.2 Internetbasierte Trainingsinterventionen	6
1.4.2.1 Vorteile	6
1.4.2.2 Nachteile	6
1.4.2.3 SPRINT	7
1.4.2.4 Der PHM	7
1.5 <i>Studienziel und Thema der Doktorarbeit</i>	8
2 Material und Methoden	9
2.1 <i>Studiendesign</i>	9
2.2 <i>Studienpopulation</i>	9
2.2.1 Einschlusskriterien	9
2.2.2 Ausschlusskriterien	9
2.2.3 Rekrutierungsverfahren	10
2.2.4 Stichprobengröße	10
2.2.5 Randomisierung	10

2.3	<i>Zeitlicher Ablauf und Rahmengestaltung (Abb.2)</i>	12
2.4	<i>Untersuchungen und Fragebögen</i>	14
2.4.1	Untersuchungen.....	14
2.4.1.1	Anthropometrie.....	14
2.4.1.2	Blutabnahme.....	15
2.4.1.3	Pedometer.....	15
2.4.1.4	Spiroergometrie.....	15
2.4.2	Fragebögen.....	16
2.4.2.1	PAR-Q.....	17
2.4.2.2	Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität.....	17
2.4.2.3	SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand.....	18
2.5	<i>Intervention</i>	19
2.5.1	Interventionsgruppe.....	19
2.5.1.1	Trainingsplan.....	19
2.5.1.2	Das PHM-Programm.....	21
2.5.2	Kontrollgruppe.....	22
2.5.2.1	Trainingsplan.....	22
2.5.2.2	Das PHM-Programm.....	23
2.6	<i>Statistische Planung und Auswertung</i>	23
2.6.1	Auswertung.....	23
3	Ergebnisse	25
3.1	<i>Rekrutierung und Randomisierung</i>	25
3.2	<i>Studienpopulation</i>	27
3.2.1	Interventionsgruppe.....	28
3.2.2	Kontrollgruppe.....	28
3.3	<i>Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität</i>	29
3.3.1	Beurteilung des Aktivitätslevels.....	29
3.3.1.1	Interventionsgruppe.....	29
3.3.1.2	Kontrollgruppe.....	30
3.3.2	Veränderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte.....	31
3.3.2.1	Interventionsgruppe.....	31
3.3.2.2	Kontrollgruppe.....	31
3.3.2.3	Vergleich Interventions- und Kontrollgruppe.....	32
3.4	<i>Maximale Sauerstoffaufnahme</i>	32
3.4.1	Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme.....	32
3.4.1.1	Interventionsgruppe.....	32
3.4.1.2	Kontrollgruppe.....	33
3.4.1.3	Vergleich Interventions- und Kontrollgruppe.....	33
3.5	<i>Korrelation zwischen Leistungssteigerung und körperlicher Aktivität</i>	33
3.6	<i>SF-36 Allgemeiner Gesundheitszustand</i>	35
3.6.1	Veränderung der 8 Subskalen und der 2 Summenskalen.....	35

3.6.1.1	Interventionsgruppe.....	35
3.6.1.2	Kontrollgruppe	37
3.6.1.3	Vergleich Interventions- und Kontrollgruppe.....	39
3.6.2	Vergleich von Interventions- und Kontrollgruppe mit gesamtdeutscher Normstichprobe.....	40
3.6.2.1	Interventionsgruppe.....	41
3.6.2.2	Kontrollgruppe	41
3.6.3	Korrelation zwischen SF-36 und Freiburger Fragebogen	42
3.6.4	Korrelation zwischen SF-36 und maximaler Sauerstoffaufnahme.....	42
4	Diskussion.....	44
4.1	<i>Ergebniszusammenfassung.....</i>	<i>44</i>
4.2	<i>IT-gestützte Interventionen zur Steigerung der körperlichen Aktivität: aktueller Stand</i>	<i>45</i>
4.3	<i>Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität</i>	<i>45</i>
4.3.1	Vergleich zu aktuellen Metanalysen.....	46
4.3.2	Aktivitätsänderung	48
4.3.3	Gruppendifferenzen	51
4.4	<i>Maximale Sauerstoffaufnahme.....</i>	<i>54</i>
4.5	<i>SF-36</i>	<i>57</i>
4.5.1	Ausgangswerte	58
4.5.2	Lebensqualitätsänderung.....	61
4.5.2.1	Fehlender Lebensqualitätsanstieg.....	63
4.5.2.2	Lebensqualitätsanstieg.....	64
4.5.3	Gruppendifferenzen	65
4.6	<i>Limitationen.....</i>	<i>66</i>
4.7	<i>Stärken.....</i>	<i>69</i>
5	Zusammenfassung	71
6	Literaturverzeichnis.....	VI
7	Anhang	XV
	Danksagung.....	XXI

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI	Body-Mass-Index
BMW	Bayerische Motoren Werke
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
HbA1c	Hämoglobin A1c
HDL	High Density Lipoprotein
IT	Informationstechnik
LDL	Low Density Lipoprotein
MET	Metabolisches Äquivalent
PAR-Q	Physical Activity Readiness Questionnaire
PDA	Personal Digital Assistant
PHM	Personal Health Manager
SF-36	Short Form 36 Health Survey Questionnaire
SMS	Short Message Service
SPRINT	Systematisches Design zur Integration von Produkt und Dienstleistung – hybride Wertschöpfung in der Gesundheitswirtschaft
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
Tab.	Tabelle
TU	Technische Universität
VO ₂ max	Maximale Sauerstoffaufnahme

1 Einleitung

1.1 Übergewicht in der deutschen Bevölkerung

1.1.1 Prävalenz

Wie in vielen anderen Industrienationen hat in Deutschland die Prävalenz von Übergewicht in den letzten Jahrzehnten erheblich zugenommen⁶². Laut einer Studie der International Association for the Study of Obesity aus dem Jahre 2007 sind in der deutschen Bevölkerung 75 % der Männer und 59 % der Frauen im Alter von 25 bis 69 Jahren übergewichtig oder sogar adipös⁸⁹. Das Statistische Bundesamt kam in einem 2009 durchgeführten Mikrozensus bei Erwachsenen ab 18 Jahren zu ähnlichen Ergebnissen. Demnach sind etwa 60 % der Männer und 43 % der Frauen übergewichtig, darunter 16 % adipöse Männer und 14 % adipöse Frauen⁵⁰. Insbesondere bei den jungen Erwachsenen (25-34 Jahre) lässt sich ein bedeutender Anstieg des Übergewichtes beobachten⁶². Obgleich der Anteil an Personen mit einem Body-Mass-Index (BMI) zwischen 25 und 30 in den letzten 20 Jahren in etwa gleich blieb, hat der Anteil der Adipösen (BMI \geq 30) deutlich zugenommen⁶². Außerdem kommt der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey, der vom Robert Koch-Institut in den Jahren 2003 bis 2006 durchgeführt wurde, zu dem Ergebnis, dass 15 % der Jungen und Mädchen im Alter bis 17 Jahre als übergewichtig einzustufen sind, darunter 6 % mit Adipositas⁵⁰.

1.1.2 Risikofaktor für die Entstehung des metabolischen Syndroms

Diese Entwicklung gewinnt insbesondere dadurch an Bedeutung, dass Übergewicht und Adipositas neben körperlicher Inaktivität sowie genetischen Faktoren zu den Hauptrisikofaktoren⁹⁷ für die Entstehung eines metabolischen Syndroms gehören.

1.2 Das metabolische Syndrom

1.2.1 Definition

Das metabolische Syndrom ist durch eine Reihe von häufig gemeinsam auftretenden metabolischen Risikofaktoren charakterisiert. Dazu gehören neben der abdominell

betonten Adipositas, der Hypertonus, die Dyslipidämie sowie eine Insulinresistenz. Die in der folgenden Arbeit verwendete Definition des metabolischen Syndroms geht aus einem Konsens⁴ hervor, welcher die unterschiedlichen Diagnosekriterien des metabolischen Syndroms zu einer weltweit einheitlichen Definition vereinigte. Danach wird die Diagnose des metabolischen Syndroms gestellt, wenn mindestens drei der folgenden fünf Kriterien erfüllt sind:

- **Bauchumfang** bei **Männern mindestens 94 cm** bzw. **bei Frauen mindestens 80 cm**
- **Erhöhte Triglyzeridwerte** (mindestens 150 mg/dl bzw. 1,7 mmol/l) bzw. eine bereits eingeleitete Behandlung zur Absenkung der Triglyzeride
- **Zu niedriges HDL-Cholesterin** (Männer: weniger als 40 mg/dl bzw. 1,0 mmol/l; Frauen: weniger als 50 mg/dl bzw. 1,3 mmol/l) bzw. eine bereits eingeleitete Therapie zur Anhebung des HDL-Cholesterins
- **Hypertonus** (systolisch mindestens 130 mmHg und/oder diastolisch mindestens 85 mmHg) bzw. eine bereits behandelte Hypertonie
- **Erhöhte Nüchtern-Blutglukosespiegel** (mindestens 100 mg/dl) bzw. eine bereits eingeleitete Therapie zur Senkung des Blutzuckerspiegels

1.2.2 Risikofaktor für die Entstehung einer koronaren Herzkrankheit

Das metabolische Syndrom stellt einen der wichtigsten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen dar, die wiederum mit knapp 50% als Haupttodesursache⁹² in Deutschland gelten. So wurde in einer Langzeitstudie⁴⁰ bei 3606 Frauen und Männern im Alter von 35-70 Jahren aus West-Finnland beobachtet, dass eine koronare Herzkrankheit bei Patienten mit metabolischem Syndrom dreimal häufiger, ein Herzinfarkt 2,6-mal häufiger und ein Apoplex 2,3-mal häufiger auftrat als bei Patienten ohne metabolisches Syndrom⁴⁰. An einer kardiovaskulären Ursache verstarben 12,0 % der Patienten mit metabolischem Syndrom im Vergleich zu 2,2 % ohne metabolisches Syndrom. Die Gesamtmortalität lag bei Patienten mit metabolischem Syndrom bei 18,0 % im Vergleich zu 4,6 % bei Patienten ohne metabolisches Syndrom⁴⁰. Der Zusammenhang zwischen dem metabolischem Syndrom und einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse konnte in weiteren Studien^{38, 49, 81} bestätigt werden.

1.2.3 Therapie und Prävention

In Hinblick der Tatsache, dass fast jeder fünfte Deutsche⁶⁵ die Kriterien des metabolischen Syndroms erfüllt und damit ein deutlich gesteigertes Risiko für kardiovaskuläre Folgeerkrankungen hat, zeigt sich ein zunehmender therapeutischer und vor allem präventiver Interventionsbedarf.

1.2.3.1 Therapie

Vor der medikamentösen Therapie, die hauptsächlich der Symptomlinderung dient, erwies sich bisher die Änderung des Lebensstils als effektivste Methode, um die kausalen Faktoren des metabolischen Syndroms anzugehen⁹⁷. So führen Gewichtsreduktion sowie gesteigerte körperliche Aktivität zur Senkung des Blutdruckes, einer Verbesserung der Dyslipidämie sowie zu einer Verminderung der Insulinresistenz⁹⁷.

1.2.3.2 Prävention

Aber nicht nur zur Therapie, sondern auch zur Primärprävention des metabolischen Syndroms stellt ein gesunder Lebensstil das größte Potential dar. In randomisierten Studien^{46, 61, 100} wurde bereits die Wirksamkeit von Lebensstiländerungen, insbesondere durch Umstellung der Ernährung und Steigerung der körperlichen Aktivität, in der Prävention des metabolischen Syndroms und seiner Folgeerkrankungen nachgewiesen.

1.3 Präventionsmaßnahmen

1.3.1 Prävention in der Gesundheitspolitik

Neben dem individuellen zeigt sich auch ein gesundheitspolitischer Bedarf an Präventionsmaßnahmen.

1.3.1.1 Krankheitskosten

Gemäß der Krankheitskostenrechnung des Statistischen Bundesamtes entstanden im Jahr 2006 durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen Kosten in Höhe von 35,2 Milliarden Euro⁸⁸. Das entsprach mehr als einem Siebtel der gesamten Krankheitskosten im

Jahr 2006 und machte somit den größten Anteil der Gesamtkosten in Höhe von 236,0 Milliarden Euro⁸⁸ aus. Zusammen mit den Kosten der ernährungs- und stoffwechselbedingten Krankheiten, zu denen der Diabetes mellitus und Adipositas gezählt werden, erhöht sich dieser Anteil auf knapp ein Fünftel⁸⁸. Auch die steigende Gesamtkostenentwicklung erfordert Handlungsbedarf. So stiegen die Krankheitskosten zwischen 2002 und 2006 um 17,2 Milliarden Euro an (+7,8 %)⁸⁸. Zu den direkten Krankheitskosten, die durch die unmittelbare medizinische Heilbehandlung, Präventions-, Rehabilitations- oder Pflegemaßnahme verursacht werden, treten noch die indirekten Krankheitskosten. Diese beinhalten den mittelbar mit einer Erkrankung im Zusammenhang stehenden Ressourcenverlust. Dabei handelt es sich um potenzielle volkswirtschaftliche Verluste, die hauptsächlich durch Arbeitsunfähigkeit, Invalidität und vorzeitigen Tod der erwerbstätigen Bevölkerung hervorgerufen werden. Der Nachweis erfolgt in Form von verlorenen Erwerbstätigkeitsjahren. Nach Berechnungen des Statistischen Bundesamtes gingen so im Jahr 2006 knapp 4 Millionen Erwerbstätigkeitsjahre verloren⁸⁸

1.3.1.2 Einsparungspotential

Langfristig könnte Prävention zu einer Senkung der Krankheitskosten führen und somit einen Beitrag zur nachhaltigen Stabilisierung der sozialen Sicherungssysteme leisten. Ein Gutachten des Sachverständigenrates für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen kommt zu dem Schluss: „Theoretisch (bei nicht saldierter und nichtdiskontierter Betrachtung) lassen sich rund 25-30 % der heutigen Gesundheitsausgaben in Deutschland durch langfristige Prävention vermeiden.“⁸⁰. Diese Aussage bleibt jedoch umstritten⁸. Ob es tatsächlich durch Prävention zu Einsparungen im Gesundheitswesen kommt, ist noch zu klären.

1.3.2 Prävention im Rahmen betrieblicher Gesundheitsförderung

Letztlich spielen Präventionsmaßnahmen auch bei der betrieblichen Gesundheitsförderung eine bedeutende Rolle.

1.3.2.1 Einsparungspotential

Die Kosteneffektivität betrieblicher Gesundheitsförderung und Prävention konnte im Gegensatz zum volkswirtschaftlichen Einsparpotential eindeutig belegt werden. Eine Metaanalyse⁷⁴ erfasste zu diesem Thema ausschließlich kontrollierte

Untersuchungen, die den Erfolg betrieblicher Interventionen zur Steigerung der körperlichen Aktivität im Hinblick auf arbeitsbezogene Effekte messen. Dabei konnte ein positiver Einfluss der Interventionen im Sinne eines reduzierten Absentismus nachgewiesen werden⁷⁴. Andere Studien⁵ zeigen, dass durch Gesundheitsförderung und Prävention die Fehlzeiten 12-36 % und die mit Fehlzeiten verbundenen Kosten um 34 % reduziert werden können. Des Weiteren berichtet Chapman in seiner Literaturübersicht¹⁶ von 42 Studien zu den ökonomischen Auswirkungen von betrieblichen Gesundheitsförderungsprogrammen über eine durchschnittliche Senkung der Krankheitskosten von mehr als 25 %. Dieses Ergebnis kommt vor allem durch eine verminderte Anzahl an Arztbesuchen, Krankenhauseinweisungen sowie Aufenthaltstagen im Krankenhaus zustande. Drei Studien zum selben Thema, die Aldana in einer übergeordneten Studie⁶ analysierte, ermittelten zusätzlich Kosten-Nutzen-Verhältnisse. Diese lieferten Ergebnisse zwischen 1:2,5 und 1:10,1⁶. Wird demnach 1 Euro in Programme der betrieblichen Gesundheitsförderung investiert, führt dies zu Einsparungen zwischen 2,5 und 10,1 Euro. Bei einer primär IT-gestützten Intervention wurde sogar ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1:15,6 erzielt⁶.

1.4 Informationstechnologie im Gesundheitssektor

Mit der steigenden Zahl an Privatpersonen und Unternehmen, die Zugang zum Internet haben, gewinnt dieses zunehmend auch als Medium für Programme zur Steigerung der körperlichen Aktivität an Bedeutung.

1.4.1 Informations- und Kommunikationstechnologie

1.4.1.1 Private Haushalte

Die Zahl an privaten Haushalten, die mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie ausgestattet sind, steigt stetig an²¹. Im Jahr 2007 besaßen in Deutschland bereits 73 % aller privaten Haushalte einen stationären Computer, Laptop, Notebook, Palmtop oder PDA und 65 % verfügten über einen Internetzugang. 2002 betragen diese Zahlen erst 57 % und 43 %²¹. Dementsprechend nimmt auch die zu erwartende Computer- und Internetnutzung seit Jahren kontinuierlich zu²¹. Dies gilt für die ältere Bevölkerung der über

54-Jährigen – wenngleich auf insgesamt niedrigerem Niveau – genauso wie für junge Menschen²¹.

1.4.1.2 Unternehmen

Auch in Unternehmen ist der Einsatz von Computern mittlerweile Standard. 2008 waren 84 % aller untersuchten Unternehmen mit Computern ausgerüstet, wobei in größeren Unternehmen mit über 20 Beschäftigten der prozentuale Anteil sogar auf fast 100 % ansteigt⁹⁰. Fast genauso viele Unternehmen, nämlich 79 %, besitzen einen Internetzugang⁹⁰. Rund die Hälfte aller Beschäftigten nutzt diesen während der Arbeitszeit auch mindestens einmal pro Woche⁹⁰.

1.4.2 Internetbasierte Trainingsinterventionen

1.4.2.1 Vorteile

Der Vorteil internetbasierter Interventionen zur Steigerung der körperlichen Aktivität liegt vor allem in der Tatsache, dass mit wenig Personal und damit geringen Kosten ein großer Kreis von Personen erreicht werden kann⁵⁸. Überdies hinaus können Programmteilnehmer zu jedem Zeitpunkt und in beliebiger Frequenz auf Informationen zugreifen⁶⁷. Durch den verstärkten Gebrauch internetfähiger Mobilgeräte besteht die Möglichkeit, Informationen zunehmend auch unabhängig von stationären Internetzugängen abzurufen. Laut Statistischem Bundesamt hat sich die Zahl der Unternehmen mit mobilem Internetzugang im Jahr 2007 gegenüber 2006 von 6 % auf 21 % mehr als verdreifacht⁹¹.

1.4.2.2 Nachteile

Durch die Reduktion des persönlichen Kontakts entstehen jedoch auch Nachteile. Unter anderem fällt es schwerer zu überprüfen, ob Informationen tatsächlich gelesen wurden und ob sie den individuellen Bedürfnissen des Teilnehmers gerecht werden. Zudem sind die Möglichkeiten der persönlichen Motivation eingeschränkt⁶⁷. Bei der Entwicklung internetbasierter Trainingsinterventionen gilt es, einerseits die Nachteile auf ein Minimum zu reduzieren, andererseits die Vorteile optimal zu nutzen.

1.4.2.3 SPRINT

Mit dieser Thematik setzt man sich im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts SPRINT⁵² (Systematisches Design zur Integration von Produkt und Dienstleistung – hybride Wertschöpfung in der Gesundheitswirtschaft) auseinander. Das Projekt SPRINT konzipiert Methoden, Modelle und Werkzeuge zum systematischen Design hybrider Produkte. Die Pilotprojekte werden im Bereich der Sport-, Gesundheits- und Fitnessbranche verwirklicht, so dass Dienstleister und Produkthersteller sich zu ganzheitlichen Lösungsanbietern herausbilden können. Dabei werden zwei komplementäre Forschungsstränge verfolgt:

- Aufbau eines Competence Centers für hybride Wertschöpfung
- Systematische Entwicklung und Erprobung einer neuen hybriden Dienstleistung für die Sport-, Gesundheits- und Fitnessbranche: Der Personal Health Manager (PHM)

1.4.2.4 Der PHM

Mit dem PHM wird an der Technischen Universität München ein IT-gestütztes, gerätebasiertes und personalisiertes Gesundheitscoaching entwickelt und erprobt. Es dient der Umsetzung von individuellen Gesundheitsprogrammen durch mobile, integrierte und kooperative Informationssysteme. Ziel ist das Schnüren von Leistungsbündeln aus Sachleistungen (Fitnessgeräte, Pulsuhren, mobile Endgeräte, etc.) und Dienstleistungskomponenten (Betreuungsleistungen, Trainingspläne, etc.) zu einem hybriden Produkt. Dabei gilt es, einen geeigneten Mittelweg zwischen einem ausschließlich internetbasierten und einem persönlichen Training zu finden. Der PHM ist einerseits so konzipiert, dass zu vereinheitlichende Prozesse der Trainingssteuerung durch Computer übernommen werden. Andererseits soll es für die Trainer auch die Möglichkeit bieten, auf persönliche Wünsche einzugehen und individuelle Änderungen im Trainingsplan vorzunehmen. Eine Anwendung der PHM-Software ist im Zuge betrieblicher Gesundheitsförderung oder als Zusatzleistung bei Gesundheitsdienstleistern, beispielsweise in Fitnessstudios, denkbar.

1.5 Studienziel und Thema der Doktorarbeit

Das primäre Studienziel der PHM-Konzeption ist die Evaluation des Einflusses einer strukturierten, internetbasierten Bewegungsintervention auf die Leistung an der metabolischen anaeroben Schwelle von inaktiven Patienten mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom im Vergleich zu einer nicht-strukturierten, internetbasierten Bewegungsintervention.

Das sekundäre Studienziel, welches zugleich Thema der vorliegenden Doktorarbeit ist, liegt darin, mit Hilfe des PHM, die Auswirkung einer strukturierten, internetbasierten Trainingsintervention auf die körperliche Aktivität, die körperliche Fitness und die Lebensqualität von inaktiven Patienten mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom darzustellen und zu bewerten.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die Studie wurde als prospektive, randomisierte, kontrollierte, monozentrische und einfach verblindete Interventionsstudie konzipiert und durchgeführt.

2.2 Studienpopulation

2.2.1 Einschlusskriterien

Zur Aufnahme in die Studienpopulation mussten die Teilnehmer folgende Kriterien erfüllen:

- Männlich oder weiblich im Alter zwischen 20 und 60 Jahren
- Mitarbeiter der Firma BMW
- Schriftliche Einwilligung nach vorheriger ausführlicher Aufklärung
- Nachgewiesene Sporttauglichkeit durch Fragebogen und ggf. ärztliches Attest
- BMI 25-35 kg/m²
- ≤1x/Woche Sport bzw. Bewegung nach Selbstauskunft
- Vorliegen von mindestens 2 der 5 Kriterien des metabolischen Syndroms⁴

2.2.2 Ausschlusskriterien

Das Vorhandensein einer der folgenden Kriterien führte zum Ausschluss aus der Studienpopulation:

- >1x/Woche Sport bzw. Bewegung nach Selbstauskunft
- BMI < 25 kg/m² oder > 35 kg/m²
- Floride akute oder chronische Erkrankungen jeglicher Art, die körperliche Belastungen bis zur Ausbelastung ausschließen oder durch sie verschlechtert werden können
- Manifeste Diabetes mellitus
- Schwangerschaft oder Stillzeit

- Drogen- oder Alkoholabusus
- Geschäftsunfähigkeit bzw. Unvermögen Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie zu verstehen

2.2.3 Rekrutierungsverfahren

Die Identifikation geeigneter Probanden nahm der BMW-interne Gesundheitsdienst vor, da aus Datenschutzgründen ein Zugriff von dritter Seite nicht gewährt wurde. Den dafür notwendigen medizinischen Daten, wie Angaben zur körperlichen Aktivität, Anthropometrie und zum metabolischen Profil, lag eine Erhebung im Rahmen des BMW-Forum-Gesundheit im Frühjahr 2007 zugrunde. Die Selektion erfolgte auf der Grundlage der oben genannten Ein- bzw. Ausschlusskriterien. Zur Kontaktierung der potentiellen Teilnehmer wurden E-Mails durch den BMW-Gesundheitsdienst verschickt. Das elektronische Anschreiben enthielt ausführliche Informationen zum Hintergrund, Ablauf und Ziel der Studie, Hinweise zum Datenschutz und zur freiwilligen Teilnahme sowie eine Einwilligungserklärung. Bei bestehendem Interesse und erklärter Einwilligung wurden die Probanden erneut per E-Mail kontaktiert und gebeten, sich auf der Internetplattform des PHM zu registrieren. Im Anschluss an die Registrierung wurde den Probanden der Physical Activity Readiness Questionnaire¹⁷ (PAR-Q) zur Sporttauglichkeitsprüfung vorgelegt (siehe Kapitel 2.4.2.1).

2.2.4 Stichprobengröße

Grundsätzlich war die Studie auf den primären Endpunkt der Leistung an der anaeroben Schwelle im Rahmen der Ergometrie gepowert. Unter Berücksichtigung einer zu erwartenden^{85, 87, 105, 112} Drop-out-Rate von ca. 40 % ergab sich bei der Kalkulation eine einzuschließende Teilnehmerzahl von n=140.

2.2.5 Randomisierung

Nach Abschluss des Aufnahmeverfahrens erfolgte die Randomisierung der Stichprobe, wobei die Teilnehmer in einem Verhältnis von 3:2 einer Interventions- und einer Kontrollgruppe zugewiesen wurden. Den Teilnehmern der jeweiligen Gruppe wurden unterschiedliche Leistungskomponenten angeboten:

Interventionsgruppe:

- Beratung zum gesundheitlichen Nutzen und sinnvollen Aufbau körperlicher Aktivität
- Zugang zur Internetplattform des PHM mit Dokumentationsmöglichkeit für absolvierte Trainingseinheiten (Abb.1)
- Trainingsplan mit Vorgaben zu Art, Umfang, Dauer und Intensität des Trainings
- Trainerkontakt während der Interventionsphase und telefonisches Zwischengespräch nach 6 Wochen

Personal Health Manager

Übersicht Trainingsplan Nachrichten & Kontakt Einstellungen Hilfe

Übersicht

< September 2007 >

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
27	28	29	30	31	1 Laufen Anzeigen	2
3 Laufen Anzeigen	4	5 Kraft Abgesagt	6	7	8 Laufen Anzeigen	9
10 Laufen Abgesagt	11	12 Kraft Anzeigen	13	14	15 Laufen Anzeigen	16
17 Laufen Verschieben Absagen	18	19 Kraft Verschieben Absagen	20	21	22 Laufen Starten Verschieben Absagen	23
24 Laufen Starten Verschieben Absagen	25	26 Kraft Starten Verschieben Absagen	27	28	29 Laufen Starten Verschieben Absagen	30

Abb.1 Screenshot PHM: Probandenansicht des Trainingsplanes

Kontrollgruppe:

- Beratung zum gesundheitlichen Nutzen und sinnvollen Aufbau körperlicher Aktivität
- Zugang zur Internetplattform des PHM mit Dokumentationsmöglichkeit für absolvierte Trainingseinheiten
- Keine Vorgaben zu Art, Umfang, Dauer und Intensität des Trainings
- Kein Trainerkontakt während der Interventionsphase

2.3 Zeitlicher Ablauf und Rahmengestaltung (Abb.2)

Im Anschluss an die erfolgreiche Rekrutierung und Randomisierung erging an die Probanden eine Einladung zu einer ca. 90-minütigen Einführungs- und Schulungsveranstaltung (Termin 1) am Zentrum für Prävention und Sportmedizin der Technischen Universität München. Es fanden separate Schulungen für Teilnehmer der Interventions- und Kontrollgruppe statt. Im Rahmen der Veranstaltung wurden die Komponenten und Risiken des metabolischen Syndroms beleuchtet sowie Möglichkeiten der Prävention, insbesondere durch körperliche Aktivität und einen gesünderen Lebensstil aufgezeigt. Des Weiteren erhielten die Probanden detaillierte Informationen zu Inhalt und Ablauf des Programmes sowie zur Bedienung der PHM-Software. Abschließend übergab man den Teilnehmern eine Zusammenfassung der Informationen und das Buch mit dem Titel „Die Heilkraft des Sports. Mit Spaß und Freude mehr Sport“⁶⁴.

Im Anschluss an die Schulungen folgten Mitte April 2008 die ersten Untersuchungen. Zu diesem Zweck standen Räumlichkeiten im BMW-internen Fitnessstudio „Back Up Center“ zur Verfügung. Pro Teilnehmer wurde ein morgendlicher Termin zur Blutabnahme, Ausgabe des Schrittzählers und Erfassung der anthropometrischen Daten vereinbart (Termin 2). Die spiroergometrische Leistungsdiagnostik und Herausgabe der Pulsuhr erfolgte nachmittags (Termin 3).

Parallel zu den Untersuchungen bekamen die Teilnehmer die Fragebögen zur körperlichen Aktivität und Lebensqualität in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.

Nach Abschluss der Eingangsuntersuchungen startete Ende April 2008 die 12-wöchige Interventions- bzw. Kontrollphase.

Anfang Juni 2008 wurden die Probanden der Interventionsgruppe in einem telefonischen Zwischengespräch zu ihrer bisherigen Zufriedenheit mit dem Ausdauer- und Krafttrainingsplan befragt. Zudem war es Aufgabe der Trainer, sich nach Ursachen für nicht durchgeführte Trainingseinheiten zu erkundigen, um mögliche Probleme frühzeitig angehen zu können. Letztlich hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, Fragen zum Trainingsplan zu stellen.

Entsprechend den Eingangsuntersuchungen vor Beginn der Intervention erfolgten nach deren Ende, Anfang August 2008, erneut Anthropometrie, Blutabnahme und Leistungsdiagnostik (Termin 4/5). Zudem wurden den Probanden die Schrittzähler nochmals für 7 Tage ausgehändigt sowie die Fragebögen zur körperlichen Aktivität und Lebensqualität zur Verfügung gestellt.

Um den Teilnehmern eine Diskussionsgelegenheit mit den Leitern der Studie zu ermöglichen, fand zudem eine ca. 60-minütige Abschlussveranstaltung statt (Termin 6). Zu diesem Anlass präsentierte man den Probanden auch erste Ergebnisse der Studie.

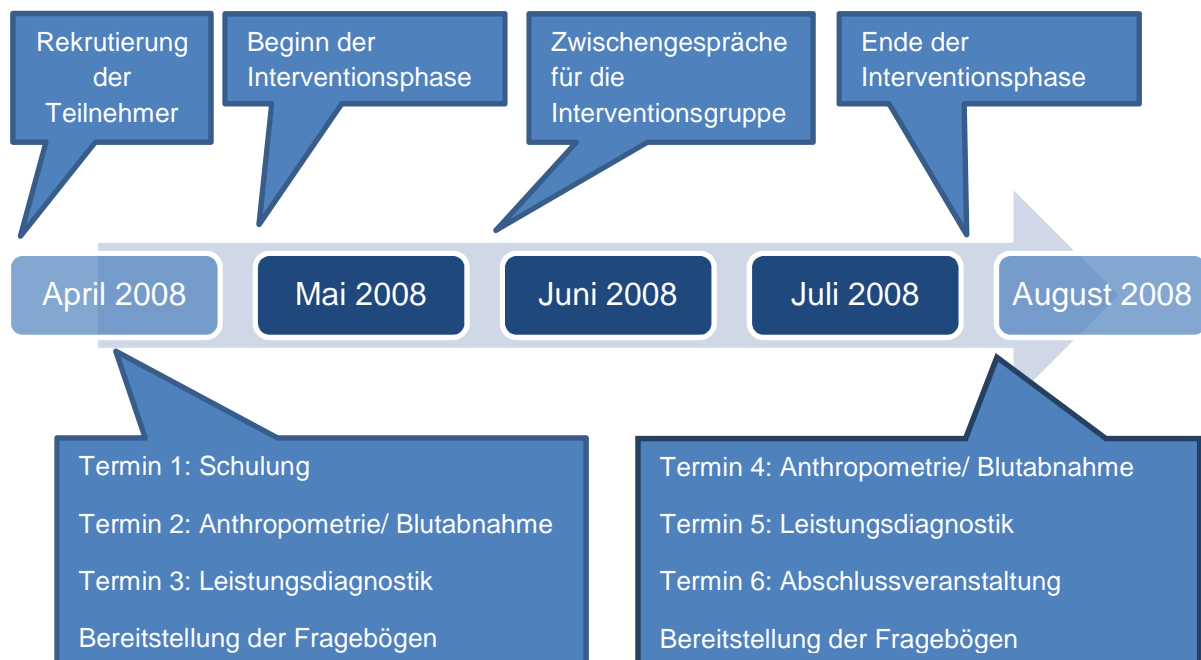


Abb.2 Zeitlicher Ablauf und Rahmengestaltung der Studie

2.4 Untersuchungen und Fragebögen

2.4.1 Untersuchungen

2.4.1.1 Anthropometrie

Die Bestimmung von Körpergröße, Körpergewicht, BMI, prozentualem Körperfettanteil, Bauchumfang, Hüftumfang sowie die Messung des systolischen und diastolischen Blutdrucks erfolgten sowohl vor Beginn (Termin 2) als auch nach Beendigung der Interventionsphase (Termin 4) nach identischem Schema.

Die Anthropometrie wurde morgens am nüchternen und bis auf die Unterwäsche entkleideten Teilnehmer durchgeführt.

Ein handelsübliches Maßband diente der Erfassung von Bauch- und Hüftumfang. Der Bauchumfang wurde, entsprechend der aktuellen Guideline der European Society of Cardiology³², an der weitesten Stelle des Bauches zwischen unterster Rippe und Spina iliaca anterior superior und der Hüftumfang an der weitesten Stelle der Hüfte zwischen Darmbeinkamm und Genitale auf 0,5 cm genau gemessen. Die Ergebnisse fanden bei der Berechnung des Taille-Hüft-Verhältnisses (waist-to-hip ratio) Verwendung. Zur Ermittlung des Körpergewichts und des prozentualen Körperfettanteils stand eine kombinierte Körpergewichts- und Körperfettwaage des Typs OMRON BF500 (OMRON Medizintechnik Handelsgesellschaft mbH, Mannheim, Deutschland), mit einer Messgenauigkeit von 0,1 kg bzw. 0,1 %, zur Verfügung. Die Größe der Teilnehmer wurde barfuß, mit dem Rücken zur Wand stehend, mittels eines senkrecht zum Boden ausgerichteten Längenmessgerätes mit Messschieber bestimmt. Aus den gewonnenen Daten errechnete sich der BMI nach folgender Formel:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]}{\text{Körpergröße}^2 \left[\frac{\text{m}^2}{\text{m}^2} \right]}$$

Die Erfassung des systolischen und diastolischen Blutdrucks erfolgte am sitzenden Teilnehmer, nach einer fünfminütigen Ruhephase, mittels einer auf Herzhöhe des rechten Oberarms befestigten Blutdruckmanschette. Dabei kam das indirekte automatische Blutdruckmessgerät vom Typ Omron M9 (OMRON Medizintechnik Handelsgesellschaft mbH, Mannheim, Deutschland) zum Einsatz.

2.4.1.2 Blutabnahme

Abnahme und Analyse des Blutes wurden sowohl vor Beginn (Termin 2) als auch nach Beendigung der Interventionsphase (Termin 4) auf einheitliche Art und Weise durchgeführt.

Die venöse Blutabnahme fand morgens, in nüchternem Zustand, nach mindestens achtstündiger Nahrungskarenz statt. Nach kurzer Venostase, Desinfektion der Punktionsstelle und Punktion einer Ellenbeugenvene, entnahm man je Proband Blut für ein Serum- und ein Vollblutröhrchen. Zur Verwendung kamen 2,7 ml EDTA-Monovetten zur Bestimmung des HbA1c-Wertes sowie 7,5 ml Serum-Monovetten zur Bestimmung des Gesamt-, LDL-, HDL-Cholesterins, der Triglyzeride und der Glukose. Die laborchemische Analyse des Blutes wurde am Institut für Klinische Chemie der TU München im Klinikum rechts der Isar durchgeführt.

2.4.1.3 Pedometer

Vor Beginn sowie am Ende der Intervention erhielten die Teilnehmer einen Schrittzähler vom Typ Omron Walking Style Pro (OMRON Medizintechnik Handelsgesellschaft mbH, Mannheim, Deutschland) oder Silva Pedometer Plus (Silva Deutschland GmbH, Oberursel, Deutschland). Sie bekamen die Instruktion, diesen tagsüber, wenn möglich ohne Unterbrechung, in waagrechter Stellung am Gürtel oder Hosenbund zu tragen. Die Tragedauer betrug jeweils 7 Tage. Das Pedometer diente dabei ausschließlich der Zählung der Schritte.

2.4.1.4 Spiroergometrie

Jeder Proband nahm im Rahmen der Studie an zwei Spiroergometrien teil. Die erste fand vor Beginn (Termin 3) der Intervention, die zweite direkt im Anschluss (Termin 5) daran statt.

Zur Durchführung standen Räumlichkeiten des BMW-eigenen Backup-Centers sowie drei Fahrradergometer der Marke Technogym (Technogym, Ergoldsbach, Deutschland) zur Verfügung. Zur Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme $VO_2\max$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) wurde ein Ergospirometer „Metalyzer“ (Cortex Biophysik GmbH, Leipzig, Deutschland) eingesetzt. Das Gerät beinhaltet Sensoren für O_2 und

CO₂, einen Druckmesser sowie ein Thermometer. Eine Flussturbine im Mundstück der Atemmaske misst den Luftfluss der geatmeten Luft.

Jeweils am Morgen, vor Beginn der Leistungsdiagnostik, erfolgten das Eichen des Gerätes mittels eines 1-Liter Kalibrationskolbens sowie die Bestimmung des aktuellen Luftdrucks.

Vor Beginn der Belastung wurden Sattel- und Lenkerposition des Fahrradergometers individuell angepasst, geeignete Masken für die Spirometrie ausgewählt, luftdicht über Mund und Nase angebracht und, zur Überwachung der Herzfrequenz, Pulsgurte der Marke POLAR auf Herzhöhe angelegt. Die Teilnehmer hatten die Vorgabe, die optimale Trittfrequenz von 60 bis 80 Umdrehungen pro Minute einzuhalten.

Der Leistungsdiagnostik lag das Konzept eines Stufentests zu Grunde. Beginnend mit einer Einstiegsbelastung von 50 Watt erfolgte jeweils im Abstand von drei Minuten eine Steigerung um 30 Watt. Am Ende einer Stufe schloss sich die Entnahme eines Kapillarröhrchens Blut zur späteren Laktatbestimmung an. Während der Belastung war eine kontinuierliche Kontrolle von Sauerstoffaufnahme, CO₂-Abgabe, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen, Herzfrequenz und Leistung gegeben. Der Test endete, wenn die subjektive kardiopulmonale und/oder muskuläre Ausbelastung des Teilnehmers erreicht war. Die aus der Leistungsdiagnostik gewonnenen Daten wurden an einen PC mit der Software "Cortex Metasoft" übertragen, bearbeitet und gespeichert. Mit Hilfe dieser Daten berechnete der PC die maximale Leistung (P_{max}, in Watt), die Leistung an der individuellen anaeroben Schwelle (PIAS, in Watt), die maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max, in l) sowie die maximale Herzfrequenz (HF_{max}) eines jeden Teilnehmers. Für die maximale Leistung, die Leistung an der individuellen anaeroben Schwelle und die maximale Sauerstoffaufnahme wurden zusätzlich die Werte pro kg Körpergewicht ermittelt. Die Auswertung der Laktatwerte lieferte zudem die individuelle anaerobe Schwelle. Die maximal erreichte Herzfrequenz diente als wichtigste Größe zur Ausrichtung des Ausdauertrainings.

2.4.2 Fragebögen

Alle Fragebögen erreichten die Teilnehmer ausschließlich auf elektronischem Weg. Sie wurden, bis auf den PAR-Q, sowohl vor Beginn als auch nach Beendigung der Intervention ausgefüllt.

2.4.2.1 PAR-Q

Im Anschluss an die Registrierung und vor endgültiger Aufnahme in die Studie, erhielten die Probanden den validierten¹⁷ und von der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention empfohlenen²² PAR-Q (siehe Anhang 1). Mit seiner Hilfe wurde vor Aufnahme der regelmäßigen körperlichen Aktivität die Sporttauglichkeit der möglichen Teilnehmer geprüft. Dabei dienen sieben Fragen zu Vorerkrankungen oder Symptomen im Zusammenhang mit körperlicher Belastung dazu, gesundheitliche Risiken im Vorfeld aufzudecken. Wurde dabei mindestens eine der sieben Fragen mit „ja“ beantwortet, musste sich der Teilnehmer die Sportunbedenklichkeit durch den Haus- oder Betriebsarzt bescheinigen lassen. Andernfalls wurde er von der Studie ausgeschlossen.

2.4.2.2 Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität

Der validierte²⁷ Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität lag den Teilnehmern als 8 Items umfassende Kurzversion vor (siehe Anhang 2). Die Items erfassen Art, Dauer und Häufigkeit verschiedener Alltags- und Sportaktivitäten der vergangenen Woche bzw. des vergangenen Monats. Erfragt werden körperliche Belastungen während der Berufstätigkeit, Basisaktivitäten wie Gehen, Fahrradfahren, Gartenarbeit und Treppensteigen, Sportaktivitäten und Freizeitaktivitäten wie Tanzen und Kegeln.

Die Auswertung erfolgt in Anlehnung an das Kompendium zur körperlichen Aktivität von Barbara Ainsworth mit Hilfe der metabolischen Äquivalenten (MET) verschiedener Bewegungsformen². 1 MET entspricht dem Energieumsatz eines ruhig sitzenden Erwachsenen von 3,5 ml Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht pro Minute bzw. von 1 kcal je Kilogramm Körpergewicht pro Stunde¹. Jeder aktivitätsspezifische MET-Wert wird mit der persönlichen Durchführungszeit in der Woche multipliziert und damit zu einem individuellen Aktivitätsumsatz umgerechnet. Dem persönlichen Aktivitätsumsatz entsprechend erhält jeder Teilnehmer Punkte im Freiburger Fragebogen (siehe Anhang 2).

Die erzielten Punkte können folgenden übergeordneten Kategorien zugewiesen werden:

- Sportaktivität (Frage 6 und 7):
Hierbei handelt es sich um Sportarten im klassischen Sinne, die regelmäßig ausgeführt werden und in erster Linie der Erhaltung oder Verbesserung der persönlichen Fitness dienen.
- Basisaktivität (Frage 2a, 3a, 4 und 5):
Basisaktivitäten ergeben sich aus dem unmittelbaren Tagesverlauf und zeichnen sich durch niedrige bis moderate Belastungsintensitäten aus. Dazu zählen zurückgelegte Wege (zu Fuß oder per Rad), Treppensteigen und Gartenarbeit.
- Freizeitaktivität im engeren Sinne (Frage 2b, 3b und 8):
Diese Kategorie umfasst gezielte und hauptsächlich wegen ihres Erlebnis- oder Erholungswertes ausgeführte Aktivitäten mit einem eher geringen Belastungsniveau. Zu ihnen werden Spaziergänge, Spazierfahrten (Rad), Tanzen und Kegeln (Bowling) gerechnet.
- Gesamtaktivität (Frage 2-8):
Hierunter werden alle oben genannten Aktivitäten zusammengefasst.

Aufgrund ihrer Ähnlichkeit wurden in dieser Doktorarbeit Basis- und Freizeitaktivität gemeinsam unter dem Begriff Alltagsaktivität erfasst und ausgewertet.

Neben der Bewertung der einzelnen Aktivitätskategorien kann jedem Teilnehmer zudem ein allgemeiner Aktivitätslevel zugewiesen werden. Die Einteilung in die entsprechenden Level "Ausreichend aktiv", "Mindestanforderung erfüllt" und "Viel zu wenig aktiv" erfolgt über die Vergabe verschiedener Punktzahlen. Stufe 1 „Ausreichend aktiv“ erfordert mindestens 30 Gesamtpunkte oder 14 Sportpunkte. Um Stufe 2 „Mindestanforderung erfüllt“ zu erreichen, benötigt man zwischen 14 und 29 Gesamtpunkte. „Viel zu wenig aktiv“ ist man bei einer Gesamtpunktzahl unter 14.

2.4.2.3 SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand

Der sehr gut validierte¹³ Short Form 36 Health Survey Questionnaire (SF-36) ist ein krankheitsübergreifendes Messinstrument, das sich für die Untersuchung der subjektiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität verschiedener Stichproben, unabhängig vom Gesundheitszustand, eignet (siehe Anhang 3). Der Fragebogen enthält 36 geschlossene Fragen, welche den folgenden acht Skalen zugeordnet werden: Körperliche Funktionsfähigkeit, Körperliche Rollenfunktion, Körperliche Schmerzen, Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, Soziale

Funktionsfähigkeit, Emotionale Rollenfunktion und Psychisches Wohlbefinden. Die ersten vier Skalen können zur körperlichen und die letzten vier zur psychischen Summenskala zusammengefasst werden. Bei allen Sub- und Summenskalen des SF-36 bedeutet ein hoher Punktwert einen besseren und ein niedriger Punktwert einen schlechteren Gesundheitszustand.

2.5 Intervention

2.5.1 Interventionsgruppe

2.5.1.1 Trainingsplan

Im Anschluss an die Eingangsuntersuchungen (Termin 2/3) erhielt jeder Teilnehmer der Interventionsgruppe einen persönlichen Trainingsplan.

Der Trainingsplan gab durchschnittlich 2-3 Ausdauer- und 1-2 Kraftereinheiten pro Woche vor. Das Verschieben von Einheiten innerhalb einer Woche war im Rahmen festgelegter Bedingungen möglich. Zur Kontrolle der Trainingsintensität bekam jeder Proband einen Herzfrequenzbereich vorgegeben, der während des Trainings nach Möglichkeit eingehalten werden sollte. Die Berechnung des individuellen Herzfrequenzbereiches erfolgte mit Hilfe der Karvonen-Formel⁴³:

$$\text{Herzfrequenz} = (\text{maximale Herzfrequenz} - \text{Ruhepuls}) \times \text{Faktor} + \text{Ruhepuls}.$$

Die maximale Herzfrequenz lieferte der in der Leistungsdiagnostik individuell ermittelte Wert. Die Bestimmung des aktuellen Ruhepulses nahmen die Probanden selbst vor, indem sie, den Anweisungen des Trainers entsprechend, morgens im Bett liegend an der Arteria radialis die Pulsschläge pro Minute ertasteten. Das Ergebnis wurde den Trainern regelmäßig über die PHM-Software mitgeteilt und in die Trainingssteuerung miteinbezogen. Der in der Karvonen-Formel einzusetzende Faktor besitzt in Abhängigkeit von Ausdauersportart und Trainingsbereich unterschiedliche Größen und wurde durch die PHM-Software automatisch bestimmt. Nachfolgende Tabelle (Tab.1) zeigt exemplarisch die Berechnung des individuellen Herzfrequenzbereichs für die Sportart Radfahren.

Tab.1 Individueller Herzfrequenzbereich für die Sportart Radfahren nach der Karvonen-Formel

Trainingsbereich	Untergrenze	Obergrenze
Regenerationsbereich	$(HF_{max}-RP)*0,40+RP$	$(HF_{max}-RP)*0,52+RP$
Grundlagenausdauer 1	$(HF_{max}-RP)*0,52+RP$	$(HF_{max}-RP)*0,65+RP$
Grundlagenausdauer 2	$(HF_{max}-RP)*0,65+RP$	$(HF_{max}-RP)*0,77+RP$
Entwicklungsbereich	$(HF_{max}-RP)*0,77+RP$	$(HF_{max}-RP)*0,90+RP$
Schwellenbereich	$(HF_{max}-RP)*0,90+RP$	$(HF_{max}-RP)*0,95+RP$

HFmax: maximale Herzfrequenz, **RP:** Ruhepuls

Zur eigenständigen Überprüfung des empfohlenen Herzfrequenzbereiches wurde jedem Teilnehmer vor Beginn der Intervention eine Pulsuhr des Typs Polar FS 2c (Polar Electro GmbH Deutschland, Büttelborn, Deutschland) oder Polar S725X (Polar Electro GmbH Deutschland, Büttelborn, Deutschland) mit dazugehörigem Pulsgurt ausgegeben. Die Ausdauerseinheiten konnten auf dem Crosstrainer und Stepper oder in den Disziplinen Laufen, Walken, Radfahren und Rudern absolviert werden.

Bei den Kräfteinheiten standen Übungen mit oder ohne Geräte zur Auswahl. In den ersten zwei Trainingswochen fand jeweils ein Zirkeltraining von 7 Kraftübungen statt. Ab der dritten Woche konnte der Trainierende dann zwei Runden des Kraftzirkels ableisten. Für den Kraftzirkel mit Geräten waren folgende Übungen vorgesehen: Bankdrücken, Rudern, Beinbeuge, Beinpresse, Bauchmaschine, Rückenstrecker und Latissimuszug. Analoge Übungen wurden für den Kraftzirkel ohne Geräte angeboten.

Bei Interesse hatte jeder Teilnehmer die Möglichkeit, die Kraft- und Ausdauergeräte des BMW-eigenen Fitnessstudios „Backup Center“ zu nutzen. Die Einweisung in die Geräte erfolgte durch Mitarbeiter des Fitnessstudios. Das Nutzungsrecht wurde gegen einen ermäßigten Beitrag von 20 Euro erteilt und war auf die Interventionszeit beschränkt.

Um das Trainingsziel der ersten Woche zu erreichen, mussten die Teilnehmer die gesundheitswirksame Aktivität von mindestens 600 MET pro Woche absolvieren. Bei Erfüllung des jeweiligen Wochenziels konnte die Trainingsintensität optional beibehalten oder gesteigert werden. Bei Nichterfüllung des wöchentlichen Trainingspensums musste der entsprechende Zyklus wiederholt werden.

2.5.1.2 Das PHM-Programm

Über die Internetplattform des PHM-Programms erfolgte einerseits die Trainingssteuerung und -überwachung durch die Trainer, andererseits die Dokumentation und Einsicht der absolvierten Einheiten durch die Teilnehmer.

Das Programm konnte von den Probanden über die Website www.personalhealthmanager.de jederzeit mit jedem internetfähigem Computer aufgerufen werden. Nach Eingabe von Benutzername und Kennwort hatten die Teilnehmer der Interventionsgruppe Zugang zu ihrem privaten Bereich mit persönlichem Trainingsplan. In einer Kalenderansicht wurde den Teilnehmern eine Übersicht der zu absolvierenden Kraft- und Ausdauereinheiten der jeweiligen Trainingswoche dargeboten. Detaillierte Informationen zu Art, Umfang, Intensität und Technik der Übungen standen in Untermenüs zur Verfügung. Die Kraftübungen wurden zusätzlich anhand von Bildmaterial veranschaulicht. Die Dokumentation abgeleiteter Einheiten erforderte Angaben zum Zeitpunkt, zur Art der Durchführung, zur Zufriedenheit mit der Übung, zum Belastungsempfinden und zur erreichten Herzfrequenz während der Einheit.

Um eine individuelle Anpassung der Belastungsintensität an die Leistungsfähigkeit der Teilnehmer zu ermöglichen, war zudem eine regelmäßige Eingabe des aktuellen Ruhepulses notwendig.

Bestanden technische Probleme, konnten die Teilnehmer über die Internetplattform via E-Mail (info@personalhealthmanager.de, support@personalhealthmanager.de) Kontakt zu den Informatikern aufnehmen. Bei medizinischen Fragen und Unklarheiten bezüglich des Trainingsplanes waren die betreuenden Trainer und Ärzte über eine separate E-Mail Adresse (coach@personalhealthmanager.de) zu erreichen. Über das Portal eingehende Anfragen wurden in der Regel innerhalb von 24 Stunden beantwortet.

Die Betreuer hatten über das PHM-Programm die Möglichkeit, den Trainingsfortschritt jedes einzelnen Probanden einzusehen, wobei ein Ampelsystem die Übersichtlichkeit verbesserte (Abb.3). So signalisierte das Aufleuchten eines gelben oder roten Lichtes, dass ein bzw. mehrere Trainingseinheiten nicht im vorgeschriebenen Umfang erfüllt oder ausgelassen wurden. Auf diese Weise

konnten die Betreuer mögliche Probleme frühzeitig erkennen und gegebenenfalls per Email Kontakt zu dem Betroffenen aufnehmen.

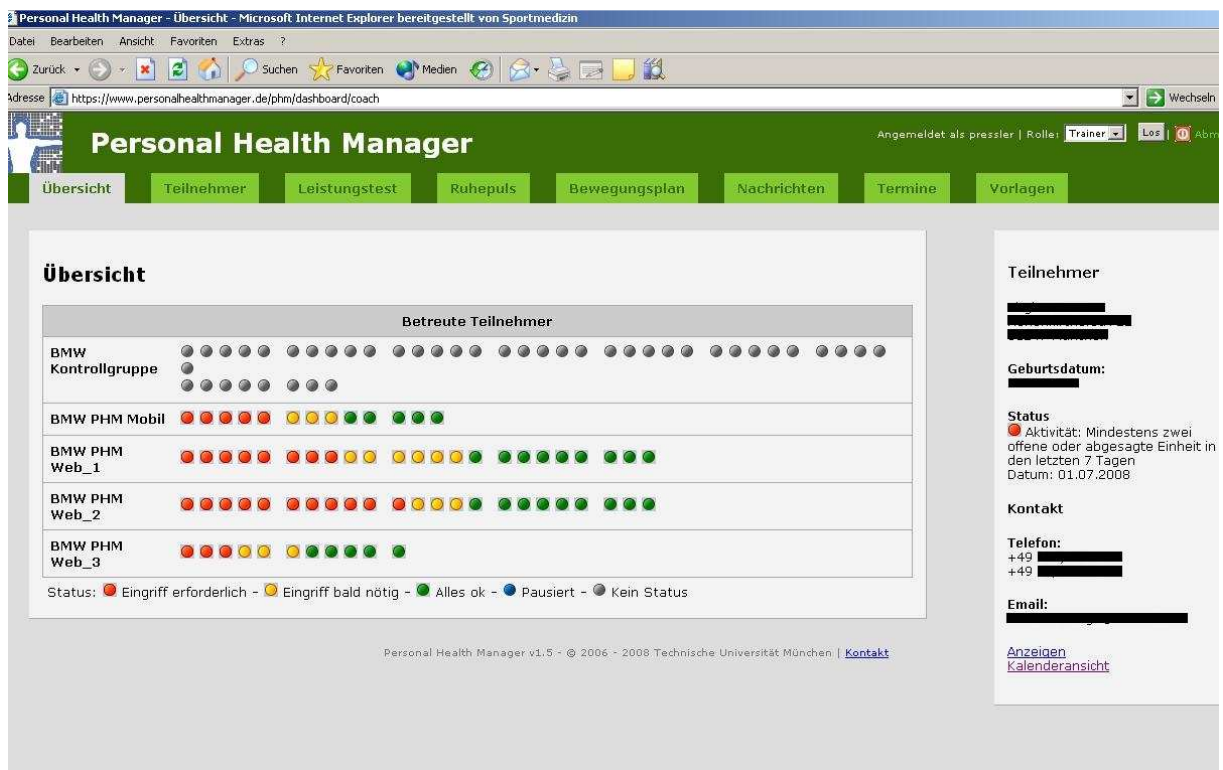


Abb.3 Screenshot PHM: Traineransicht der betreuten Teilnehmer

2.5.2 Kontrollgruppe

2.5.2.1 Trainingsplan

Analog zur Interventionsgruppe erhielten die Teilnehmer der Kontrollgruppe im Rahmen der Schulung (Termin 1) eine Beratung zum sinnvollen Aufbau körperlichen Trainings sowie das Buch mit dem Titel „Die Heilkraft des Sports. Mit Spaß und Freude mehr Sport“. Die Gestaltung des Trainingsplanes erfolgte selbständig ohne Vorgaben zu Art, Umfang und Dauer der Einheiten. Der vorgeschlagene Herzfrequenzbereich diente als Orientierung für die Intensität der Übungen und konnte mittels der ausgeteilten Pulsuhren überprüft werden.

Den Probanden stand es ebenfalls offen, im BMW-eigenen Fitnessstudio „Backup Center“ nach Einweisung durch die Mitarbeiter zu trainieren. Das Nutzungsrecht wurde gegen einen ermäßigten Beitrag von 20 Euro erteilt und war auf die Interventionszeit beschränkt.

2.5.2.2 Das PHM-Programm

Das Internetportal des PHM-Programms stellte für die Teilnehmer der Kontrollgruppe lediglich eine Dokumentationsmöglichkeit für absolvierte Trainingseinheiten dar. Die Auswahl des Trainingstages erfolgte in einer Kalenderansicht. Über ein seitliches Menü konnten die Aktivitätsart (Kraft oder Ausdauer), das entsprechende Intensitätslevel und die Trainingsdauer ausgewählt werden. Des Weiteren bestand die Möglichkeit, Zusatzaktivitäten wie Spielsportarten zu dokumentieren. Trainingsvorgaben oder Wochenziele erhielten die Probanden nicht. Bei allgemeinen und technischen Fragen standen die E-Mail-Adressen info@personalhealthmanager.de und support@personalhealthmanager.de zur Verfügung. Eine direkte Kontaktaufnahme zu den Trainern via Email (coach@personalhealthmanager.de) oder Nachrichtenformular bzw. ein Zwischenfeedback durch die Trainer war nicht vorgesehen.

2.6 Statistische Planung und Auswertung

2.6.1 Auswertung

Mittelwerte bzw. Mediane, Standardabweichungen bzw. Interquartilbereiche, Varianz, Minima, Maxima und Häufigkeiten wurden mittels deskriptiver Statistik berechnet. Baseline-Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests geprüft. Den Nachweisen zur Normalverteilung lag der Kolmogorov-Smirnov-Test zu Grunde. Ergab sich eine Normalverteilung, kam anschließend der T-Test für verbundene und unverbundene Stichproben, bei nicht-normalverteilten Variablen der Mann-Whitney-Test für unverbundene und der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben zur Anwendung. Bivariate Korrelationen zwischen zwei metrischen Variablen wurden in Abhängigkeit der Grundverteilung nach Pearson oder nach Spearman-Rho berechnet. Zusammenhänge zwischen kategorialen Variablen wurden mittels Chi-Quadrat-Test getestet.

Das Signifikanzniveau wurde bei 5 % festgelegt. In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Markierung signifikanter Ergebnisse, in Abhängigkeit von der Irrtumswahrscheinlichkeit „p“, mit einem, zwei oder drei Sternen:

$p \leq 0,05$: signifikant (*)

$p \leq 0,01$: sehr signifikant (**)

$p \leq 0,001$: höchst signifikant (***)

In den nachstehenden Auswertungen folgt auf die Angabe des Medians die Interquartilspanne, wobei der erste Wert das 0,25-Quantil ($Q_{.25}$) und der zweite Wert das 0,75-Quantil ($Q_{.75}$) repräsentiert. Beispiel: 5,50 (1,10 – 9,00) entspricht Median ($Q_{.25}$ - $Q_{.75}$). An Mittelwerte schließt sich die Standardabweichung an. Beispiel: $28,58 \pm 2,90$ entspricht Mittelwert \pm Standardabweichung.

Für die statistische Auswertung stand das Programm Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Version 16.0 für Windows zur Verfügung.

3 Ergebnisse

3.1 Rekrutierung und Randomisierung

Insgesamt wurden 1380 mögliche Probanden aus dem Mitarbeiterkreis von BMW per Email angeschrieben. Die ersten 140 registrierten Personen wurden in die Studie aufgenommen und im Zuge der Randomisierung den Subgruppen zugewiesen. 35 Personen erschienen nicht zu den Eingangsuntersuchungen. Die verbliebenen 105 Personen bildeten die Studienpopulation. Im Studienverlauf kam es aufgrund von Zeitmangel, Interessenverlust, medizinischen Problemen und Urlaub zu weiteren Ausfällen, so dass letztlich die Daten von 76 Probanden in der statistischen Auswertung Berücksichtigung fanden (Abb.4).

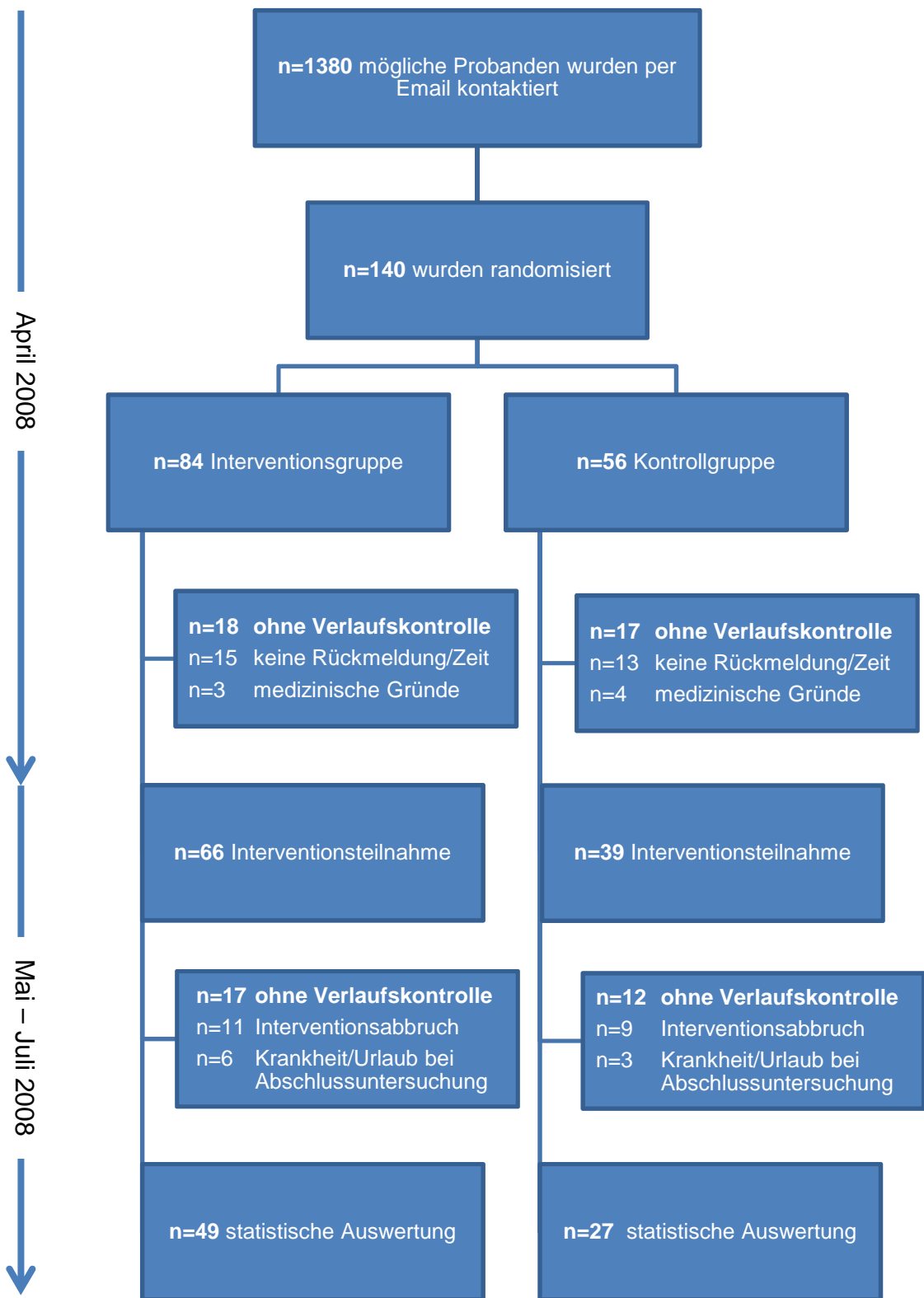


Abb.4 Probandenfluss im Studienverlauf

3.2 Studienpopulation

Die wichtigsten anthropometrischen und metabolischen Daten der Studienpopulation sind in Tabelle 2 dargestellt. Bei allen der ausgewerteten Daten aus Anthropometrie, Labordiagnostik, Leistungsdiagnostik und Fragebögen konnten keine signifikanten Baseline-Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Insgesamt meldeten sich 23 Probanden im BMW-internen Fitnessstudio „Back Up Center“ an (Interventionsgruppe=12, Kontrollgruppe=11; p=0,33).

Tab.2 Mittelwerte mit Standardabweichung der wichtigsten anthropometrischen und metabolischen Werte vor Beginn [t=1] der Intervention

	Interventionsgruppe (n=49)	Kontrollgruppe (n=27)	Gesamtgruppe (n=76)
Geschlecht			
m	43 (88 %)	24 (89 %)	67 (88 %)
w	6 (12 %)	3 (11 %)	9 (12 %)
Alter (Jahre)	46 ± 8	48 ± 9	46 ± 8
Gewicht (kg)	89,6 ± 10,7	90,6 ± 12,1	90,0 ± 11,2
Größe (cm)	177,6 ± 7,8	177,8 ± 5,5	177,7 ± 7,1
BMI (kg/m ²)	28,4 ± 2,1	28,6 ± 2,9	28,4 ± 2,4
Bauchumfang (cm)	100,2 ± 8,1	101,4 ± 9,3	100,6 ± 8,5
Blutdruck (mmHg)			
systolisch	137 ± 15	139 ± 11	138 ± 14
diastolisch	87 ± 11	88 ± 9	87 ± 10
HDL-Cholesterin (mg/dl)	47 ± 11	51 ± 11	48 ± 11
Triglyzeride (mg/dl)	158 ± 83	178 ± 125	165 ± 100
Blutglukose (mg/dl)	86 ± 7	92 ± 11	88 ± 9

Innerhalb der Gesamtgruppe waren bei 66 Teilnehmern (86,8 %) ein vergrößerter Bauchumfang, bei 57 Teilnehmern (75,0 %) erhöhte Blutdruckwerte, bei 31 Teilnehmern (40,8 %) erhöhte Serum-Triglyzerid-Werte, bei 16 Teilnehmern (21,1 %) erniedrigte Serum-HDL-Werte und bei 9 Teilnehmern (11,8 %) erhöhte Nüchtern-Blutzucker-Werte feststellbar.

Bei 3 Teilnehmern (3,9 %) konnte kein Kriterium, bei 11 Teilnehmern (14,5 %) ein, bei 26 Teilnehmern (34,2 %) zwei, bei 27 Teilnehmern (35,5 %) drei, bei

8 Teilnehmern (10,5 %) vier und bei einem Teilnehmer (1,3 %) fünf Kriterien des metabolischen Syndroms nachgewiesen werden.

Entsprechend der Definition⁴ konnte für 36 Probanden (47,4 %) die Diagnose des metabolischen Syndroms gestellt werden.

3.2.1 Interventionsgruppe

Insgesamt lagen bei 43 Teilnehmern (87,8 %) ein vergrößerter Bauchumfang, bei 33 Teilnehmern (67,3 %) erhöhte Blutdruckwerte, bei 18 Teilnehmern (36,7 %) erhöhte Serum-Triglyzerid-Werte, bei 12 Teilnehmern (24,5 %) erniedrigte Serum-HDL-Werte und bei keinem Teilnehmer (0,0 %) erhöhte Nüchtern-Blutzucker-Werte vor.

19 Probanden (38,8 %) der Interventionsgruppe erfüllten die Definition des metabolischen Syndroms (Abb.5).

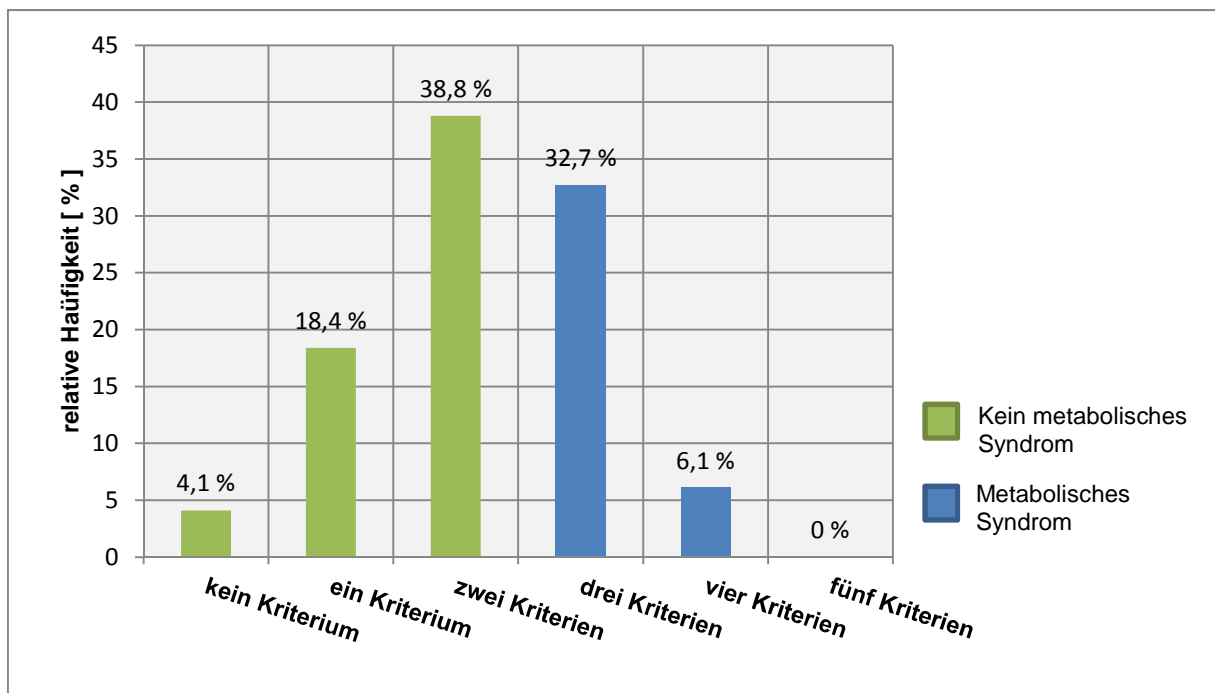


Abb.5 Erfüllung der Kriterien des metabolischen Syndroms innerhalb der Interventionsgruppe

3.2.2 Kontrollgruppe

Bei 24 Teilnehmern (88,8 %) ließen sich erhöhte Blutdruckwerte, bei 23 Teilnehmern (85,2 %) ein vergrößerter Bauchumfang, bei 13 Teilnehmern (48,1 %) erhöhte

Serum-Triglyzerid-Werte, bei 4 Teilnehmern (14,8 %) erniedrigte Serum-HDL-Werte und bei 9 Teilnehmern (33,3 %) erhöhte Nüchtern-Blutzucker-Werte feststellen. 17 Probanden (63,0 %) der Kontrollgruppe entsprachen der Definition des metabolischen Syndroms (Abb.6).

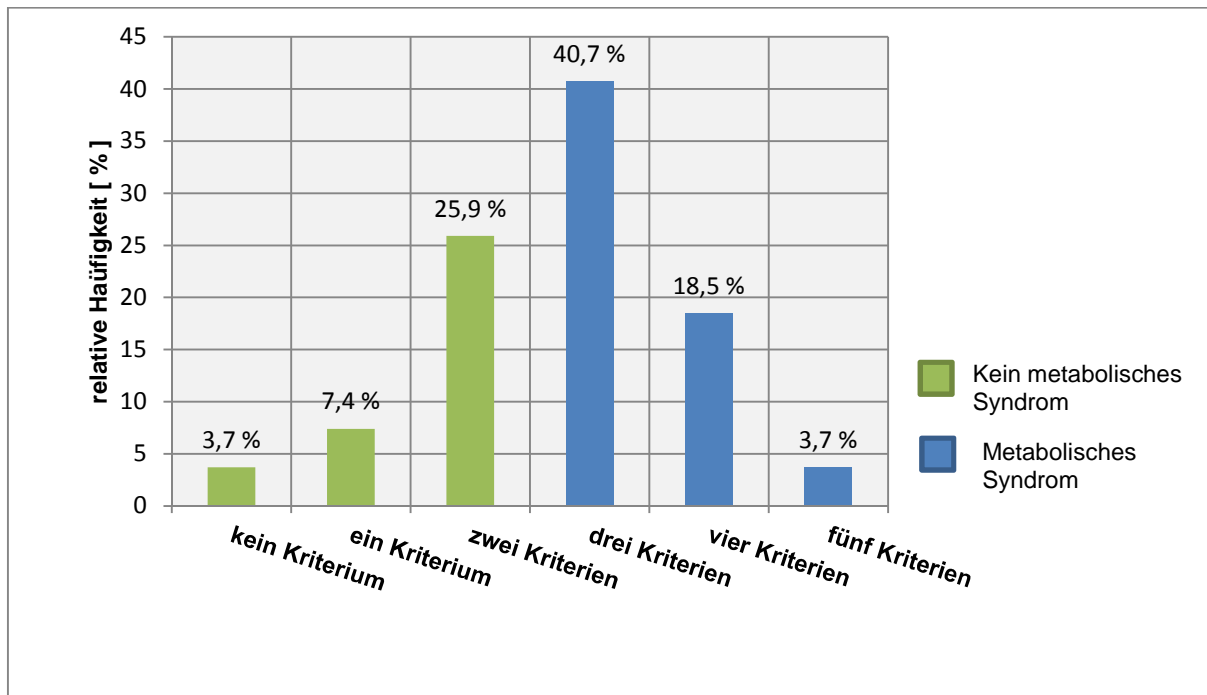


Abb.6 Erfüllung der Kriterien des metabolischen Syndroms innerhalb der Kontrollgruppe

3.3 Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität

3.3.1 Beurteilung des Aktivitätslevels

Der Aktivitätslevel eines jeden Teilnehmers wurde mit Hilfe der im Freiburger Fragebogen erreichten Sport- bzw. Gesamtpunkte ermittelt.

3.3.1.1 Interventionsgruppe

Zu Beginn der Intervention (Abb.7) waren von 49 Teilnehmern der Interventionsgruppe 38 „viel zu wenig aktiv“ und 10 erreichten den Level „Mindestanforderung erfüllt“. Ein Teilnehmer wurde als „ausreichend aktiv“ beurteilt. Nach Abschluss der Intervention (Abb.8) waren nur noch 20 Probanden „viel zu wenig aktiv“, 23 erfüllten die Mindestanforderung und 6 erlangten den Level

„ausreichend aktiv“. Somit konnten 44,9 % der Teilnehmer durch die Intervention ihr Aktivitätsniveau steigern ($p=0,000^{***}$).

3.3.1.2 Kontrollgruppe

Von 27 Probanden der Kontrollgruppe waren vor der Trainingsintervention (Abb.7) 23 „viel zu wenig aktiv“ und 4 erreichten den Level „Mindestanforderung erfüllt“. Kein Teilnehmer konnte als „ausreichend aktiv“ eingestuft werden. Nach Beendigung der Intervention (Abb.8) waren nur noch 15 Probanden „viel zu wenig aktiv“, 11 erfüllten die Mindestanforderungen und ein Teilnehmer wurde als „ausreichend aktiv“ bewertet. Somit konnten 29,6 % der Teilnehmer durch die Intervention ihr Aktivitätsniveau steigern ($p=0,007^{**}$).

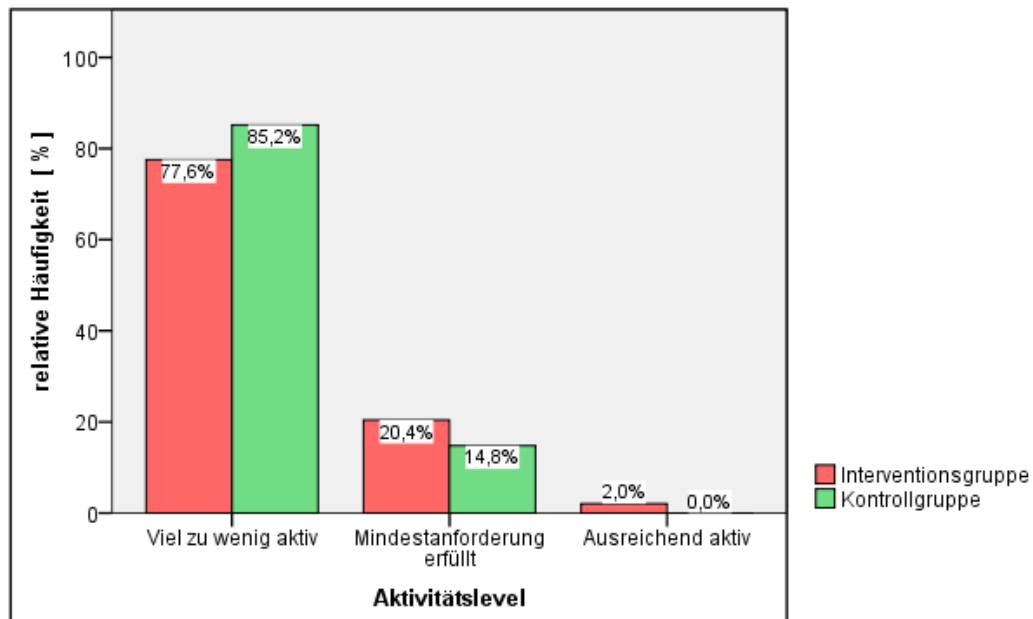


Abb.7 Beurteilung der körperlichen Aktivität vor Beginn [t=1] der Intervention

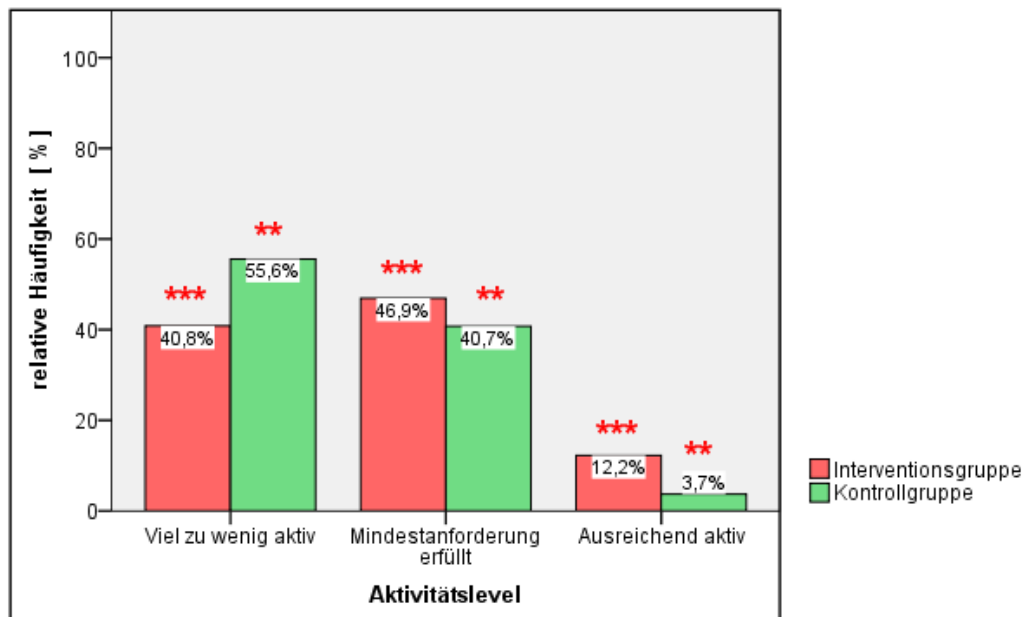


Abb.8 Beurteilung der körperlichen Aktivität nach Abschluss [t=2] der Intervention

3.3.2 Veränderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte

3.3.2.1 Interventionsgruppe

Die Werte der Gesamtpunktskala sowie der Subskalen Alltags-, und Sportpunkte erhöhten sich vom ersten [t=1] zum zweiten [t=2] Untersuchungszeitpunkt bei den Teilnehmern der Interventionsgruppe höchst signifikant (Abb.9). Die Gesamtpunkte stiegen von 7,85 (5,28–13,25) vor der Intervention auf 15,45 (10,10–20,48) nach der Intervention an ($p=0,000^{***}$). Bei den Alltagspunkten kam es zu einer Erhöhung von 4,90 (3,45–6,15) auf 7,75 (5,63–9,20) ($p=0,000^{***}$) und bei den Sportpunkten von 3,5 (0,00–7,00) auf 8,5 (2,25–11,10) ($p=0,000^{***}$).

3.3.2.2 Kontrollgruppe

Eine höchst bzw. sehr signifikante Verbesserung der einzelnen Punkteskalen zeigte sich auch innerhalb der Kontrollgruppe (Abb.9). Bei Betrachtung der Gesamtpunkte ergab sich ein Anstieg von 7,70 (3,70–10,55) auf 13,25 (9,25–18,20) ($p=0,000^{***}$). Die Alltagspunkte zeigten eine Steigerung von 4,20 (3,15–6,35) auf 8,45 (5,05–10,25) an ($p=0,000^{***}$). Die durch sportliche Aktivität erreichten Punkte wuchsen von 1,80 (0,00–5,00) auf 5,50 (1,10–9,00) an ($p=0,005^{**}$).

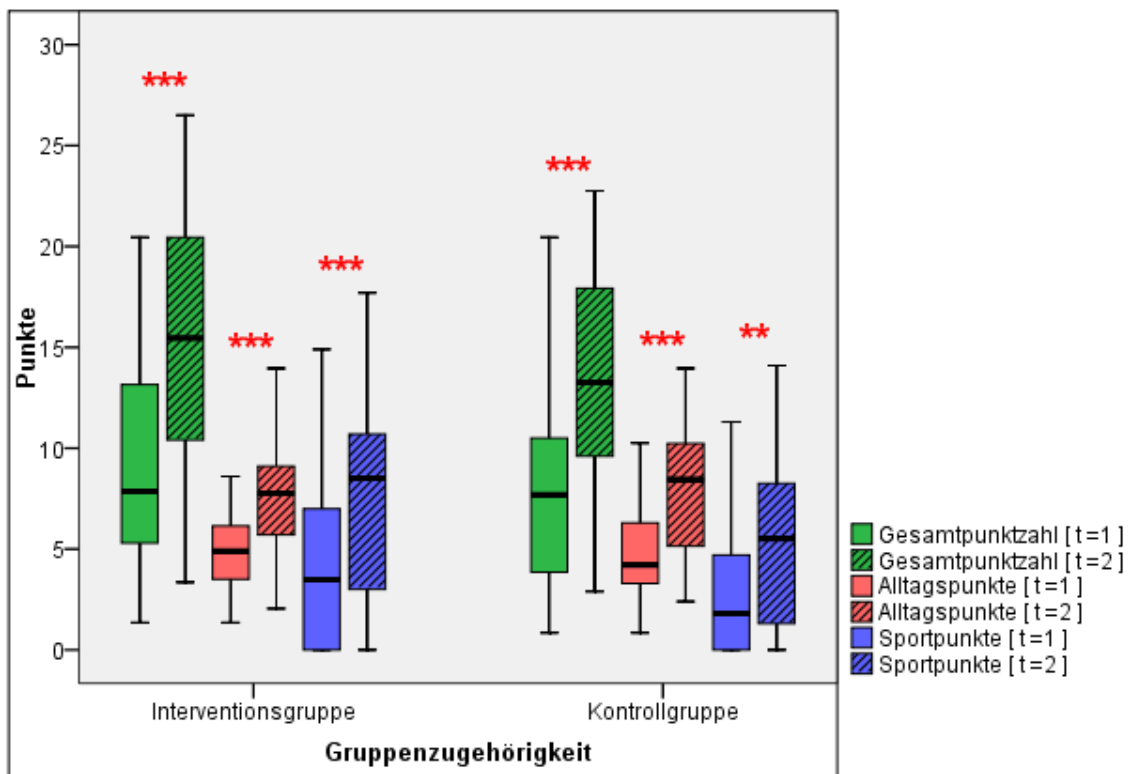


Abb.9 Punkteskalen des Freiburger Fragebogens vor Beginn [t=1] und nach Abschluss [t=2] der Intervention

3.3.2.3 Vergleich Interventions- und Kontrollgruppe

Es wurden die Differenzen zwischen den Ausgangs- und Endwerten der einzelnen Punkteskalen von Interventions- und Kontrollgruppe gegenübergestellt. Dabei konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen bezüglich der Differenz der Gesamtpunkte ($p=0,85$), der Alltagspunkte ($p=0,63$) und der Sportpunkte ($p=0,58$) festgestellt werden.

3.4 Maximale Sauerstoffaufnahme

3.4.1 Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme

3.4.1.1 Interventionsgruppe

Innerhalb der Interventionsgruppe zeigte sich kein signifikanter Effekt des Trainings auf die maximale Sauerstoffaufnahme (Abb.10). Der Median der VO_2max deutete eine steigende Tendenz an von 3,20 (2,79–3,69) auf 3,45 (2,75–4,04) ($p=0,076$).

3.4.1.2 Kontrollgruppe

Auch in der Kontrollgruppe waren bezüglich der $VO_2\text{max}$ keine signifikanten Unterschiede zu beobachten (Abb.10). Der Median änderte seinen Wert von 3,20 (2,64–3,43) vor der Intervention auf 3,28 (3,16–3,75) nach der Intervention ($p=0,269$).

3.4.1.3 Vergleich Interventions- und Kontrollgruppe

Die Gegenüberstellung der $VO_2\text{max}$ -Differenzen erbrachte keine signifikanten Abweichungen zwischen beiden Gruppen ($p=0,825$) (Abb.10).

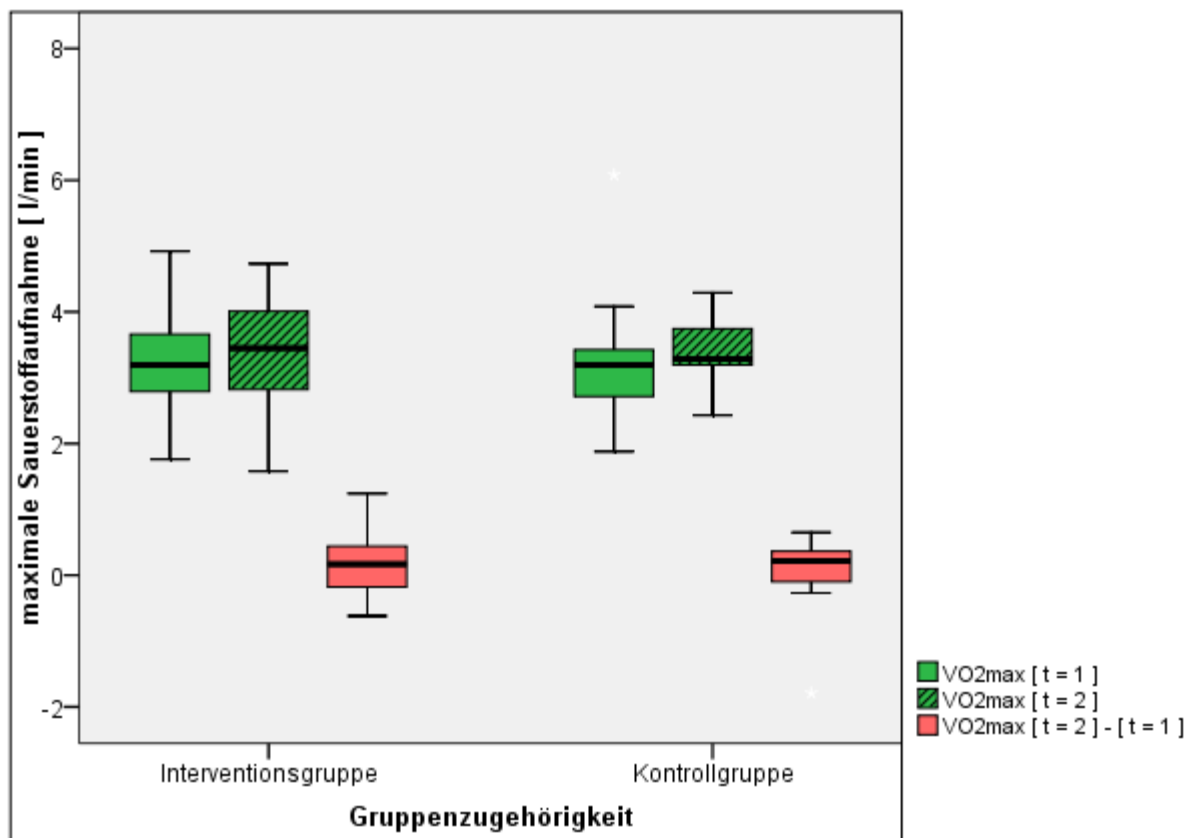


Abb.10 Maximale Sauerstoffaufnahme vor Beginn [t=1] und nach Abschluss [t=2] der Intervention

3.5 Korrelation zwischen Leistungssteigerung und körperlicher Aktivität

Es wurde die Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme mit der Änderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte korreliert.

Die Berechnung innerhalb der Gesamtgruppe, Interventionsgruppe und Kontrollgruppe erbrachte keine signifikanten Korrelationen (Tab.3). Bis auf eine Ausnahme zeigten sich tendenziell sehr schwach positive ($0 \leq r \leq 0,2$) bis schwach positive ($0,2 \leq r \leq 0,4$) Zusammenhänge (Tab.3).

Bei den drei weiteren Berechnungen wurde die Gesamtgruppe in jeweils drei Subgruppen unterteilt (Tab.4–Tab.6). Die Differenzierung erfolgte anhand der Veränderung der einzelnen Punkteskalen des Freiburger Fragebogens. Dabei war zu unterscheiden, ob eine Verbesserung ($\Delta > 0$), eine Stagnation ($\Delta = 0$) oder eine Verschlechterung ($\Delta < 0$) der jeweiligen Punkteskala vorlag. Innerhalb der Subgruppen „ Δ Sportpunkte >0 “ (Tab.4) und „ Δ Gesamtpunkte >0 “ (Tab.6) konnten signifikante, schwach positive Korrelationen ($0,2 \leq r \leq 0,4$) festgestellt werden.

Tab.3 Korrelation r zwischen der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Änderung der Punkteskalen des Freiburger Fragebogens

	Interventionsgruppe (n=49)	Kontrollgruppe (n=27)	Gesamtgruppe (n=76)
	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max
ΔGesamtpunkte	0,106 (p=0,467)	0,257 (p=0,196)	0,128 (p=0,269)
ΔAlltagspunkte	-0,103 (p=0,482)	0,284 (p=0,152)	0,034 (p=0,773)
ΔSportpunkte	0,188 (p=0,195)	0,171 (p=0,393)	0,165 (p=0,155)

Δ : Differenz [t=2] – [t=1], **VO₂max**: maximale Sauerstoffaufnahme

Tab.4 Korrelation r zwischen der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Änderung der Punkteskalen des Freiburger Fragebogens

	ΔSportpunkte>0 (n=49)	ΔSportpunkte=0 (n=10)	ΔSportpunkte<0 (n=17)
	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max
ΔGesamtpunkte	0,305 (p=0,033*)	-0,325 (p=0,360)	0,035 (p=0,893)
ΔAlltagspunkte	0,065 (p=0,656)	-0,325 (p=0,360)	0,196 (p=0,450)
ΔSportpunkte	0,319 (p=0,025*)		-0,257 (p=0,319)

Δ : Differenz [t=2] – [t=1], **VO₂max**: maximale Sauerstoffaufnahme

Tab.5 Korrelation r zwischen der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Änderung der Punkteskalen des Freiburger Fragebogens

	Δ Alltagspunkte>0 (n=63)	Δ Alltagspunkte=0 (n=0)	Δ Alltagspunkte<0 (n=13)
	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max
Δ Gesamtpunkte	0,109 (p=0,394)		0,176 (p=0,566)
Δ Alltagspunkte	-0,072 (p=0,576)		-0,077 (p=0,803)
Δ Sportpunkte	0,160 (p=0,209)		0,316 (p=0,292)

Δ : Differenz [t=2] – [t=1], VO₂max: maximale Sauerstoffaufnahme

Tab.6 Korrelation r zwischen der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Änderung der Punkteskalen des Freiburger Fragebogens

	Δ Gesamtpunkte>0 (n=64)	Δ Gesamtpunkte=0 (n=0)	Δ Gesamtpunkte<0 (n=12)
	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max	Δ VO ₂ max
Δ Gesamtpunkte	0,248 (p=0,048*)		0,252 (p=0,429)
Δ Alltagspunkte	0,061 (p=0,632)		0,284 (p=0,372)
Δ Sportpunkte	0,233 (p=0,064)		0,055 (p=0,866)

Δ : Differenz [t=2] – [t=1], VO₂max: maximale Sauerstoffaufnahme

3.6 SF-36 Allgemeiner Gesundheitszustand

Zur Darstellung und Interpretation der Ergebnisse des SF-36 existieren verschiedene Wege¹³. Im Rahmen dieser Studie erwiesen sich die folgenden zwei Darstellungsmethoden als sinnvoll. Zunächst soll auf die Veränderung der einzelnen Skalen im Verlauf der Intervention eingegangen werden. Anschließend wird ein Vergleich zur gesamtdeutschen Normstichprobe angestellt.

3.6.1 Veränderung der 8 Subskalen und der 2 Summenskalen

3.6.1.1 Interventionsgruppe

Bei drei der acht Subskalen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Eingangswerten und den Ausgangswerten (Abb.11). In Bezug auf die „körperliche Funktionsfähigkeit“ schätzten sich die Teilnehmer nach der Intervention mit einem Median von 100,00 (95,00–100,00) besser ein als vor der Intervention mit 95,00 (90,00–100,00) Punkten (p=0,002**). Die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ entwickelte sich ebenfalls positiv von 70,00 (60,00–80,00) auf 72,00 (64,50–82,00)

Punkte ($p=0,023^*$). Letztlich beurteilte die Interventionsgruppe auch ihre „Vitalität“ deutlich besser. Die Vitalität stieg von 60,00 (50,00–70,00) auf 70,00 (57,50–75,00) Punkte an ($p=0,049^*$).

Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich für die fünf Subskalen „körperliche Rollenfunktion“ ($p=0,477$), „körperliche Schmerzen“ ($p=0,129$), „soziale Funktionsfähigkeit“ ($p=0,304$), „emotionale Rollenfunktion“ ($p=0,936$) und „psychisches Wohlbefinden“ ($p=0,284$).

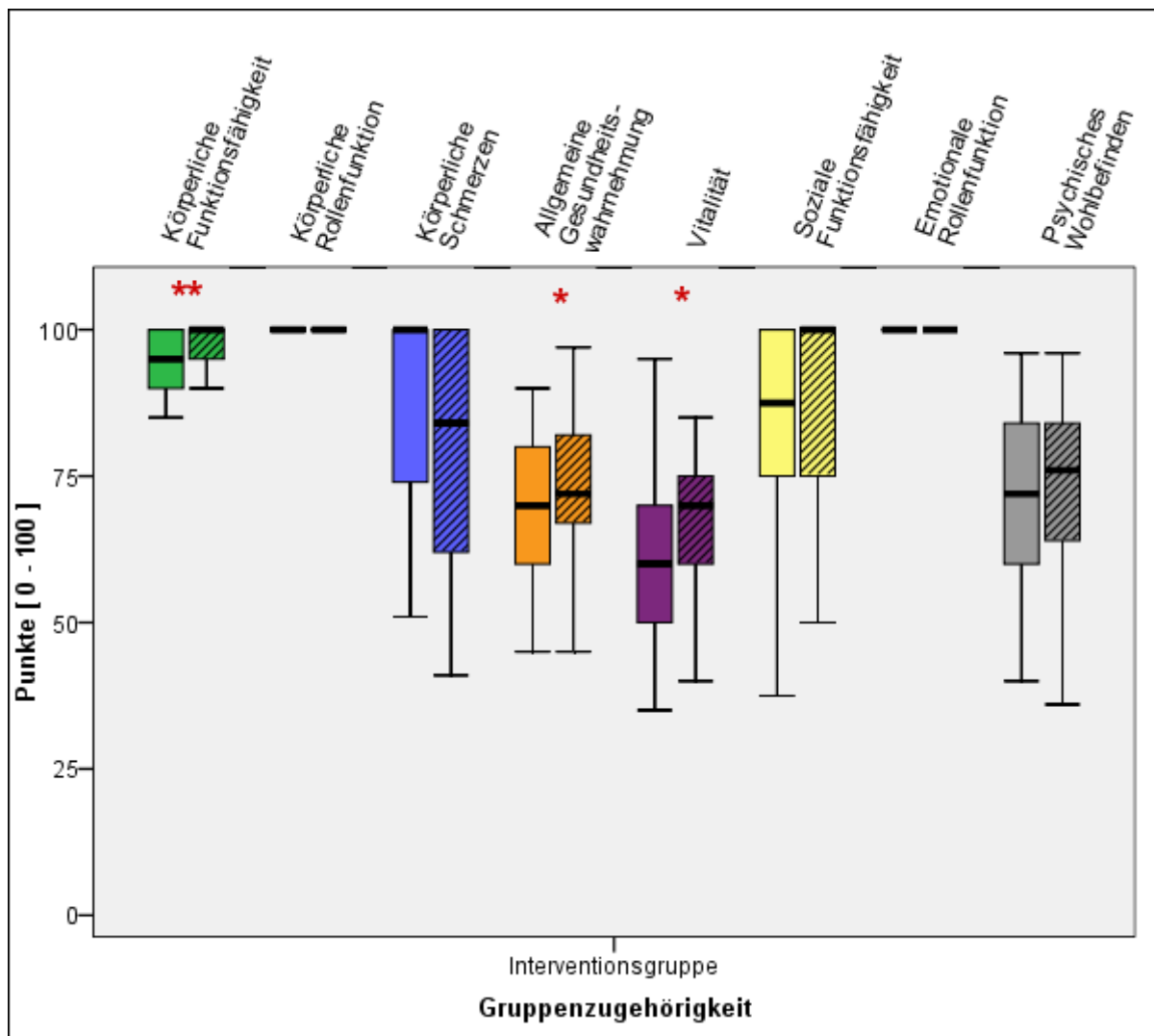


Abb.11 Subskalen des SF-36 vor Beginn und nach Abschluss der Intervention

Auch für die beiden Summenskalen konnten keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden (Abb.13). Die Auswertung lieferte für die körperliche Summenskala einen Median von 55,01 (50,76–57,02) Punkten vor der Intervention

und 54,53 (52,74–57,47) Punkten nach der Intervention ($p=0,251$). Die psychische Summenskala zeigte eine zunehmende Tendenz von 49,99 (44,45–54,68) auf 52,09 (46,71–55,91) Punkte ($p=0,076$).

3.6.1.2 Kontrollgruppe

Für vier der acht Subskalen ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Eingangswerten und den Ausgangswerten (Abb.12). Die „körperliche Funktionsfähigkeit“ der Probanden verbesserte sich von 95,00 (90,00–100,00) auf 100,00 (95,00–100,00) Punkte ($p=0,008^{**}$). Die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ entwickelte sich von 70,00 (55,00–70,00) auf 77,00 (72,00–77,00) Punkte ebenfalls positiv ($p=0,030^*$). Hinsichtlich ihrer „Vitalität“ schätzten sich die Teilnehmer nach der Intervention mit 65,00 (50,00–75,00) Punkten besser ein als vor der Intervention mit 55,00 (40,00–65,00) Punkten ($p=0,009^{**}$). Zuletzt stieg auch der Median der Subskala „psychisches Wohlbefinden“ von 72,00 (64,00–80,00) auf 76,00 (68,00–84,00) signifikant an ($p=0,029^*$).

Keine signifikanten Veränderungen ergaben sich für die Subskalen „körperliche Rollenfunktion“ ($p=0,157$), „körperliche Schmerzen“ ($p=0,200$), „soziale Funktionsfähigkeit“ ($p=0,248$) und „emotionale Rollenfunktion“ ($p=0,202$).

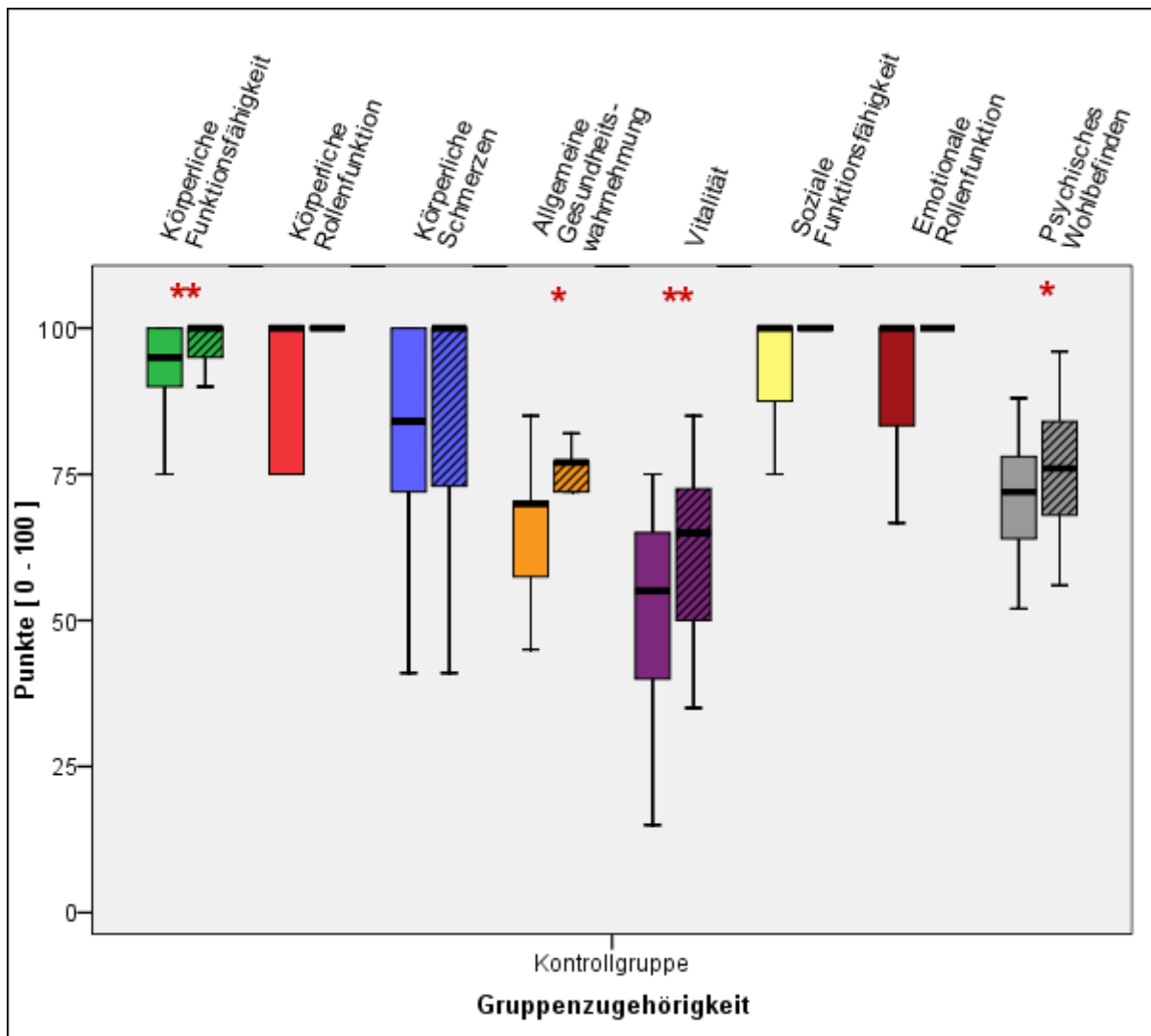


Abb.12 Subskalen des SF-36 vor Beginn und nach Abschluss der Intervention

Die beiden Summenskalen wiesen jeweils zunehmende Tendenzen auf (Abb.13). Die körperliche Summenskala verzeichnete einen nicht signifikanten Zuwachs von 53,83 (49,55–57,07) auf 55,68 (52,42–57,28) Punkte ($p=0,098$). Die psychische Summenskala zeigte einen signifikanten Anstieg von 50,90 (46,46–53,98) auf 52,40 (48,15–56,30) Punkte ($p=0,012^*$).

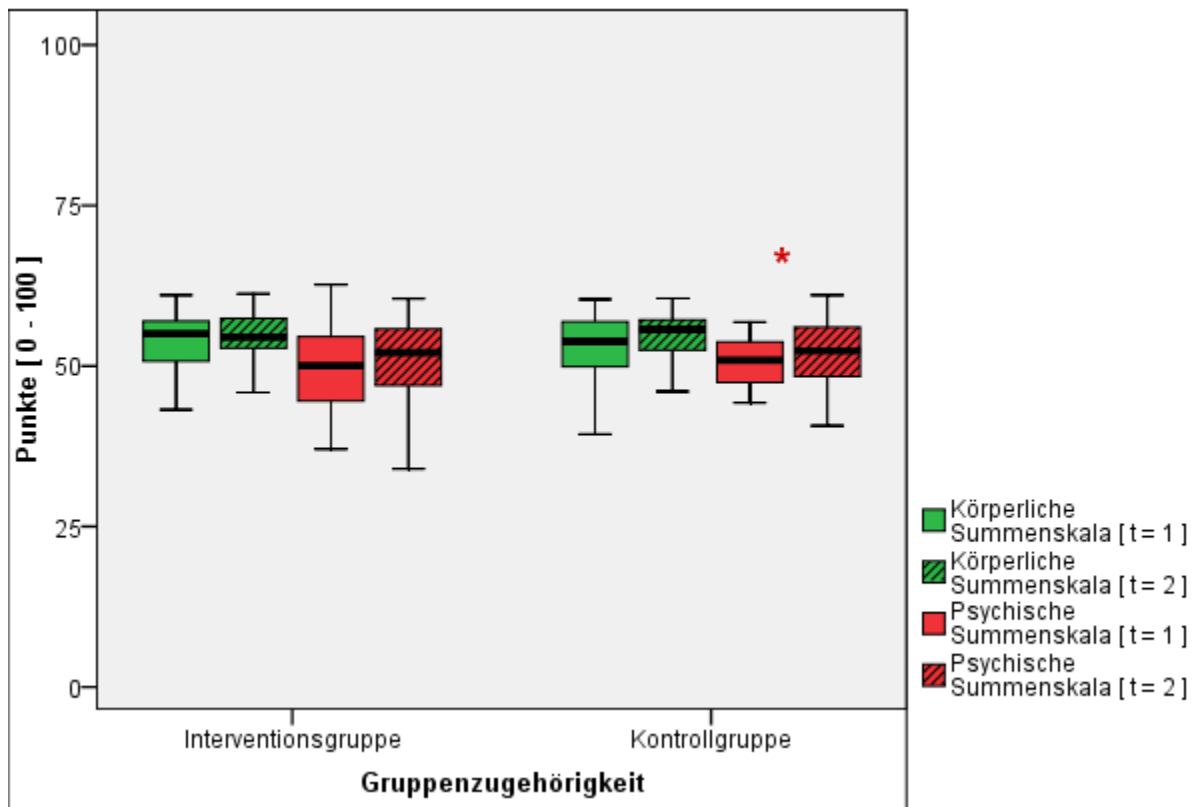


Abb.13 Summenskalen des SF-36 vor Beginn [t=1] und nach Abschluss [t=2] der Intervention

3.6.1.3 Vergleich Interventions- und Kontrollgruppe

Beim Vergleich der Differenzen der acht Subskalen sowie der zwei Summenskalen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tab.7).

Tab.7 Vergleich der Änderung der Sub- und Summenskalen des SF-36 zwischen Interventions- und Kontrollgruppe

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	p
ΔKörperliche Funktionsfähigkeit	0,00 (0,00-5,00)	0,00 (0,00-5,00)	0,689
ΔKörperliche Rollenfunktion	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,766
ΔKörperliche Schmerzen	0,00 (-12,00-0,00)	0,00 (0,00-16,00)	0,149
ΔAllgemeine Gesundheitswahrnehmung	2,00 (-3,00-12,00)	2,00 (-3,00-17,00)	0,497
ΔVitalität	5,00 (0,00-10,00)	10,00 (0,00-20,00)	0,139
ΔSoziale Funktionsfähigkeit	0,00 (0,00-12,50)	0,00 (0,00-0,00)	0,697
ΔEmotionale Rollenfunktion	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,531
ΔPsychisches Wohlbefinden	0,00 (-8,00-12,00)	8,00 (0,00-12,00)	0,175
ΔKörperliche Summenskala	0,61 (-1,63-3,46)	2,11 (-0,85-5,11)	0,215
ΔPsychische Summenskala	2,44 (-2,32 - 5,89)	2,49 (-1,50 - 6,21)	0,660

Δ: Differenz [t=2] – [t=1], p: Irrtumswahrscheinlichkeit

3.6.2 Vergleich von Interventions- und Kontrollgruppe mit gesamtdeutscher Normstichprobe

Zusätzlich wurde ein Vergleich zwischen den Studienpopulationen und einer alters- und geschlechtsentsprechenden deutschen Normstichprobe¹³ angestellt. Das Durchschnittsalter der Interventionsgruppe beträgt 46 Jahre. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe sind im Mittel 48 Jahre alt. Aufgrund des geringen Anteils an weiblichen Teilnehmern, 14 % bei der Interventionsgruppe und 13 % bei der Kontrollgruppe, wurde die Gruppe „Männer, Altersgruppe 4: 41-50Jahre“¹³ als Referenz herangezogen.

Um einen Vergleich ziehen zu können, wurden die z-Werte für die jeweiligen Subskalen berechnet.

$$z - \text{Wert} = \frac{(\text{Arithm. Mittel d. zu untersuchenden Population} - \text{Arithm. Mittel d. Normpopulation})}{\text{Standardabweichung d. Normpopulation}}$$

Bei positiven z-Werten liegen die Werte der Untersuchungsstichprobe über denen der deutschen Normstichprobe, negative z-Werte deuten auf eine schlechtere

Lebensqualität der zu untersuchenden Population im Vergleich zur Normpopulation hin.

3.6.2.1 Interventionsgruppe

Verglichen mit der deutschen Normbevölkerung weist die Interventionsgruppe vor Beginn der Intervention in den psychischen Skalenwerten „Vitalität“, „Soziale Funktionsfähigkeit“ und „Psychisches Wohlbefinden“ Defizite auf (Abb.14). Nach Beendigung der Intervention nähern sich die Werte dieser Kategorien denen der Normstichprobe an. Die körperlichen Subskalen liegen sowohl vor Beginn als auch nach Abschluss der Intervention über den Werten der gesamtdeutschen Referenzgruppe.

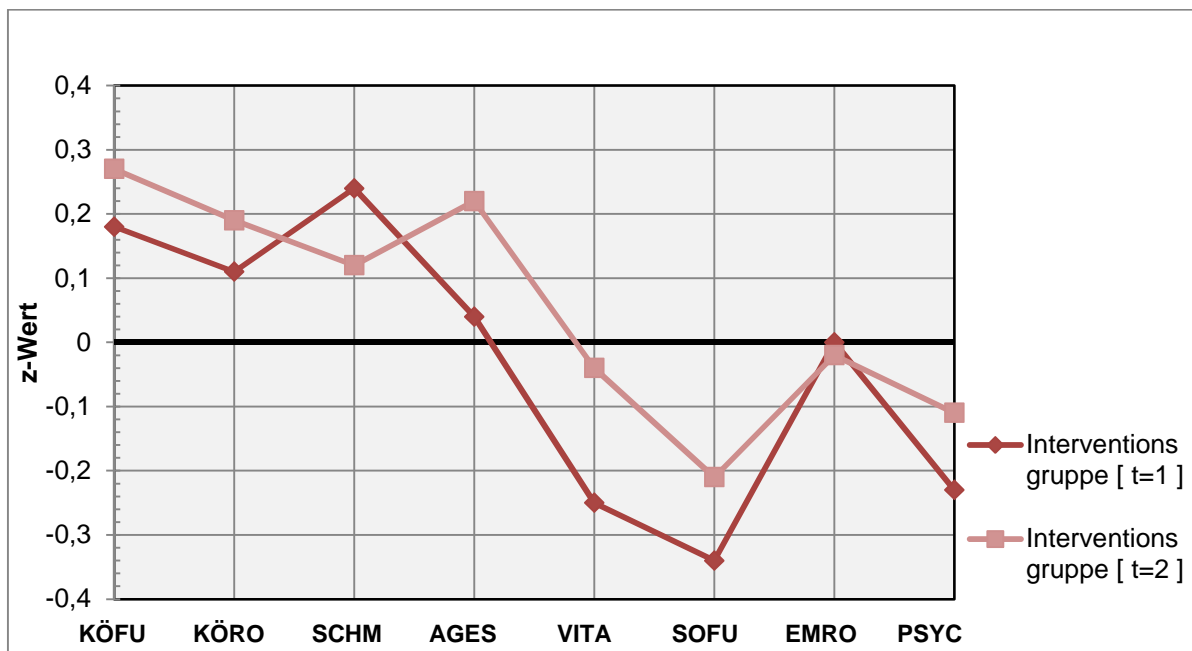


Abb.14 Vergleich der z-Werte von Interventionsgruppe und Normstichprobe. Nulllinie: Werte der Normstichprobe

3.6.2.2 Kontrollgruppe

Analog zur Interventionsgruppe befinden sich in der Kontrollgruppe die z-Werte der psychischen Subskalen zum Zeitpunkt [t=1] unter den Werten der deutschen Normstichprobe (Abb.15). Zudem erreicht die „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ nicht das gesamtdeutsche Niveau. In den übrigen

Kategorien wird die Nulllinie erreicht bzw. überschritten. Nach Beendigung der Intervention ergaben sich in allen Bereichen positive z-Werte mit Ausnahme der Kategorien „Vitalität“ und „Psychischen Wohlbefinden“.

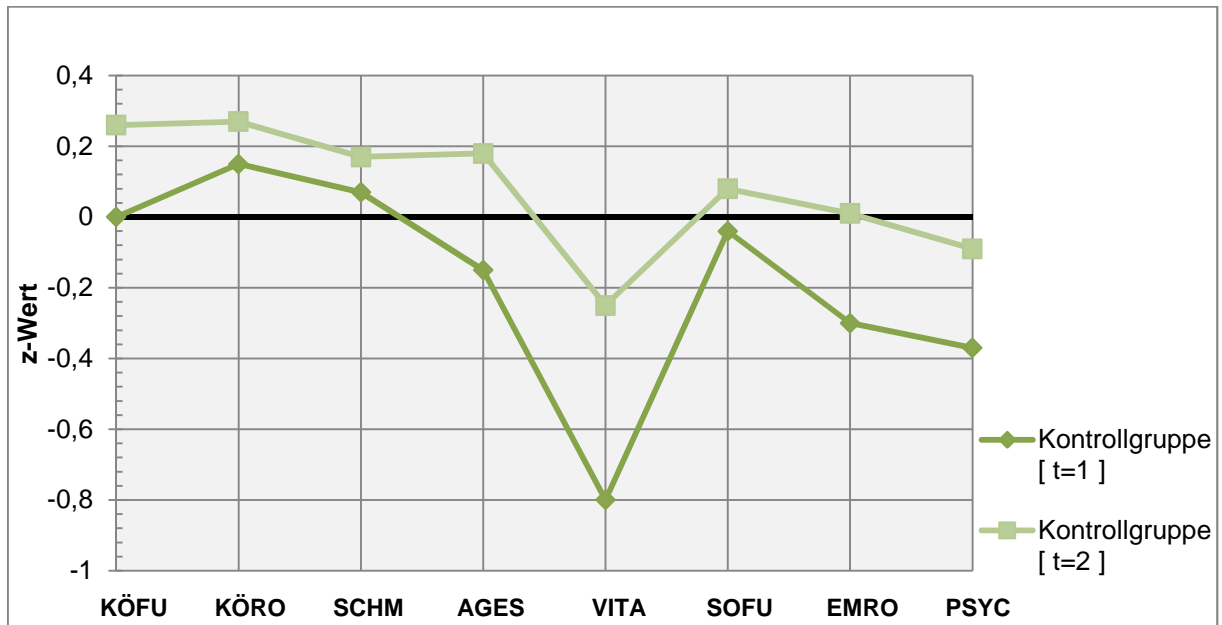


Abb.15 Vergleich der z-Werte von Kontrollgruppe und Normstichprobe. Nulllinie: Werte der Normstichprobe.

3.6.3 Korrelation zwischen SF-36 und Freiburger Fragebogen

Es wurde die Änderung der 8 Subskalen und 2 Summenskalen des SF-36 mit der Änderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte korreliert. Keine der 10 Skalen des SF-36 zeigte signifikante Korrelationen zu den Punkteskalen des Freiburger Fragebogens (Tab.8).

3.6.4 Korrelation zwischen SF-36 und maximaler Sauerstoffaufnahme

Es wurde die Änderung der 8 Subskalen und 2 Summenskalen des SF-36 mit der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme korreliert. Die Analyse erbrachte keine signifikanten Korrelationen (Tab.8).

Tab.8 Korrelation zwischen der Änderung der Sub- und Summenskalen des SF-36 und der Änderung der Punkteskalen des Freiburger Fragebogens sowie der maximalen Sauerstoffaufnahme

	ΔGesamt- punkte	ΔAlltags- punkte	ΔSport- punkte	ΔVO₂max
ΔKörperliche Funktionsfähigkeit	-0,137 (p=0,238)	0,006 (p=0,960)	-0,186 (p=0,107)	0,127 (p=0,274)
ΔKörperliche Rollenfunktion	-0,060 (p=0,608)	-0,101 (p=0,386)	-0,021 (p=0,856)	0,172 (p=0,138)
ΔKörperliche Schmerzen	0,017 (p=0,884)	0,080 (p=0,493)	0,017 (p=0,884)	0,111 (p=0,338)
ΔAllgemeine Gesundheitswahrnehmung	0,004 (p=0,975)	0,072 (p=0,536)	-0,028 (p=0,807)	0,026 (p=0,822)
ΔVitalität	0,049 (p=0,677)	0,023 (p=0,843)	0,052 (p=0,654)	0,186 (p=0,108)
ΔSoziale Funktionsfähigkeit	-0,019 (p=0,867)	-0,067 (p=0,564)	-0,033 (p=0,779)	0,087 (p=0,456)
ΔEmotionale Rollenfunktion	-0,049 (p=0,675)	-0,016 (p=0,890)	-0,029 (p=0,805)	0,143 (p=0,216)
ΔPsychisches Wohlbefinden	0,016 (p=0,894)	0,164 (p=0,157)	-0,091 (p=0,437)	0,144 (p=0,215)
ΔKörperliche Summenskala	-0,039 (p=0,741)	-0,086 (p=0,459)	0,011 (p=0,922)	0,103 (p=0,375)
ΔPsychische Summenskala	0,058 (p=0,618)	0,072 (p=0,538)	0,013 (p=0,914)	0,198 (p=0,087)

Δ: Differenz [t=2] – [t=1], **VO₂max**: maximale Sauerstoffaufnahme

4 Diskussion

4.1 Ergebniszusammenfassung

Von den 76 Probanden der Studienpopulation entsprachen 47,4 % den Kriterien des metabolischen Syndroms. Zwischen Interventions- und Kontrollgruppe waren bei keinem der untersuchten Ausgangsparameter aus Anthropometrie, Labordiagnostik, Leistungsdiagnostik und Fragebögen signifikante Baseline-Unterschiede auszumachen.

Im Verlauf der Studie fand sowohl in der Interventions- als auch in der Kontrollgruppe eine höchst bzw. sehr signifikante Steigerung des Aktivitätslevels statt. Die Interventionsgruppe verbesserte sich in allen drei Subskalen des Freiburger Fragebogens höchst signifikant. Die Kontrollgruppe wies höchst signifikante Anstiege der Gesamt- und Alltagspunkte und eine sehr signifikante Verbesserung der Sportpunkte auf. Dahingegen war in keiner der beiden Gruppen ein signifikanter Trainingseffekt auf die maximale Sauerstoffaufnahme nachweisbar. Entsprechend konnte auch bei der Korrelation der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme mit der Änderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte des Freiburger Fragebogens weder in der Gesamtgruppe noch in einem der beiden Untergruppen ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Von den acht Subskalen des SF-36 haben sich die „körperlichen Funktionsfähigkeit“, die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ und die „Vitalität“ in beiden Gruppen signifikant positiv verändert. Die Kontrollgruppe legte zusätzlich bei der Subskala „psychisches Wohlbefinden“ sowie bei der psychischen Summenskala signifikant zu. Bei dem Vergleich zu einer deutschen Normstichprobe ließen sich vor Trainingsbeginn in beiden Gruppen Defizite in den psychischen Subskalen erkennen, welche sich nach Interventionsabschluss den Werten der Normstichprobe annäherten. Die körperlichen Subskalen lagen größtenteils bereits zu Beginn über den Werten der gesamtdeutschen Gruppe und erfuhren durch die Intervention einen weiteren Anstieg.

Beim Vergleich der Differenzen der maximalen Sauerstoffaufnahme, der Skalen des Freiburger Fragebogens und der Sub- und Summenskalen des SF-36 zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

4.2 IT-gestützte Interventionen zur Steigerung der körperlichen Aktivität: aktueller Stand

Die Hauptfrage, mit der sich diese Dissertation befasst, ist, ob sich im Rahmen einer strukturierten versus einer nicht-strukturierten internetbasierten Bewegungsintervention bei inaktiven Patienten mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom Veränderungen der körperlichen Aktivität, der körperlichen Fitness und der Lebensqualität erzielen lassen.

Ein maßgeschneidertes, strukturiertes Training kann auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen. Personenspezifisches Feedback kann beispielsweise in abhängig von Vorwissen, Erwartungshaltung, Selbstwirksamkeit, Intention oder persönlichen Gründen gegeben werden⁴⁸. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden individuelle, auf die Leistungsfähigkeit der Probanden abgestimmte Trainingspläne, Feedback bei nachlassender Trainingsbeteiligung und die Vorgabe von Wochenzielen gemeinsam auf ihre Wirksamkeit geprüft. Den Untersuchungen liegt die Hypothese zugrunde, dass ein Training mit maßgeschneiderten, strukturierten Informationen zu einer höheren Steigerung der körperlichen Aktivität, körperlichen Fitness und Lebensqualität führt als eine nicht-strukturierte Standardintervention.

Zu diesem Thema führte man in den letzten Jahren bereits Studien durch. Bei den im Folgenden erwähnten Metaanalysen^{68, 101} wurde den Autoren die Beurteilung und Vergleichbarkeit der untersuchten Studien insbesondere dadurch erschwert, dass die Messung körperlicher Aktivität auf sehr unterschiedliche Weise erfolgte.

Die mit Abstand häufigste Methode zur Erfassung der körperlichen Aktivität ist der Fragebogen. Dieser hat sich aufgrund der einfachen Anwendung sowie der kostensparenden Durchführung gerade in epidemiologischen Studien durchgesetzt und bewährt¹⁰⁴. Zunächst sollen daher die Ergebnisse des Freiburger Fragebogens diskutiert werden.

4.3 Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität

In der vorliegenden Studie zeigte sich innerhalb der Interventionsgruppe bei allen drei Subskalen des Freiburger Fragebogens eine höchst signifikante Verbesserung.

Fast identisch zum Verlauf in der Interventionsgruppe konnten auch in der Kontrollgruppe höchst bzw. sehr signifikante Steigerungen der Punktezahlen festgestellt werden. Ein Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Verbesserung der körperlichen Aktivität.

4.3.1 Vergleich zu aktuellen Metanalysen

Ähnliche Beobachtungen finden sich auch in vergleichbaren Studien. Eine von Neville et al. durchgeführte Metaanalyse⁶⁸ zur Auswirkung einer Computergestützten Intervention auf die körperliche Aktivität belegte in über der Hälfte der Studien signifikante Effekte auf die körperliche Aktivität. Es kamen in allen 16 untersuchten Studien Fragebögen zur Anwendung. Der am häufigsten gebrauchte Fragebogen ist die Lang- bzw. Kurzfassung des International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), welcher angemessenes Bewegungsverhalten, sowie sitzend verbrachte Zeit einer gewöhnlichen Woche bzw. der letzten 7 Tage erfasst. Mehrmalig fanden auch Interviewer-geführte Befragungen mit Hilfe des (Modified) Seven-day Activity Recall (PAR) statt. Dabei werden Arbeitstätigkeit, Schlafenszeiten und körperliche Aktivität während der vergangenen 7 Tage erfragt. Ferner kamen der Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q), der Active Australia Questionnaire (AAQ), das Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) und der Veterans Specific Activity Questionnaire (VSAQ) zum Einsatz. Bei 14 Studien ergab die Auswertung der Fragebögen eine signifikante Verbesserung der körperlichen Aktivität in der Interventionsgruppe. Davon wiesen sieben der Studien zusätzlich eine signifikante Erhöhung der körperlichen Aktivität in der Kontrollgruppe auf. In keinem der Fälle, in denen sich sowohl Interventions- als auch Kontrollgruppe verbesserten, konnten signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen ermittelt werden. Nur zwei^{33, 86} der 16 Studien isolierten den Effekt einer maßgeschneiderten gegenüber einer allgemeinen Trainingssteuerung, indem sie in beiden Gruppen dieselbe Technologie zur Informationsdarbietung nutzten. Spittaels et al.⁸⁶ wies in beiden Gruppen signifikante Verbesserungen der körperlichen Aktivität via Fragebogen nach, wobei Hageman et al.³³ keine Erfolge hinsichtlich der körperlichen Aktivität registrierte. Übereinstimmend waren beide Studien in der fehlenden signifikanten Differenz zwischen beiden Gruppen. Alle in den 14 Studien belegten positiven Effekte waren jeweils auf einen kurz- bis mittelfristigen Zeitraum von zwei

Wochen bis fünf Monaten nach Abschluss der Intervention begrenzt. Nur eine Studie¹⁰³ berichtet von einer langfristigen Wirkung auf die körperliche Aktivität, welche bei einer Verlaufsuntersuchung nach 2 Jahren per Fragebögen bestimmt wurde. In Hinblick auf die Generalisierbarkeit und den Langzeiterfolg konnte die Effektivität einer Computer-gestützten Intervention nicht eindeutig bewiesen werden⁶⁸.

Insgesamt scheint das Ergebnis der vorliegenden Studie mit den von Neville et al.⁶⁸ zusammengefassten Studien übereinzustimmen. Zum einen gibt es Gemeinsamkeiten in Hinblick auf die kurz- bis mittelfristig nachweisbare Steigerung der körperlichen Aktivität im Anschluss an eine computerbasierte Trainingsintervention. Zum anderen finden sich die fehlenden Differenzen zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe gleichermaßen wieder, insbesondere wenn sich diese nur aufgrund der angebotenen Informationen, nicht aber aufgrund der verwendeten Technologie unterscheiden. Die Art, wie Informationen maßgeschneidert wurden, variierte jedoch maßgeblich. Das Feedback wurde beispielsweise in Abhängigkeit von der Selbstwirksamkeit, der Intention, den wahrgenommenen Vor- und Nachteilen oder der individuellen Motivation zu einer Verhaltensänderung gegeben. Als Basis für individuelle Empfehlungen diente zudem das Verhalten der Probanden im Vergleich zu den aktuellen Empfehlungen, zu Zielvorgaben oder zu Mitstreitern. Diese Varianz der Methoden lässt den Vergleich der von Neville et al. untersuchten Studien zur vorliegenden Arbeit nur mit Einschränkungen zu.

In einer weiteren Metaanalyse¹⁰¹ fassten van Berg et al. zehn internetbasierte Studien mit dem gemeinsamen Hauptziel, die körperliche Aktivität zu steigern, zusammen. Die Metaanalyse umfasste dabei einerseits Studien, die zwischen einer internetbasierten Intervention und einer Warteliste-Intervention verglichen, als auch Studien, die zwei internetbasierte Interventionen mit unterschiedlichen Modifikationen gegenüberstellen. In allen Studien kamen - bei den Untersuchungen zur körperlichen Aktivität - Fragebögen zur Anwendung. Drei^{33, 60, 79} der zehn Studien stellten Vergleiche zwischen zwei internetbasierten Interventionen an, die sich im Hinblick auf Art und Umfang der zur Verfügung gestellten Leistungen unterschieden. Die Auswertungen ergaben jeweils keine signifikante Differenz zwischen Interventions- und Kontrollgruppe, jedoch verzeichnete auch keine der beiden Gruppen einen signifikanten Anstieg der körperlichen Aktivität. Alle Ergebnisse beschränkten sich

auf einen kurz- bis mittelfristigen Interventionszeitraum ohne Bestätigung durch eine langfristige Verlaufsuntersuchung. Van den Berg et al. kommen zu dem Resultat, dass internetbasierte Interventionen effektiver zur Erhöhung der körperlichen Aktivität führen als Wartelisten-Interventionen. Die Wirksamkeit zusätzlicher Modifikationen, wie vermehrter Kontakt zu den Betreuern oder maßgeschneiderte Informationen, konnte dagegen nicht abschließend beurteilt werden.

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den von van den Berg et al. zusammengefassten ähnlich konzipierten Studien^{33, 60, 79}, so zeigen sich sowohl Übereinstimmungen als auch Diskrepanzen. Konsens herrscht bei der Feststellung, dass zwei internetbasierte Interventionen, die sich nur im Hinblick auf Art und Umfang der zur Verfügung gestellten Leistungen unterscheiden, Interventions- und Kontrollgruppe in derselben Weise beeinflussen. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie konnte jedoch in keiner der drei Studien eine signifikante Verbesserung der körperlichen Aktivität nachgewiesen werden.

Kroeze et al. untersuchten in einem Review⁴⁸ ausschließlich die Effektivität einer maßgeschneiderten computergestützten Intervention. Vier von 14 Studien belegten einen signifikanten Erfolg. Der zusätzliche Effekt zu Gunsten der Gruppe mit maßgeschneiderten Informationen bleibt den Autoren zufolge unschlüssig.

4.3.2 Aktivitätsänderung

Es stellt sich nun die Frage, warum es im Zuge der vorliegenden Studie zu einer hoch signifikanten Steigerung der körperlichen Aktivität gekommen ist, während diese in vergleichbaren Studien^{33, 60, 79} ausblieb.

Eine mögliche Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Studienpopulationen. Marshall et al.⁶⁰ machten bezüglich des Aktivitätslevels ihrer Probanden keine Einschränkungen und schlossen sowohl körperlich Inaktive, als auch körperlich Aktive in die Studie mit ein. In der vorliegenden Studie hingegen wurden überwiegend Teilnehmer mit einem geringen Aktivitätslevel rekrutiert. Dementsprechend waren 85,2 % der Kontrollgruppe und 77,6 % der Interventionsgruppe laut Freiburger Fragebogen zu Beginn der Intervention „viel zu wenig aktiv“. Ein niedrigeres Ausgangsniveau lässt mehr Raum für Verbesserungen und könnte somit einen Beitrag zu einem unterschiedlichen Outcome geleistet haben.

Neben dem anfänglichen Aktivitätslevel könnte auch die ungleiche Geschlechter- und Altersverteilung der Studienpopulationen für die divergierende Effektivität der Interventionen verantwortlich sein. Mit dem Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Aufnahme und Aufrechterhaltung körperlicher Aktivität beschäftigten sich Marcus et al. in einer epidemiologischen Studie⁵⁷ mit 5933 Männern und 1106 Frauen. Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass Männer unabhängig von ihrem bisherigen Aktivitätslevel eine höhere Bereitschaft zeigen körperliche Aktivität aufzunehmen und über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten als Frauen. Auch Trost et al.⁹⁸ stellten in einem Review die Wechselwirkungen zwischen demographischen Faktoren und körperlicher Aktivität dar. Demgemäß gehören Alter und Geschlecht zu den beständigsten demographischen Größen, die das Aktivitätsverhalten einer Population beeinflussen. Die Teilnahme an körperlicher Aktivität ist in der männlichen beständig höher als in der weiblichen Bevölkerung und sinkt mit zunehmendem Alter⁹⁸. Die vergleichsweise hohe Steigerung der körperlichen Aktivität in der vorliegenden Studie könnte daher durch eine vorteilhafte Zusammensetzung der Studienpopulation begünstigt worden sein.

Letztlich lässt sich die unterschiedliche Effektivität IT-basierter Trainingsinterventionen vermutlich durch differierende Gestaltung der jeweiligen Onlineplattform erklären. Neben dem optischen Aufbau und der Anwenderfreundlichkeit einer Website spielen auch inhaltliche Faktoren eine wichtige Rolle. Webb et al. unterscheiden bei IT-basierter Interventionen drei Elemente, welche die Verhaltensänderung entscheidend beeinflussen können^{35, 78, 113}:

1. Die theoretische Basis der Intervention
2. Die verwendeten Techniken, um eine Verhaltensänderung zu bewirken
3. Der Verteilungsmodus der Informationen

Ein Vergleich der PHM-Website zu Onlineplattformen ähnlicher Studien ist jedoch nur eingeschränkt möglich, da die meisten Studien keine ausreichend detaillierten Beschreibungen ihrer Website und deren Inhalte liefern.

Zu „1. Die theoretische Basis der Intervention“:

Marshall et al.⁶⁰ konnten mit Hilfe der Website „Active Living“ nicht erreichen, dass sich die körperliche Aktivität der Probanden signifikant verbesserte. Laut

Beschreibung der Autoren basierte ihre Website auf dem Transtheoretischen Modell^{71, 72}. Demgemäß wurde jedem Teilnehmer ein Stadium der Verhaltensänderung zugeordnet, woran sich die persönlichen Informationen, Emails, Zielvorgaben und die Aktivitätsplanung ausrichteten. Beim PHM-Programm hingegen wurde der Trainingsgestaltung nicht der Motivationsstatus, sondern das Aktivitätslevel zugrunde gelegt. Die verschiedenartigen Konzepte beider Studien könnten ein Grund für die Differenz im Interventionseffekt sein. Dies widerspricht jedoch dem Ergebnis der Metanalyse von Webb et al.¹¹³. Demgemäß erzielten Studien, welchen ein theoretisches Modell zu Grunde liegt, einen größeren Effekt auf das Verhalten als nicht-theoriebasierte Interventionen. Als sehr wirkungsvoll erwiesen sich die „Theory of planned behavior (TPB)³“ vor dem „Transtheoretischen Modell (TTM)^{71, 72}“ und vor der „Social cognitive theory (SCT)⁷“. Carr et al.¹⁴ konzipierten, basierend auf der „Social cognitive theory“, die Website „Active Living Every Day (ALED-I)“. Die Autoren wiesen, im Gegensatz zu Marshall et al., eine signifikante Zunahme der körperlichen Aktivität nach. Folglich scheint die theoretische Basis allein die unterschiedliche Effektivität der Interventionen nicht vollständig zu klären.

Zu „2. Die verwendeten Techniken, um eine Verhaltensänderung zu bewirken“:

Die „Active Living“ Website⁶⁰ beinhaltete interaktive und animierte Elemente, Rätsel mit Feedbackfunktion sowie einen persönlichen Bereich mit Zielsetzung, Aktivitätsplanung und Herzfrequenzvorgaben. Je mehr solcher Methoden zur Anwendung kommen, desto größer ist die Wirkung auf die Verhaltensweise der Probanden¹¹³. Als wirksam erwiesen sich vor allem „Stress Management“, das „Training allgemeiner Kommunikationsfähigkeiten“, das „Aufzeigen falscher Verhaltensweisen“, „soziale Vergleichsmöglichkeiten“, eine „Zielsetzung“, ein „Maßnahmenplan“ und „Leistungsfeedback“.

Auch im Rahmen der vorliegenden Studie wurden einige dieser Maßnahmen, wie „Aufzeigen falscher Verhaltensweisen“, „Zielsetzung“, „Maßnahmenplan“ und „Leistungsfeedback“ umgesetzt. Die unterschiedliche Anzahl und Effektivität der verwendeten Elemente hat vermutlich zu dem differierenden Outcome der genannten Studien beigetragen.

Zu „3. Der Verteilungsmodus der Informationen“:

Schließlich ist die Art und Weise, auf welche der Informationsaustausch erfolgt, von Bedeutung. Webb et al. untersuchten die Kategorien „automatische Funktionen“, „kommunikative Funktionen“ und den „Gebrauch zusätzlicher Modi“. Die größte Effektstärke innerhalb einer Kategorie konnte für automatisches, maßgeschneidertes Feedback (automatische Funktionen), Kontakt zu einem Betreuer, um Ratschläge einzuholen (kommunikative Funktionen) und Textnachrichten (Gebrauch zusätzlicher Modi) nachgewiesen werden¹¹³. Diesbezüglich fällt der Vergleich zwischen den einzelnen Studien schwer, da häufig detaillierte Angaben zum Aufbau und Inhalt der Websites fehlen. Jedoch ist ein Vorteil des PHM-Programmes gegenüber verwandten Interventionen auch in diesem Bereich denkbar.

Inwieweit sich die Studien bezüglich der Trainingspläne, der Art und Anzahl der angebotenen Übungen und der Benutzerfreundlichkeit der Website unterscheiden, ist ebenso schwer festzustellen. Eine Grundvoraussetzung für das Gelingen einer IT-basierten Trainingsintervention ist sicherlich die Zusammenarbeit von Spezialisten der beteiligten Fachgebiete, wie es auch in der vorliegenden Studie der Fall war. Die Programmierung der PHM-Website wurde durch Mitarbeiter des Lehrstuhles für Wirtschaftsinformatik vorgenommen, die Ausarbeitung des Trainingsplanes erfolgte durch Sportwissenschaftler und die medizinische Betreuung war Aufgabe der Sportmediziner. Die Umsetzung des PHM-Programmes durch ein interdisziplinäres Team stellt im Vergleich zu den Studien von Marshall et al. oder Rovniak et al. möglicherweise den erfolgsentscheidenden Faktor dar, welcher das unterschiedliche Outcome zur Folge hatte.

4.3.3 Gruppendifferenzen

Des Weiteren stellt sich im Rahmen der vorliegenden Studie die Frage, wie die fehlende Differenz zwischen Interventions- und Kontrollgruppe bezüglich der körperlichen Aktivität zu erklären ist. Die Tatsache, dass sich beide Gruppen in fast identischem Umfang verbessert haben, lässt folgende Schlüsse zu:

Der Zugang zu einer Internetplattform mit Dokumentationsmöglichkeit für absolvierte Trainingseinheiten und die Vorgabe eines Herzfrequenzbereiches scheint

auszureichen, um die Probanden zu vermehrter körperlicher Aktivität zu bewegen. Zusätzliche Vorgaben zu Art, Umfang und Dauer des Trainings spielen dabei offensichtlich eine untergeordnete Rolle. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Spittaels et al.⁸⁶, die eine online computer-maßgeschneiderte Intervention zur Steigerung der körperlichen Aktivität durchführten. Sie untersuchten 526 gesunde Erwachsene im Alter von 25 bis 55 Jahren. Die am Arbeitsplatz rekrutierten Personen wurden in drei Gruppen randomisiert, wobei eine Gruppe, basierend auf dem transtheoretischen Modell, maßgeschneiderte Ratschläge zur körperlichen Aktivität sowie Bestärkungs-E-mails erhielt. Die zweite Gruppe wurde nur mit maßgeschneiderten Aktivitätsanweisungen und die dritte Gruppe mit nicht individuellen Standardempfehlungen versorgt. Nach sechs Monaten zeigten alle drei Untergruppen im International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) signifikante Verbesserungen der körperlichen Aktivität, wobei untereinander keine Differenzen feststellbar waren. Spittaels et al. kommen ebenfalls zu dem Schluss, dass maßgeschneiderte den standardisierten Ratschlägen - hinsichtlich einer Steigerung der körperlichen Aktivität - nicht überlegen sind. Jedoch ließ die anschließende Evaluation erkennen, dass die individuellen Empfehlungen häufiger und ausführlicher gelesen sowie öfter diskutiert wurden als Standardinformationen. Die Teilnehmer mit maßgeschneiderten Informationen gaben zudem häufiger an, ihr Verhalten und ihre Meinung zu körperlicher Aktivität geändert zu haben, als Probanden der Standardgruppe. Diese Auswertungen entsprechen den Empfehlungen von Cavill et al.¹⁵, bei Programmen zur Förderung der körperlichen Aktivität nicht nur die Verhaltensänderung zu evaluieren, sondern auch Variablen, die dieser vorausgehen bzw. dazu beitragen können, dass diese dauerhaft beibehalten wird. Dazu gehört ein gesteigertes Bewusstsein über den Sinn körperlicher Aktivität, eine positive Einstellung gegenüber dem Sport und das Wissen über den geeigneten Aufbau des Trainings. Diesbezüglich ist in der vorliegenden Studie ein Vorteil der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe nicht auszuschließen. Das detailliertere Wissen zu Umfang, Intensität und Aufbau des Trainings, könnte auch die Bereitschaft der Interventionsgruppe erhöht haben, das Training langfristig fortzuführen. Interventionseffekte auf das Stadium der Verhaltensänderung^{71, 72} wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht untersucht. Ebenso fanden keine Follow-Up Untersuchung zur Überprüfung einer langfristigen Verhaltensänderung statt.

Die Möglichkeit der direkten Kontaktaufnahme zu den Ärzten, Trainern und Wirtschaftsinformatikern sowie das Feedback in Form von telefonischen Zwischengesprächen und E-Mails bei nachlassender Trainingsbeteiligung haben ebenfalls, dem Anschein nach, keinen zusätzlich messbaren Effekt auf den Trainingserfolg gehabt. Dabei wäre ein Mehrwert durchaus zu erwarten gewesen, denn Kahn et al.'s Review⁴² zeigt, dass besonders die persönliche Relevanz, Feedback und Interaktivität zur Effektivität von Trainingsprogrammen und somit zur Steigerung der körperlichen Aktivität beitragen. Auch bei den von Webb et al. untersuchten Verteilungsmodi waren es vor allem das automatische maßgeschneiderte Feedback und die Kontaktmöglichkeit zu den Betreuern, die einen großen Effekt auf das Verhalten der Teilnehmer ausübten. Allerdings wurde die Kontaktaufnahme zu den Probanden per Email oder Telefon durch den Versand von Textnachrichten (SMS) an Wirksamkeit deutlich übertroffen¹¹³. Eine Verbesserung des PHM-Programmes kann daher möglicherweise durch ein von Experten geleitetes Diskussionsforum und den zusätzlichen Gebrauch von Textnachrichten erreicht werden. Die Bedeutung von maßgeschneidertem Feedback bewerteten auch Kroeze et al. in einem systematischen Review⁴⁸ von 37 Studien, die sich mit der Auswirkung einer computergestützten maßgeschneiderten Intervention auf körperliche Aktivität bzw. Diät befassten. In nur drei der elf Studien zur körperlichen Aktivität erzielte man signifikante Erfolge. Die Wirksamkeit solcher Interventionen bleibt den Autoren zufolge weiterhin fraglich⁴⁸.

Zwei weitere internetbasierte Studien^{93, 115} isolierten den zusätzlichen Effekt einer persönlichen Betreuung. Winett et al.¹¹⁵ konnten bessere Ergebnisse in der Gruppe mit additiver individueller Unterstützung feststellen, wobei beide Interventionsgruppen im Vergleich zu einer Wartelistengruppe signifikant höhere Aktivitätssteigerungen zeigten. Steele et al.^{93, 94} randomisierten ihre Probanden in drei Gruppen. Die erste erhielt ausschließlich persönliches, die zweite rein internetbasiertes Training und die dritte Gruppe eine Mischung aus beidem. Die Auswertungen lieferten das Ergebnis, dass persönlicher Kontakt keinen erweiterten Nutzen bringt. Wenn dem so ist, dann kann dieses Erkenntnis die Entwicklung IT-gestützter Interventionen fördern, da durch den Verzicht auf persönlichen Kontakt die wirtschaftliche Attraktivität solcher Programme sowohl in betrieblichem als auch gesundheitspolitischem Kontext wesentlich gesteigert wird.

Laut Kroeze et al.⁴⁸ sollte das Augenmerk jedoch nicht nur auf das Verhalten sondern auch auf potentielle Mediatoren der Verhaltensänderung gerichtet werden, um beurteilen zu können, ob maßgeschneidertes Feedback einen zusätzlichen Nutzen bringt. Im Rahmen der vorliegenden Studie könnte die Zufriedenheit der Teilnehmer einen solchen Faktor darstellen. Ein regelmäßiges Feedback wird möglicherweise eine positivere Bewertung des PHM-Programms hervorrufen und damit die Voraussetzung für eine langfristige Bindung und Verhaltensänderung schaffen. Kurzfristig gesehen kann die anfängliche Motivation eine womöglich geringere Zufriedenheit in der Kontrollgruppe maskiert haben.

Des Weiteren könnte auch die alleinige Erfassung der körperlichen Aktivität die Probanden dazu angeregt haben sich mehr zu bewegen. Van Sluijs et al. zeigten in einer Studie¹⁰², dass bereits die Teilnahme an einer Messung der körperlichen Aktivität in einer Steigerung des Aktivitätsgrades resultieren kann. Als mögliche Ursache hierfür nehmen van Sluijs et al. ein durch die Messung hervorgerufenen, gesteigertes Bewusstsein über das eigene Aktivitätslevel an¹⁰². In Anbetracht der Tatsache, dass über 80 % der Teilnehmer (siehe 3.3) der vorliegenden Studie vor Beginn der Intervention „viel zu wenig aktiv“ waren, könnte das Wissen darüber bereits zu vermehrter Aktivität bei den Teilnehmern geführt haben. Eventuell bestehende Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe würden durch diesen Effekt verschleiert werden.

Möglicherweise hat auch eine von Anfang an gesteigerte Motivation der Teilnehmer, im Rahmen einer Self-Selection Bias, einen Beitrag dazu geleistet, dass es kaum Differenzen zwischen beiden Gruppen gab. Die Chance der Probanden selbst zu entscheiden an der Studie teilzunehmen, selektiert vornehmlich jene Personen, die bereits Interesse an körperlicher Aktivität haben und somit auch eine gewisse Motivation mitbringen. Eine Reihe von Studien^{19, 30, 51, 53, 59, 73} wiesen diesen Effekt insbesondere bei gesundheitsorientierten Interventionen am Arbeitsplatz nach.

4.4 Maximale Sauerstoffaufnahme

Die höchst signifikante Steigerung der körperlichen Aktivität im Freiburger Fragebogen konnte durch die Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme nicht bestätigt werden. Es zeigte sich weder in der Interventionsgruppe noch in der

Kontrollgruppe ein signifikanter Effekt des Trainings auf die maximale Sauerstoffaufnahme. Der Vergleich beider Gruppen hinsichtlich der Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme ergab keinen signifikanten Unterschied.

Desweiteren wurde die Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme mit der Änderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte des Freiburger Fragebogens korreliert. Dabei konnte weder in der Gesamtgruppe noch in einem der beiden Untergruppen eine signifikante Korrelation festgestellt werden.

Die aufgetretene Diskrepanz zwischen subjektiven Messmethoden, wie dem Freiburger Fragebogen, und objektiven Messparametern, wie der maximalen Sauerstoffaufnahme, stellt sich in auch vergleichbaren Studien häufiger dar. Neville et al. differenzierten im Rahmen einer Metaanalyse⁶⁸ zwischen Studien, die ausschließlich auf subjektive Messmethoden zurückgriffen und Studien, die eine oder mehrere objektive Messmethoden verwendeten. Dabei zeigte sich folgendes Ergebnis: Jene neun Studien, die ausschließlich Fragebögen zur Erfassung der körperlichen Aktivität nutzten, konnten signifikante Verbesserungen verzeichnen. Dagegen registrierte nur die Hälfte der auf objektiven Messmethoden basierenden Studien einen signifikant positiven Effekt.

Es stellt sich nun die Frage, welche Faktoren in der vorliegenden Studie für den fehlenden Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme verantwortlich sein könnten. Hierbei kommen mehrere Erklärungsmöglichkeiten in Betracht.

Aktivitäten mit niedrigen und moderaten Belastungsintensitäten scheinen durch die maximale Sauerstoffaufnahme kaum erfasst zu werden. Zu diesem Schluss kommen Frey et al. in der Originalvalidierung²⁷ des Freiburger Fragebogens. Diese Feststellung entspricht auch den Ergebnissen anderer Autoren, wonach die maximale Sauerstoffaufnahme nicht als Goldstandard zur Messung der körperlichen Aktivität anzusehen ist, da sich körperliche Betätigungen mit niedrigen Intensitätslevel nicht adäquat abbilden^{76, 104}. Es erscheint daher plausibel, dass in der vorliegenden Studie Änderungen der Alltagsaktivität des Freiburger Fragebogens nicht zwingend mit Änderungen der VO₂max einhergehen.

Aktivitäten mit einer hohen Belastungsintensität dagegen korrelieren laut Frey et al. durchaus mit der maximalen Sauerstoffaufnahme²⁷. In der vorliegenden Studie konnte diese Feststellung teilweise verifiziert werden. Zwar zeigte sich bei Betrachtung des Kollektivs der Teilnehmer keine signifikante Korrelation zwischen

den Punkten des Freiburger Fragebogens und der maximalen Sauerstoffaufnahme. Die differenzierte Betrachtung von Subgruppen ergab jedoch eine signifikant schwach positive Korrelationen ($0,2 \leq r \leq 0,4$) innerhalb der Subgruppe „ Δ Sportpunkte > 0 “ (Tab.4). Mit anderen Worten: Bei Teilnehmern mit einer signifikanten Verbesserung der Sportpunkte wurde auch eine signifikante Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme beobachtet. Bei Probanden mit einer Stagnation oder Verschlechterung der Sportpunkte zeigte sich keine signifikante Korrelation zur maximalen Sauerstoffaufnahme.

Neben der Belastungsintensität trägt vermutlich auch die Interventionsdauer dazu bei, dass es zu keiner signifikanten Steigerung der $VO_2\text{max}$ im Verlauf der Studie gekommen ist. Eine Metaanalyse, die die Auswirkung von Ausdauertraining auf die $VO_2\text{max}$ untersuchte, bewertete die beiden Parameter Trainingsintensität und Trainingsdauer als die entscheidenden Faktoren, die zu einer signifikanten $VO_2\text{max}$ Steigerung führen³⁹. Um deutliche $VO_2\text{max}$ -Verbesserungen zu erreichen, postulieren die Autoren einen Trainingszeitraum von 16 - 20 Wochen, falls drei Mal pro Woche ein 30-35 Minuten anhaltendes Ausdauertraining mit einer Intensität von 55-60 % der $VO_2\text{max}$ absolviert wird³⁹. Diese Empfehlungen beziehen sich auf Daten, die bei Personen mit einem Durchschnittsalter von 60 Jahren erfasst wurden. Sie bieten dennoch einen guten Richtwert, in welchem Zeitraum signifikante $VO_2\text{max}$ Verbesserungen erwartet werden können. In diesem Kontext scheint die hier vorliegende Interventionsdauer von 12 Wochen nicht auszureichen, um eine endgültige Beurteilung der Auswirkung des Trainings auf die maximale Sauerstoffaufnahme vornehmen zu können. Die ansteigende Tendenz der $VO_2\text{max}$ Werte in der Interventions- und Kontrollgruppe lässt lediglich einen positiven Trend vermuten.

Eine weitere Erklärung für die Diskrepanz zwischen subjektiver Angabe der körperlichen Aktivität und objektiver Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme könnte darin liegen, dass die Teilnehmer ihre körperliche Aktivität überschätzt haben. Hagströmer et al verglichen in einer Studie³⁴ objektive und subjektive Messmethoden zur körperlichen Aktivität. Dabei wurde festgestellt, dass die durch Akzelerometer objektiv gemessenen Aktivitäten überwiegend unterhalb der subjektiv gemachten Angaben in einem Bewegungstagebuch lagen. Das Ergebnis der Studie ließ die Autoren die Vermutung äußern, dass Probanden generell dazu neigen die geleistete körperlicher Aktivität zu überschätzen³⁴. Bei Männern scheint eine Überbewertung

der eigenen Leistung stärker ausgeprägt zu sein als bei Frauen⁴⁵. In Anbetracht der Tatsache, dass 88 % der Teilnehmer der vorliegenden Studie männlich waren, ist eine generelle Beschönigung der Aktivitätsangaben im Freiburger Fragebogen nicht auszuschließen.

Möglich wäre zudem eine Verzerrung der Ergebnisse im Sinne einer Response Bias. Die Teilnehmer könnten durch das Ziel der Studie, eine Leistungssteigerung zu erzielen, dazu verleitet worden sein, ihre körperliche Aktivität höher anzugeben als es ihrer tatsächlichen Einschätzung entsprach.

Als Ursache für den ausgebliebenen signifikanten Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme ist auch eine zu niedrige Trainingsintensität in Betracht zu ziehen. Der Trainingsplan des PHM-Programmes ist primär auf Personen mit drohendem metabolischen Syndrom und einem niedrigen Aktivitätslevel ausgerichtet. In der Gesamtpopulation zeigten jedoch 14 Probanden (18,4 %) kein oder nur ein Kriterium des metabolischen Syndroms. Außerdem wurden zu Interventionsbeginn bereits 14 Teilnehmer (18,4 %) der Mindestanforderung an die körperlicher Aktivität gerecht und ein Teilnehmer (1,3 %) zeigte sogar ausreichende Aktivität. Jene Probanden ohne metabolisches Syndrom und jene mit einem initial hohen Aktivitätslevel wurden möglicherweise durch die Trainingsvorgaben nicht ausreichend gefordert. Denkbar ist auch, dass die Trainingsintensitäten generell zu niedrig angesetzt wurden, so dass die Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme nicht eintreten konnte.

4.5 SF-36

Drei der 8 Subskalen des SF-36 wiesen sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe signifikante Steigerungen auf. Bei diesen drei Subskalen handelt es sich um die „körperliche Funktionsfähigkeit“, die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ und die „Vitalität“. Die Kontrollgruppe präsentierte zusätzlich eine signifikante Verbesserung der Subskala „psychisches Wohlbefinden“ sowie der psychischen Summenskala. Beim Vergleich der Differenzen der acht Subskalen sowie der zwei Summenskalen zwischen beiden Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Gegenüberstellung mit einer deutschen Normstichprobe deckte in den psychischen Subskalen Defizite auf.

4.5.1 Ausgangswerte

Ein Ziel der vorliegenden Studie ist es, inaktive Personen mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom mit Hilfe einer IT-basierten Intervention zu mehr Aktivität zu bewegen. Für die Frage, ob es dabei auch zu einer Verbesserung der Lebensqualität kommt, ist es von Bedeutung, ob das metabolische Syndrom im Vergleich zur Normalbevölkerung mit einer niedrigeren Lebensqualität assoziiert ist. Unter Verwendung der Normdaten einer gesunden Vergleichsgruppe bietet sich die Möglichkeit, das Ausmaß und das Muster der Einschränkungen durch das metabolische Syndrom beziehungsweise deren Vorstufen darzustellen. Hiermit sind sowohl inhaltliche Informationen über die Prävalenz von Einschränkungen zu bekommen als auch Hinweise, auf welche Dimensionen eine Therapie zur Verbesserung der Lebensqualität bei dieser Population einzugehen hätte. Letztlich können auch Schlüsse daraus gezogen werden, in welchen Bereichen der Lebensqualität Verbesserungen im Verlauf der Intervention zu erwarten sind.

Frühere Studien^{23, 28, 54, 75, 96} zeigten, dass das metabolische Syndrom in Zusammenhang mit einer reduzierten Lebensqualität und einem erhöhten Risiko für psychiatrische Erkrankungen und Stress zu bringen ist.

Aufgrund der Rekrutierung überwiegend inaktiver Personen mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom wäre in der vorliegenden Studie mit Einschränkungen, vor allem im Bereich der körperbezogenen Lebensqualität, zu rechnen gewesen^{54, 96}. Wider Erwarten zeigten die Teilnehmer der Interventions- und Kontrollgruppe keine bzw. kaum Defizite bei den körperlichen Subskalen. Vielmehr ergaben sich für die Probanden der Interventionsgruppe in allen vier Kategorien, „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Rollenfunktion“, „körperliche Schmerzen“ und „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, höhere Werte als bei der Normpopulation. Innerhalb der Kontrollgruppe waren die „körperlichen Schmerzen“ und die „körperliche Rollenfunktion“ über, die „körperliche Funktionsfähigkeit“ auf und die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ unter dem Normpopulationsniveau.

Dass in der Studienpopulation ein höherer Grad an körperlich bedingter Lebensqualität als in der Normpopulation besteht, könnte durch die Selektion im Rahmen des Rekrutierungsverfahrens begründet sein. Das Interesse an einer Studie zur Steigerung der körperlichen Aktivität teilzunehmen, könnte vornehmlich bei jenen Personen geweckt worden sein, die bereits ein gesteigertes Bewusstsein für ihren

Körper und körperliche Aktivität entwickelt haben bzw. bereits körperlich aktiv sind (self-selection-bias). Neben dem Mechanismus der Selbstselektion könnten auch die Ein- und Ausschlusskriterien dazu beigetragen haben, dass die Studienpopulation höhere körperliche Subskalen aufweist als die Normpopulation. Zum einen bestand vor Aufnahme in die Studie die Pflicht, eine Sporttauglichkeit nachzuweisen. Zum anderen führten floride akute oder chronische Erkrankungen sowie ein manifester Diabetes mellitus, jeweils Krankheiten mit einer potentiell eingeschränkten körperbezogenen Lebensqualität, zu einem Ausschluss aus der Studienpopulation.

Im Gegensatz zu den körperlichen lagen die psychischen Subskalen der Studienpopulation vor Interventionsbeginn ausnahmslos unter dem Niveau der Normstichprobe. Die im Vergleich zur deutschen Referenzgruppe geringer ausfallenden Werte stehen vermutlich mit dem metabolischen Syndrom in Zusammenhang. Dass das metabolische Syndrom mit einer niedrigeren gesundheitsbezogenen Lebensqualität einhergeht, konnte in zahlreichen Studien^{23, 28, 54, 75, 96} nachgewiesen werden.

Auch Gardner et al.²⁹ untersuchten die Auswirkungen des metabolischen Syndroms auf die Lebensqualität. Hierbei wurden Patienten, die zusätzlich das metabolische Syndrom hatten einer Kontrollgruppe gegenübergestellt, die ausschließlich an einer Claudicatio intermittens erkrankt waren. Für die psychischen Subskalen „Vitalität“ und „Emotionale Rollenfunktion“ ergaben sich signifikant schlechtere Werte. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass zudem alle Kategorien der körperlichen Lebensqualität ein deutlich niedrigeres Niveau aufzeigten als in der Kontrollgruppe. Letzteres Ergebnis findet sich auch in einer von Tsai et al. durchgeführten Studie⁹⁹ wieder, welche adipöse Patienten mit metabolischem Syndrom einer adipösen Vergleichsgruppe ohne metabolisches Syndrom gegenüberstellte. Die Autoren kommen dabei zu dem Schluss, dass das metabolische Syndrom mit deutlich niedrigeren Werten bei den körperlichen Subskalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“ und „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ sowie bei der körperlichen Summenskala assoziiert ist. Hjellset et al.³⁷ untersuchten mit Hilfe des SF-36 die Lebensqualität bei weiblichen pakistanischen Immigranten mit metabolischem und ohne metabolisches Syndrom. Als Resultat wurde ein signifikant niedrigeres Level der körperlichen Subskalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“ und „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ und „Körperliche Schmerzen“ bei Frauen mit metabolischem Syndrom beschrieben.

Diese Feststellung steht im Kontrast zu den Resultaten der vorliegenden Studie, in der die Studienpopulation bereits vor Beginn der Intervention im Bereich der körperlichen Lebensqualität den Level der Normstichprobe erreicht bzw. überragt.

Die aufgezeigte Diskrepanz bezüglich der körperlichen Lebensqualität ist möglicherweise auf die unterschiedlichen Studienziele zurückzuführen. Durch das Ziel der vorliegenden Studie, eine Steigerung der körperlichen Aktivität zu erreichen, wurden möglicherweise jene Personen selektiert, die sich bereits um eine erhöhte physische Lebensqualität bemüht haben und eine weitere Verbesserung in diesem Sektor anstreben (siehe auch Vergleich zur Normpopulation). Gardner et al. genauso wie Tsai et al. untersuchten hingegen den Einfluss des metabolischen Syndroms auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Das fehlende Ziel dieser Studien, eine Steigerung der Lebensqualität zu erreichen, könnte mit den vergleichsweise schlechten körperlichen Subskalen im SF-36 in Zusammenhang stehen.

Eine weitere Erklärung ist die unterschiedliche Zusammensetzung der Studienpopulationen. Sowohl Gardner et al. als auch Tsai et al. schlossen in die Gruppe mit metabolischem Syndrom ausschließlich Probanden ein, die mindestens 3 der 5 Kriterien des metabolischen Syndroms nach der Klassifikation des National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III (ATP III) entsprechen. Demgegenüber sind in der vorliegenden Studie weniger als 50 % der Teilnehmer laut Definition⁴ dem metabolischen Syndrom zuzuordnen. Alle übrigen Probanden, die nur einen Risikofaktor bzw. zwei oder drei Risikofaktoren des metabolischen Syndroms aufweisen, zeigen vermutlich eine geringere Einschränkung der physischen Lebensqualität als Personen mit einem definierten metabolischen Syndrom. Letztlich scheint auch der vergleichsweise höhere BMI der Probanden von Gardner et al. und Tsai et al. einen Einfluss auf das niedrigere Level an körperlicher Lebensqualität zu haben. Im Schnitt hatten die Patienten mit metabolischem Syndrom einen BMI von $31,0 \pm 4,5 \text{ kg/m}^2$ (Gardner et al.) bzw. $37,4 \pm 4,2 \text{ kg/m}^2$ (Tsai et al.), wohingegen die Gesamtpopulation der vorliegenden Studie über einen durchschnittlichen BMI von $28,4 \pm 2,4 \text{ kg/m}^2$ verfügte.

Tsai et al. untersuchte im Vergleich zu vorherigen Studien, neben dem Effekt des metabolischen Syndroms auf die Lebensqualität, zusätzlich die Rolle des BMI. Der entscheidende Faktor der zu einer niedrigeren Lebensqualität beiträgt, ist, laut Tsai et al., nicht das metabolische Syndrom an sich, sondern der vielfach hiermit einhergehende erhöhte BMI. Diese These wird durch eine Review⁵⁵ und zahlreiche

Einzelstudien^{18, 26, 36, 47, 108} gestützt, die eine Assoziation zwischen hohem BMI und verminderter körperlicher und psychischer Lebensqualität aufzeigen.

Ein weiterer Faktor, der die Beeinträchtigung der Lebensqualität bedingt, ist körperliche Inaktivität^{18, 31, 77}. Die verminderte Lebensqualität bei Patienten mit metabolischem Syndrom wird daher auch durch die häufig damit verbundene Inaktivität begründet sein.

Ein unabhängiger Effekt des metabolischen Syndroms auf die Lebensqualität ist bisher noch nicht belegbar⁹⁹. Die im Vergleich zur deutschen Referenzgruppe niedrigeren Werte der psychischen Subskalen sind vermutlich überwiegend auf den erhöhten BMI und Inaktivität und weniger auf das metabolische Syndrom selbst zurückzuführen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass aufgrund der Eigenschaften der Gesamtpopulation mit drohendem und manifestem metabolischen Syndrom, mit verminderter körperlicher Aktivität und erhöhtem BMI ($28,4 \pm 2,4 \text{ kg/m}^2 = \text{Präadipositas}$), Defizite bezüglich der Lebensqualität zu erwarten waren. Diese haben sich zumindest im Bereich der psychischen Subskalen bestätigt.

4.5.2 Lebensqualitätsänderung

Da sowohl die Interventions- als auch die Kontrollgruppe im Vergleich zur Normstichprobe Defizite der psychischen Lebensqualität hatten, wäre eine Verbesserung speziell dieser Subskalen zu erwarten gewesen. Dies bestätigte sich für die Subskala „Vitalität“ mit einer signifikanten Verbesserung in der Interventionsgruppe und einer sehr signifikanten Steigerung in der Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe wies zudem eine Erhöhung der Subskala „psychisches Wohlbefinden“ auf. Bemerkenswert ist, dass, trotz des im Vergleich zur Normstichprobe hohen Ausgangsniveaus, auch bei den körperlichen Subskalen eine Lebensqualitätssteigerung stattgefunden hat. In beiden Gruppen zeigte die „körperliche Funktionsfähigkeit“ eine sehr signifikante und die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ eine signifikante Zunahme.

Dass durch eine Steigerung der körperlichen Aktivität eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zu erreichen ist, konnte bereits in zahlreichen Studien^{9, 44, 66} belegt werden.

In einem Review⁷⁰ beschäftigten sich Pedersen et al. mit der Frage, ob körperliche Aktivität eine Therapieoption bei chronischen Erkrankungen darstellt. Neben dem Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Krankheit selbst, untersuchten sie auch die Auswirkungen auf die Lebensqualität. Bei Patienten mit Stoffwechselstörungen, welche dem metabolischen Syndrom zuzuordnen sind, ist ein positiver Effekt des körperlichen Trainings auf die Lebensqualität belegbar. Eine starke Evidenz für die positive Beeinflussung der Lebensqualität besteht für Patienten mit Insulinresistenz, Diabetes mellitus Typ 2, Hypertension und Adipositas. Für Personen mit Dyslipidämie konnte ein positiver Effekt mit moderater Evidenz nachgewiesen werden.

Laut Dunn et al.²⁴ und Warburton et al.^{110, 111} führt Bewegung zu einer Reduktion von Stress, Angst und Depression und somit zu einem verbesserten psychischen Wohlbefinden. Auch Klavestrand et al. zeigte in einem Review⁴⁴, dass ein Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und gesundheitsbezogener Lebensqualität besteht. Ein Großteil der von Klavestrand et al. zusammengefassten Studien verwendeten den SF-36. Wendel-Vos et al. fanden heraus, dass gesteigerte körperliche Aktivität mit höheren Punktzahlen in den Subskalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, „Vitalität“ und in der körperlichen Summenskala einhergeht. Bei Männern erhöhte sich zudem das „psychische Wohlbefinden“. Vuillemin et al. analysierten den Unterschied zwischen Inaktiven und Personen mit intensiveren Freizeitaktivitäten bezüglich der Lebensqualität. Die größte Differenz mit neun Punkten wurde für die Subskalen „Vitalität“ und „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ festgestellt. Die „körperliche Funktionsfähigkeit“ und „körperliche Schmerzen“ wichen zwischen beiden Gruppen um vier Punkte und die körperliche Summenskala um drei Punkte ab. Eine weitere Studie von Daskapan et al. berichtet von einer positiven Korrelation zwischen Energieverbrauch und den Subskalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „Vitalität“, „soziale Funktionsfähigkeit“ und „psychisches Wohlbefinden“.

Fasst man die Ergebnisse der, von Klavestrand et al. in das Review eingeschlossenen, Einzelstudien zusammen, so ist festzustellen, dass meist die gleichen Subskalen des SF-36 mit körperlicher Aktivität korrelieren. So scheinen vor allem die „körperliche Funktionsfähigkeit“, „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, „Vitalität“ und das „psychische Wohlbefinden“ aktivitätsabhängig zu sein. In dieses Bild fügen sich die Resultate der vorliegenden Studie, welche signifikante

Steigerungen der genannten vier Subskalen nachweisen konnte. Dass in den genannten Studien häufig dieselben Subskalen eine signifikante Verbesserung aufzeigten, muss jedoch nicht nur auf eine Aktivitätsabhängigkeit zurückzuführen sein. Vielmehr sind es gerade jene Subskalen, bei denen die geringste Fallzahl notwendig ist, um einen signifikanten Interventionseffekt zu belegen¹³.

4.5.2.1 Fehlender Lebensqualitätsanstieg

Jene Subskalen, die keinen signifikanten Zuwachs verzeichnen konnten, wie „körperliche Rollenfunktion“, „körperliche Schmerzen“, „soziale Funktionsfähigkeit“ und „emotionale Rollenfunktion“, zeigten auch in den anderen Studien nicht oder selten eine Korrelation zur körperlichen Aktivität. Wahrscheinlich sind diese Aspekte der Lebensqualität durch eine aktivere Lebensweise weniger stark zu beeinflussen. Zudem benötigen die relativ groben Kategorien „körperliche Rollenfunktion“ und „emotionale Rollenfunktion“ eine 2-3-mal größere Stichprobe als die übrigen Subskalen, um die gleiche Punktedifferenz im Zeitverlauf einer Intervention nachweisen zu können¹³.

Ein weiterer Grund für den fehlenden Anstieg einiger Subskalen ist in den hohen Ausgangswerten zu suchen. Bei den Skalen des SF-36 kann es zu so genannten Boden- und Deckenbildungseffekten¹⁰⁹ kommen, die mögliche Interventionseffekte verschleiern. Durch die Skalierung des SF-36 von 0-100 ist, bei vorliegendem Maximalwert vor Beginn der Intervention, keine Verbesserung (Deckenbildungseffekt) und, bei vorliegendem Wert 0, keine Verschlechterung (Bodenbildungseffekt) mehr möglich. Insbesondere die Skalen „körperliche Funktionen“, „körperliche Rollenfunktion“, „emotionale Rollenfunktion“ und „soziale Funktionen“ weisen, laut Walach et al.¹⁰⁹, starke Deckeneffekte auf. Diese Feststellung wurde in der vorliegenden Studie bestätigt. Zum ersten Messpunkt wurde innerhalb der Interventionsgruppe bei den Subskalen „körperliche Rollenfunktion“, „emotionale Rollenfunktion“ und „Schmerzen“ und innerhalb der Kontrollgruppe bei den Subskalen „körperliche Rollenfunktion“, „emotionale Rollenfunktion“ und „soziale Funktionen“ der Höchstwert erreicht. Die genannten Subskalen konnten dementsprechend keine signifikanten Steigerungen zum zweiten Messpunkt zeigen.

Möglicherweise benötigen einige Subskalen höhere Belastungsintensitäten oder eine längere Interventionsdauer, um eine positive Beeinflussung zu erfahren. Laut

Vuillemin et al.¹⁰⁷ sollten pro Tag mindestens 30 Minuten moderater Freizeitaktivitäten absolviert werden, damit sich ein Benefit für die gesundheitsbezogene Lebensqualität ergibt. Höhere Intensitäten sind mit einer größeren Lebensqualität assoziiert. Brown et al.^{11, 12} beschreiben eine glockenförmige Dosis-Wirkungsbeziehung, wobei die größte Wirkung auf die Lebensqualität bei moderater körperlicher Aktivität von 30-59 Minuten pro Tag erreicht wird. Da die Belastung bei einer inaktiven Zielgruppe langsam auf ein optimales Maß gesteigert werden muss, waren die Trainingsintensitäten unter Umständen nicht ausreichend, um bei den einen Subskalen eine signifikante Verbesserung und bei anderen Subskalen eine höhere Signifikanz zu erreichen. Bezüglich der Interventionsdauer sind bisher keine Richtlinien bekannt, ab wann ein relevanter Zuwachs der Lebensqualität zu erwarten ist.

4.5.2.2 Lebensqualitätsanstieg

Für jene Skalen, die einen Zuwachs verzeichneten, stellt sich die Frage, worauf dieser zurückzuführen ist. Sehr wahrscheinlich steht die Lebensqualitätsverbesserung im Rahmen der vorliegenden Studie mit einer Aktivitätssteigerung in Verbindung. Der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Lebensqualität ist erwiesen^{9, 44, 66}. Dennoch ergaben die Auswertungen (siehe 3.6.3 und 3.6.4) keine Korrelation zwischen körperlicher Aktivität und Lebensqualität. Die Änderung der Gesamt-, Alltags- und Sportpunkte des Freiburger Fragebogens korrelierte nicht mit der Punktzahländerung einer der Sub- oder Summenskalen des SF-36. Des Weiteren konnte auch kein Zusammenhang zwischen der Änderung der maximalen Sauerstoffaufnahme und des SF-36 festgestellt werden.

Dies lässt folgende These zu: Die Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität beruht möglicherweise nicht allein auf der Steigerung der körperlichen Aktivität. Vielmehr scheinen auch folgende Faktoren dazu beigetragen zu haben.

Allein die Teilnahme an einem Programm zur Steigerung der körperlichen Aktivität hat möglicherweise, zumindest kurzfristig, zu einer Lebensqualitätsverbesserung geführt. Bereits die Absicht der Studienteilnehmer etwas für ihre Gesundheit zu tun und die Gewissheit körperlich noch in einem ihnen bekannten Rahmen belastbar zu sein, trugen vermutlich dazu bei, dass die „körperliche Funktionsfähigkeit“, die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, die „Vitalität“ und in der Kontrollgruppe

zusätzlich das „psychische Wohlbefinden“ nach Abschluss positiver empfunden wurden als vor Beginn der Intervention.

Neben der Aktivitätssteigerung an sich ist die teilweise damit verbundene Gewichtsreduktion ebenfalls als Ursache für die Verbesserung der Lebensqualität denkbar. Dass bei Übergewichtigen eine Körpergewichtsreduktion die Zunahme der Lebensqualität bewirkt, ist in der Literatur^{41, 106} vielfach belegt. Die im Zuge der vorliegenden Studie durchgeführte Korrelationsanalyse zeigte jedoch keine Verbindung zwischen der Änderung der Skalen des SF-36 und der Änderung des Gewichtes, Bauchumfanges und Hüftumfanges.

Obwohl der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Lebensqualitätsverbesserung erwiesen ist, sind die dafür verantwortlichen Faktoren nicht endgültig bekannt⁴⁴.

4.5.3 Gruppendifferenzen

Wie bei der körperlichen Aktivität im Freiburger Fragebogen war auch bei der Lebensqualität in beiden Gruppen gleichermaßen eine signifikante Zunahme zu beobachten. Zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe ergaben sich weder bei den Subskalen noch bei den Summenskalen Differenzen.

Ein Grund für den fehlenden Unterschied zwischen beiden Gruppen ist in den hohen Ausgangswerten mancher Subskalen zu suchen. Der bereits erwähnte Deckenbildungseffekt der Subskalen „körperliche Rollenfunktion“, „körperliche Schmerzen“, „soziale Funktionsfähigkeit“ und „emotionale Rollenfunktion“ ließ keine Steigerung der Punktwerte zu. Ein möglicher Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe könnte auf diese Weise verdeckt worden sein.

Zudem werden zum Nachweis kleiner Differenzen zwischen zwei randomisierten Gruppen wesentlich größere Stichprobengrößen benötigt¹³. Der Testgruppenumfang der vorliegenden Studie reicht aus, um Differenzen von 20 Punkten festzustellen. Bereits der Beweis einer Differenz von 10 Punkten erfordert eine wesentlich höhere Teilnehmerzahl in jeder Gruppe als es in dieser Studie der Fall ist¹³. Allerdings wird erst ein Unterschied von 5 Punkten als klinisch und sozial relevant erachtet^{13, 69}. Da die Differenzen der Punktänderungen zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe durchwegs weniger als 5 Punkte betragen, ist auch bei einer

größeren Stichprobe kein klinisch bedeutender Lebensqualitätsunterschied zu erwarten.

Sehr wahrscheinlich ist der fehlende Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe darauf zurückzuführen, dass beide Gruppen auch im Freiburger Fragebogen keine Differenzen aufzeigten. Bei einer gleichartigen Steigerung der körperlichen Aktivität in beiden Gruppen entspricht eine ebenso einheitliche Erhöhung der Lebensqualität der Erwartung. Die Annahme ergibt sich daraus, dass in der vorliegenden Arbeit die Aktivitätssteigerung, vor der Gewichtsabnahme und anderen Faktoren, als Hauptfaktor für die Lebensqualitätsverbesserung postuliert wurde.

Langfristig gesehen ist es jedoch vorstellbar, dass sich ein Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Lebensqualität herausbildet. In der Interventionsgruppe könnten die zusätzlichen Vorgaben zu Art, Umfang und Dauer des Trainings, die Möglichkeit der direkten Kontaktaufnahme zu den Trainern sowie das Feedback in Form von telefonischen Zwischengesprächen und E-Mails dazu beitragen, dass eine Verhaltensänderung auch dauerhaft beibehalten wird (siehe Diskussion Freiburger Fragebogen). Eine fehlende Aufrechterhaltung der körperlichen Aktivität in der Kontrollgruppe hätte, aufgrund der Korrelation zwischen körperlicher Aktivität und Lebensqualität, eine Minderung der Lebensqualität zur Folge. Die begrenzte Dauer der Studie und das Fehlen von Follow Up Untersuchungen lassen jedoch keine abschließende Beurteilung eines langfristigen Interventionseffektes auf die Lebensqualität zu.

4.6 Limitationen

Eine grundlegende Limitation der vorliegenden Studie ist, dass bei einigen wenigen Teilnehmern (14) die geforderten Einschlusskriterien nicht zu 100 % eingehalten werden konnten, diese aber trotzdem in die Studie aufgenommen wurden. Dies war aus übergeordneten, projektbedingten Gründen nicht anders möglich, da das in der Einleitung erwähnte Projekt SPRINT mit dem Teilprojekt PHM neben den rein medizinischen Aspekten auch dienstleistungs- und servicebezogene Fragestellungen bearbeitete. Im Rahmen der Kooperation mit den Projektleitern des Lehrstuhls für

Wirtschaftsinformatik der TU München musste auf diese Fragestellungen Rücksicht genommen werden.

Bei der statistischen Analyse wurden letztlich nur die Teilnehmer berücksichtigt, die die gesamte Studie abgeschlossen haben. Dies entspricht nicht dem bei einem solchen Ansatz grundsätzlich zu bevorzugendem Intention-to-treat-Vorgehen. Es wurden allerdings Sensitivitätsanalysen mit imputierten, konservativen Ergebnissen für die Abbrecher durchgeführt und keine signifikanten Differenzen bei den Ergebnissen festgestellt, so dass kein methodischer Fehler anzunehmen ist.

Eine weitere Limitation ist die Interventionsdauer. Innerhalb eines Zeitraumes von drei Monaten ist eine Änderung der körperlichen Aktivität, der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Lebensqualität nur in begrenztem Umfang zu erreichen. Um deutliche $VO_2\text{max}$ -Verbesserungen zu erreichen, postulieren Huang et al.³⁹ eine Trainingsphase von mindestens 16 Wochen, falls drei Mal pro Woche ein 30-35 Minuten anhaltendes Ausdauertraining mit einer Intensität von 55-60 % der $VO_2\text{max}$ absolviert wird. Allerdings existieren bisher noch keine Richtlinien, die angeben, welche minimale Interventionsdauer notwendig ist, um langfristige Verhaltensänderungen erzielen zu können. In dieser Hinsicht ist weitere Forschung erforderlich.

Die Literatur^{10, 48, 67, 83} empfiehlt zudem, langfristige Verlaufsuntersuchungen durchzuführen, damit überprüft werden kann, ob eine Verhaltensänderung, im Sinne einer gesteigerten körperlichen Aktivität und Lebensqualität, auch über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt. Eine Follow-Up Untersuchung fand im Rahmen der vorliegenden Studie nicht statt.

Als weitere limitierende Faktoren stellen sich die Erfassungsmethoden der körperlichen Aktivität dar. Mitunter ist die Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme als Goldstandard zur Beurteilung der körperlichen Fitness und nicht der körperlichen Aktivität anzusehen. Dabei definiert sich körperliche Aktivität als jede körperliche Bewegung, die durch die Skelettmuskulatur produziert wird und den Energieverbrauch über den Grundumsatz anhebt¹⁰⁴. Als Goldstandard sind die direkte Beobachtung, indirekte Kalorimetrie sowie die „double labelled water“-Methode anzusehen. Zudem kann die körperliche Aktivität durch Pedometer, Akzelerometer, Herzfrequenzmesser, Fragebögen und Aktivitätstagebücher registriert werden¹⁰⁴. Dahingegen wird körperliche Fitness beschrieben als eine

Zusammenstellung von Eigenschaften, die Personen haben oder leisten, bezogen auf ihre Fähigkeit körperliche Aktivität auszuführen²⁰. Eine dieser Attribute ist die kardiorespiratorische Fitness, deren Bestimmung standardmäßig durch die maximale Sauerstoffaufnahme erfolgt. Um eine Aussage über die erbrachte körperliche Aktivität zu treffen, ist die maximale Sauerstoffaufnahme daher nur begrenzt geeignet.

Eine Limitation bei der Erfassung der kardiorespiratorischen Fitness ist der Einsatz von Fahrradergometern. Unbequemlichkeit und Ermüdung des Musculus quadriceps femoris führen gerade bei untrainierten Personen zu einem Abbruch der Spiroergometrie, bevor die eigentliche VO_2 max erreicht wurde¹⁰⁴. Studien^{25, 116} zeigten, dass auf Laufbändern durchschnittlich 10-20 % höhere VO_2 max Werte erreicht werden als auf Fahrradergometern.

Auch die Ergebnisse des Freiburger Fragebogens sind nur begrenzt aussagekräftig. Zum einen erfolgte die Beantwortung der Fragen in Abhängigkeit von der subjektiven Interpretation der Fragen sowie der Wahrnehmung der eigenen körperlichen Aktivität. Zum anderen muss insbesondere bei einer älteren Population eine Beeinträchtigung des Gedächtnisses berücksichtigt werden. Im Allgemeinen sollte in Fragebögen die eigene körperliche Aktivität rückblickend nur für einen Zeitraum von einem Tag bis maximal sieben Tagen beurteilt werden müssen¹⁰⁴. Im Freiburger Fragebogen hingegen werden körperliche Aktivitäten der letzte Woche und des letzten Monats abgefragt. Dabei hat sich gezeigt, dass Aktivitäten, die einen gewissen organisatorischen Rahmen benötigen (Tanzen, Bowling) oder mit einer höheren Belastungsintensität (Sport) verbunden sind, zuverlässiger rekapituliert werden als Aktivitäten mit niedrigeren Intensitäten²⁷. Dies führt zu einer eingeschränkten Reliabilität, speziell vor dem Hintergrund, dass Basisaktivitäten mit leichten bis moderaten Belastungsintensitäten einen Großteil der Gesamtaktivität ausmachen. Letztlich erwies sich auch die Validierung des Freiburger Fragebogens mangels einer echten Referenzmethode als problematisch²⁷. Eine generelle Beschränkung der Fragebögen ist eine mögliche Unter- oder Überschätzung der körperlichen Aktivität aufgrund verschiedener Faktoren wie beispielsweise sozialer Erwünschtheit, Alter, Jahreszeit und Länge des Untersuchungszeitraumes¹⁰⁴. Das Problem der eingeschränkten Validität und Reliabilität von Fragebögen zur körperlichen Aktivität stellen auch Shepard et al in ihrem Review⁸² ausführlich dar.

4.7 Stärken

Als Stärke der vorliegenden Arbeit ist das Studiendesign zu nennen. Randomisierte, kontrollierte Studien gelten in der medizinischen Forschung als Goldstandard, da sie sich insbesondere zum Nachweis von Wirksamkeit und Nutzen einer Intervention eignen^{56, 114}. Durch die Randomisierung können systematische Unterschiede zwischen zwei Gruppen weitgehend ausgeschlossen und eine hohe interne Validität der Ergebnisse erreicht werden. Der Vergleich zu einer Kontrollgruppe ermöglicht zudem, Aussagen bezüglich einer Kausalität treffen zu können.

In der vorliegenden Studie ist die realitätsnahe Rekrutierung der Teilnehmer als Vorteil gegenüber ähnlichen Studien anzusehen. Die ausschließliche Rekrutierung per Email kommt einer möglichen Implementation des PHM am Arbeitsplatz am nächsten. Aufgrund der Zielsetzung, mit wenig Personal viele Teilnehmer zu betreuen, wäre die Kontaktaufnahme zu potentiellen Teilnehmern durch persönliche Gespräche in einem realen Setting vermutlich zu zeitintensiv. Auch die Betreuung der Studienteilnehmer durch zwei Trainer während der Interventionsphase entspricht einem praxisnahen Personalaufwand. Je näher eine Studie an reale Bedingungen geknüpft ist, desto präziser lassen sich Aussagen über Effektivität und Umsetzbarkeit des PHM-Programmes machen.

Eine weitere Stärke dieser Studie besteht darin, dass sowohl subjektive als auch objektive Verfahren zur Überprüfung einer Verhaltensänderung Anwendung fanden. Weniger als die Hälfte der von Neville et al. zusammengefassten Studien⁶⁸ nutzten objektive Messmethoden. Diese scheinen aber wichtig zu sein, um Ergebnisse aus Fragebögen zu überprüfen, da häufig keine Korrelation zwischen beiden Messmethoden zu finden ist. Als objektiver Parameter wurde in der vorliegenden Studie die maximale Sauerstoffaufnahme erhoben. Sie gilt als Goldstandard zur Bestimmung der kardiorespiratorischen Fitness und erwies sich in früheren Studien sowohl als reproduzierbares Kennzeichen für die Toleranz körperlicher Anstrengung als auch als prognostischer Faktor für kardiovaskuläre Erkrankungen¹⁰⁴.

Die verwendeten Fragebögen wurden den Probanden ausschließlich in elektronischer Form zur Verfügung gestellt. Dies ist insofern als Vorteil anzusehen, da die Beantwortung am Computer Codierungsfehler eliminiert⁹⁵, welche bei Papierfragebögen regelmäßig auftreten. Abhängig von den gegebenen Antworten werden unnötige Fragen übersprungen. Des Weiteren ist bei elektronischen

Fragebögen eine fehlerhafte Bearbeitung oder das Auslassen von Fragen nicht möglich, da dem Probanden Mängel unmittelbar mitgeteilt werden. Dies spart sowohl den Veranstaltern als auch den Teilnehmern Zeit. Zudem erhöht sich die Anzahl der korrekt ausgefüllten Fragebögen und somit auch die Richtigkeit der Auswertungen. Letztlich zeigten einige Studien^{63, 84}, dass Personen ein unerwünschtes Verhalten, wie Rauchen oder Inaktivität, in elektronischen Fragebögen ehrlicher beantworten als in Papierfragebögen.

Hervorzuheben ist zudem, dass die Planung, Durchführung und Auswertung der vorliegenden Studie in interdisziplinärer Zusammenarbeit erfolgte. Beteiligt waren Experten der Wirtschaftsinformatik, Informatik, Sportwissenschaft und Medizin. Die Kooperation gewinnt vor allem unter dem Aspekt der stetig steigenden Komplexität der einzelnen Fachdisziplinen an Bedeutung. Liegt die Entwicklung eines IT-basierten Programmes zur Steigerung der körperlichen Aktivität in der Hand nur einer Seite, wie in früheren Studien teilweise geschehen, kann das Potential nicht voll ausgeschöpft werden. Dies führte möglicherweise dazu, dass gleichartige Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen kamen.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Doktorarbeit wurde der Einfluss einer strukturierten versus einer nicht-strukturierten internetbasierten Bewegungsintervention auf die körperliche Aktivität, die körperliche Fitness und die Lebensqualität von inaktiven Patienten mit drohendem oder manifestem metabolischen Syndrom evaluiert.

Es wurden 140 Mitarbeiter der Firma BMW in einem Verhältnis von 3:2 in eine Interventions- und eine Kontrollgruppe randomisiert, von denen letztlich 76 in die statistische Auswertung eingingen (12 % Frauen, BMI $28,4 \pm 2,4 \text{ kg/m}^2$, Alter 46 ± 8 Jahre). Die Interventionsgruppe (n=49) erhielt strukturierte Trainingspläne, Wochenziele und Feedback, während die Kontrollgruppe (n=27) selbst gewählte Trainingseinheiten online dokumentieren konnte. Der Interventionszeitraum erstreckte sich über 12 Wochen von Anfang Mai bis Ende Juli 2008. Die körperliche Aktivität wurde mit Hilfe des Freiburger Fragebogens, die körperliche Fitness durch die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_2max) und die Lebensqualität anhand des SF-36 erfasst.

Die Interventionsgruppe zeigte eine signifikante Verbesserung der Gesamt- [7,85 (8,0) vs. 15,45 (10,4); $p=0,000$], Alltags- [4,90 (2,7) vs. 7,75 (3,6); $p=0,000$] und Sportpunkte [3,5 (7,0) vs. 8,5 (8,9); $p=0,000$] sowie der „körperlichen Funktionsfähigkeit“ [95,00 (10,0) vs. 100,00 (5,0); $p=0,002$], der „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ [70,00 (20,0) vs. 72,00 (17,5); $p=0,023$] und der „Vitalität“ [60,00 (20,0) vs. 70,00 (17,5); $p=0,049$]. In der Kontrollgruppe kam es ebenfalls zu einem Anstieg der Gesamt- [7,70 (6,9) vs. 13,25 (9,0); $p=0,000$], Alltags- [4,20 (3,2) vs. 8,45 (5,2); $p=0,000$] und Sportpunkte [1,80 (5,0) vs. 5,50 (7,9); $p=0,005$] sowie der „körperlichen Funktionsfähigkeit“ [95,00 (10,0) vs. 100,00 (5,0); $p=0,008$], der „allgemeinen Gesundheitswahrnehmung“ [70,00 (15,0) vs. 77,00 (5,0); $p=0,030$], der „Vitalität“ [55,00 (25,0) vs. 65,00 (25,0); $p=0,009$], des „psychischen Wohlbefindens“ [72,00 (16,0) vs. 76,00 (16,0); $p=0,029$] und der psychischen Summenskala [50,90 (7,5) vs. 52,40 (8,2); $p=0,012$]. Bezüglich der VO_2max zeigte weder die Interventionsgruppe [3,20 (0,9) vs. 3,45 (1,3); $p=0,076$] noch die Kontrollgruppe [3,20 (0,8) vs. 3,28 (0,6); $p=0,269$] signifikante Steigerungen.

Ein signifikanter Gruppenunterschied konnte für keinen der Outcome-Parameter nachgewiesen werden.

Die Überlegenheit einer strukturierten gegenüber einer nicht strukturierten internetbasierten Bewegungsintervention hinsichtlich körperlicher Aktivität, körperlicher Fitness und Lebensqualität ist zumindest im Rahmen der hier untersuchten Kohorte nicht gegeben.

6 Literaturverzeichnis

1. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS Jr. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):71-80.
2. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR Jr, Schmitz KH, Emplaincourt PO, Jacobs DR Jr, Leon AS. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9 Suppl):498-504.
3. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 1991;50(2):179-211.
4. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart JC, James WP, Loria CM, Smith SC Jr. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120(16):1640-1645.
5. Aldana SG. Financial impact of health promotion programs: a comprehensive review of the literature. *Am J Health Promot* 2001;15(5):296-320.
6. Aldana SG, Merrill RM, Price K, Hardy A, Hager R. Financial impact of a comprehensive multisite workplace health promotion program. *Prev Med* 2005;40(2):131-137.
7. Bandura A. Human agency in social cognitive theory. *Am Psychol* 1989;44(9):1175-1184.
8. Beske F. Prävention: Vor Illusionen wird gewarnt. *Dtsch Arztebl* 2002;99:A 1209-A 1210.
9. Bize R, Johnson JA, Plotnikoff RC. Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Prev Med* 2007;45(6):401-415.
10. Bock BC, Marcus BH, Pinto BM, Forsyth LH. Maintenance of physical activity following an individualized motivationally tailored intervention. *Ann Behav Med* 2001;23(2):79-87.
11. Brown DW, Balluz LS, Heath GW, Moriarty DG, Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Associations between recommended levels of physical activity and health-related quality of life. Findings from the 2001 Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) survey. *Prev Med* 2003;37(5):520-528.
12. Brown DW, Brown DR, Heath GW, Balluz L, Giles WH, Ford ES, Mokdad AH. Associations between physical activity dose and health-related quality of life. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(5):890-896.

13. Bullinger M, Kirchberger I. SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung. Göttingen: Hogrefe Verlag; 1998.
14. Carr LJ, Barte RT, Dorozynski C, Broomfield JF, Smith ML, Smith DT. Internet-delivered behavior change program increases physical activity and improves cardiometabolic disease risk factors in sedentary adults: results of a randomized controlled trial. *Prev Med* 2008;46(5):431-438.
15. Cavill N, Bauman A. Changing the way people think about health-enhancing physical activity: do mass media campaigns have a role? *J Sports Sci* 2004;22(8):771-790.
16. Chapman LS. Meta-evaluation of worksite health promotion economic return studies: 2005 update. *Am J Health Promot* 2005;19(6):1-11.
17. Chisholm D, Collis M, Kulak L, Davenport W, Gruber N. Physical activity readiness. *Br Col Med J* 1975;17:375-378.
18. Chyun DA, Melkus GD, Katten DM, Price WJ, Davey JA, Grey N, Heller G, Wackers FJ. The association of psychological factors, physical activity, neuropathy, and quality of life in type 2 diabetes. *Biol Res Nurs* 2006;7(4):279-288.
19. Conrad P. Who comes to work-site wellness programs? A preliminary review. *J Occup Med* 1987;29(4):317-320.
20. Corbin CB, Pangrazi RP, Don Franks B. Definitions: Health, Fitness, and Physical Activity. 9[3], 1-11. 2000. President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest.
21. Czajka S, Mohr S. Informations- und Kommunikationstechnologien in privaten Haushalten. *Wirtschaft und Statistik* 2008;764-771.
22. Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention. S 1- Leitlinie Vorsorgeuntersuchung im Sport. 2007. 24-1-2011.
23. Duclos M, Marquez PP, Barat P, Gatta B, Roger P. Increased cortisol bioavailability, abdominal obesity, and the metabolic syndrome in obese women. *Obes Res* 2005;13(7):1157-1166.
24. Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Suppl):S587-S597.
25. Fletcher GF, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise standards. A statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1990;82(6):2286-2322.
26. Fontaine KR, Barofsky I. Obesity and health-related quality of life. *Obes Rev* 2001;2(3):173-182.
27. Frey I, Berg A, Grathwohl D, Keul J. Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität - Entwicklung, Prüfung und Anwendung. *Soz Präventivmed* 2009;44:55-64.

28. Frisman GH, Kristenson M. Psychosocial status and health related quality of life in relation to the metabolic syndrome in a Swedish middle-aged population. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2009;8(3):207-215.
29. Gardner AW, Montgomery PS, Parker DE. Metabolic syndrome impairs physical function, health-related quality of life, and peripheral circulation in patients with intermittent claudication. *J Vasc Surg* 2006;43(6):1191-1196.
30. Gebhardt DL, Crump C. Employee fitness and wellness programs in the workplace. *Am Psychol* 1990;45(2):262-272.
31. Glasgow RE, Ruggiero L, Eakin EG, Dryfoos J, Chobanian L. Quality of life and associated characteristics in a large national sample of adults with diabetes. *Diabetes Care* 1997;20(4):562-567.
32. Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K, Boysen G, Burell G, Cifkova R, Dallongeville J, De BG, Ebrahim S, Gjelsvik B, Herrmann-Lingen C, Hoes A, Humphries S, Knapton M, Perk J, Priori SG, Pyorala K, Reiner Z, Ruilope L, Sans-Menendez S, Op Reimer WS, Weissberg P, Wood D, Yarnell J, Zamorano JL, Walma E, Fitzgerald T, Cooney MT, Dudina A, Vahanian A, Camm J, De CR, Dean V, Dickstein K, Funck-Brentano C, Filippatos G, Hellemans I, Kristensen SD, McGregor K, Sechtem U, Silber S, Tendera M, Widimsky P, Zamorano JL, Altiner A, Bonora E, Durrington PN, Fagard R, Giampaoli S, Hemingway H, Hakansson J, Kjeldsen SE, Larsen L, Mancina G, Manolis AJ, Orth-Gomer K, Pedersen T, Rayner M, Ryden L, Sammut M, Schneiderman N, Stalenhoef AF, Tokgozoglu L, Wiklund O, Zampelas A. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: full text. Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007;14 Suppl 2:S1-113.
33. Hageman PA, Walker SN, Pullen CH. Tailored versus standard internet-delivered interventions to promote physical activity in older women. *J Geriatr Phys Ther* 2005;28(1):28-33.
34. Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(9):1502-1508.
35. Hardeman W, Griffin S, Johnston M, Kinmonth AL, Wareham NJ. Interventions to prevent weight gain: a systematic review of psychological models and behaviour change methods. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(2):131-143.
36. Hassan MK, Joshi AV, Madhavan SS, Amonkar MM. Obesity and health-related quality of life: a cross-sectional analysis of the US population. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27(10):1227-1232.
37. Hjellset VT, Ihlebaek CM, Bjorge B, Eriksen HR, Hostmark AT. Health-Related Quality of Life, Subjective Health Complaints, Psychological Distress and Coping in Pakistani Immigrant Women With and Without the Metabolic

Syndrome : The InnvaDiab-DEPLAN Study on Pakistani Immigrant Women Living in Oslo, Norway. *J Immigr Minor Health* 2010.

38. Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J, Balkau B, Borch-Johnsen K, Pyorala K. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women. *Arch Intern Med* 2004;164(10):1066-1076.
39. Huang G, Gibson CA, Tran ZV, Osness WH. Controlled endurance exercise training and VO₂max changes in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol* 2005;8(4):217-225.
40. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Nissen M, Taskinen MR, Groop L. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2001;24(4):683-689.
41. Jensen GL, Roy MA, Buchanan AE, Berg MB. Weight loss intervention for obese older women: improvements in performance and function. *Obes Res* 2004;12(11):1814-1820.
42. Kahn EB, Ramsey LT, Brownson RC, Heath GW, Howze EH, Powell KE, Stone EJ, Rajab MW, Corso P. The effectiveness of interventions to increase physical activity. A systematic review. *Am J Prev Med* 2002;22(4 Suppl):73-107.
43. Karvonen MJ, Kentale E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957;35(3):307-315.
44. Klavestrand J, Vingard E. The relationship between physical activity and health-related quality of life: a systematic review of current evidence. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19(3):300-312.
45. Klesges RC, Eck LH, Mellon MW, Fulliton W, Somes GW, Hanson CL. The accuracy of self-reports of physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(5):690-697.
46. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346(6):393-403.
47. Kolotkin RL, Meter K, Williams GR. Quality of life and obesity. *Obes Rev* 2001;2(4):219-229.
48. Kroeze W, Werkman A, Brug J. A systematic review of randomized trials on the effectiveness of computer-tailored education on physical activity and dietary behaviors. *Ann Behav Med* 2006;31(3):205-223.
49. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 2002;288(21):2709-2716.
50. Lampert T. Übergewicht und Adipositas in Deutschland. *Epidemiologisches Bulletin* 2007;155-160.

51. Lechner L, de VH. Participation in an employee fitness program: determinants of high adherence, low adherence, and dropout. *J Occup Environ Med* 1995;37(4):429-436.
52. Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik. Systematisches Design zur Integration von Produkt und Dienstleistung in der Gesundheitswirtschaft. 2011. 24-1-2011.
53. Lerman Y, Shemer J. Epidemiologic characteristics of participants and nonparticipants in health-promotion programs. *J Occup Environ Med* 1996;38(5):535-538.
54. Lidfeldt J, Nyberg P, Nerbrand C, Samsioe G, Schersten B, Agardh CD. Socio-demographic and psychosocial factors are associated with features of the metabolic syndrome. The Women's Health in the Lund Area (WHILA) study. *Diabetes Obes Metab* 2003;5(2):106-112.
55. Maciejewski ML, Patrick DL, Williamson DF. A structured review of randomized controlled trials of weight loss showed little improvement in health-related quality of life. *J Clin Epidemiol* 2005;58(6):568-578.
56. Mad P, Felder-Puig R, Gartlehner G. Randomisiert kontrollierte Studien. *WMW Wiener Medizinische Wochenschrift* 2008;158(7):234-239.
57. Marcus BH, Cheng Y, Dunn AL, Blair SN. Maintaining Activity: An Epidemiological Perspective. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1999;31(5).
58. Marcus BH, Nigg CR, Riebe D, Forsyth LH. Interactive communication strategies: implications for population-based physical-activity promotion. *Am J Prev Med* 2000;19(2):121-126.
59. Marshall AL. Challenges and opportunities for promoting physical activity in the workplace. *J Sci Med Sport* 2004;7(1 Suppl):60-66.
60. Marshall AL, Leslie ER, Bauman AE, Marcus BH, Owen N. Print versus website physical activity programs: a randomized trial. *Am J Prev Med* 2003;25(2):88-94.
61. McAuley KA, Williams SM, Mann JI, Goulding A, Chisholm A, Wilson N, Story G, McLay RT, Harper MJ, Jones IE. Intensive lifestyle changes are necessary to improve insulin sensitivity: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2002;25(3):445-452.
62. Mensink GBM, Lampert T, Bergmann E. Übergewicht und Adipositas in Deutschland 1984–2003. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2005;1348-1356.
63. Millstein S. Acceptability and reliability of sensitive information collected via computer interview. *Educational and Psychological Measurement* 1987;47(2):523-533.
64. Mittermaier R, Neureuther C., Wolfahrt B. Die Heilkraft des Sports. Mit Spaß und Freude mehr Sport. 1-144. 2008. Nymphenburger.

65. Moebus S, Hanisch J, Neuhäuser M, Aidelsburger P, Wasem J, Jöckel KH. Assessing the prevalence of the Metabolic Syndrome according to NCEP ATP III in Germany: feasibility and quality aspects of a two step approach in 1550 randomly selected primary health care practices. *Ger Med Sci* 2006;4:1-16.
66. Motl RW, McAuley E. Physical activity, disability, and quality of life in older adults. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2010;21(2):299-308.
67. Napolitano MA, Marcus BH. Targeting and tailoring physical activity information using print and information technologies. *Exerc Sport Sci Rev* 2002;30(3):122-128.
68. Neville LM, O'Hara B, Milat A. Computer-tailored physical activity behavior change interventions targeting adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2009;6:30.
69. Norman GR, Sloan JA, Wyrwich KW. Interpretation of changes in health-related quality of life: the remarkable universality of half a standard deviation. *Med Care* 2003;41(5):582-592.
70. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports* 2006;16 Suppl 1:3-63.
71. Prochaska J. *Changing for Good*. New York: Avon Books; 1994.
72. Prochaska JO, Velicer WF. The transtheoretical model of health behavior change. *Am J Health Promot* 1997;12(1):38-48.
73. Proper KI, Hildebrandt VH, van der Beek AJ, Twisk JW, van MW. Effect of individual counseling on physical activity fitness and health: a randomized controlled trial in a workplace setting. *Am J Prev Med* 2003;24(3):218-226.
74. Proper KI, Staal BJ, Hildebrandt VH, van der Beek AJ, van MW. Effectiveness of physical activity programs at worksites with respect to work-related outcomes. *Scand J Work Environ Health* 2002;28(2):75-84.
75. Raikonen K, Keltikangas-Jarvinen L, Adlercreutz H, Hautanen A. Psychosocial stress and the insulin resistance syndrome. *Metabolism* 1996;45(12):1533-1538.
76. Rangul V, Holmen TL, Kurtze N, Cuypers K, Midthjell K. Reliability and validity of two frequently used self-administered physical activity questionnaires in adolescents. *BMC Med Res Methodol* 2008;8:47.
77. Redekop WK, Koopmanschap MA, Stolk RP, Rutten GE, Wolffenbuttel BH, Niessen LW. Health-related quality of life and treatment satisfaction in Dutch patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(3):458-463.
78. Ritterband LM, Thorndike FP, Cox DJ, Kovatchev BP, Gonder-Frederick LA. A behavior change model for internet interventions. *Ann Behav Med* 2009;38(1):18-27.

79. Rovniak LS, Hovell MF, Wojcik JR, Winett RA, Martinez-Donate AP. Enhancing theoretical fidelity: an e-mail-based walking program demonstration. *Am J Health Promot* 2005;20(2):85-95.
80. Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen. Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit. [Band 1], 1-183. 2001. Bonn, Bundestagsdrucksache 14/5660. Gutachten 2000/2001.
81. Sattar N, Gaw A, Scherbakova O, Ford I, O'Reilly DS, Haffner SM, Isles C, Macfarlane PW, Packard CJ, Cobbe SM, Shepherd J. Metabolic syndrome with and without C-reactive protein as a predictor of coronary heart disease and diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study. *Circulation* 2003;108(4):414-419.
82. Shephard RJ. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med* 2003;37(3):197-206.
83. Simons-Morton DG, Calfas KJ, Oldenburg B, Burton NW. Effects of interventions in health care settings on physical activity or cardiorespiratory fitness. *Am J Prev Med* 1998;15(4):413-430.
84. Skinner HA, Allen BA. Does the computer make a difference? Computerized versus face-to-face versus self-report assessment of alcohol, drug, and tobacco use. *J Consult Clin Psychol* 1983;51(2):267-275.
85. Slootmaker SM, Chinapaw MJ, Schuit AJ, Seidell JC, van MW. Feasibility and effectiveness of online physical activity advice based on a personal activity monitor: randomized controlled trial. *J Med Internet Res* 2009;11(3):e27.
86. Spittaels H, De B, I, Brug J, Vandelanotte C. Effectiveness of an online computer-tailored physical activity intervention in a real-life setting. *Health Educ Res* 2007;22(3):385-396.
87. Spittaels H, De B, I, Vandelanotte C. Evaluation of a website-delivered computer-tailored intervention for increasing physical activity in the general population. *Prev Med* 2007;44(3):209-217.
88. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Krankheitskosten 2002, 2004 und 2006. 2008. Wiesbaden.
89. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Mikrozensus 2009 - Fragen zur Gesundheit. 2009. Wiesbaden.
90. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie in Unternehmen. 1-53. 2008. Wiesbaden. Unternehmen und Arbeitsstätten.
91. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Rapider Anstieg der mobilen Internetnutzung durch Unternehmen. Pressemitteilung Nr.163 . 24-4-2008. 26-2-2009.
92. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Todesursachen in Deutschland 2007. 2008. Wiesbaden. Fachserie 12 Gesundheit, Reihe 4.

93. Steele R, Mummery WK, Dwyer T. Using the Internet to promote physical activity: a randomized trial of intervention delivery modes. *J Phys Act Health* 2007;4(3):245-260.
94. Steele RM, Mummery WK, Dwyer T. A comparison of face-to-face or internet-delivered physical activity intervention on targeted determinants. *Health Educ Behav* 2009;36(6):1051-1064.
95. Streiner D, Norman G. *Health measurements scales: a practical guide to their development and use.* Oxford University Press 1995;201-203.
96. Sullivan PW, Ghushchyan V, Wyatt HR, Wu EQ, Hill JO. Impact of cardiometabolic risk factor clusters on health-related quality of life in the U.S. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15(2):511-521.
97. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection EaToHBCiAATPIFR. *Circulation* 2002;106(25):3143-3421.
98. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(12):1996-2001.
99. Tsai AG, Wadden TA, Sarwer DB, Berkowitz RI, Womble LG, Hesson LA, Phelan S, Rothman R. Metabolic syndrome and health-related quality of life in obese individuals seeking weight reduction. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(1):59-63.
100. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, Keinanen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344(18):1343-1350.
101. van den Berg MH, Schoones JW, Vliet Vlieland TP. Internet-based physical activity interventions: a systematic review of the literature. *J Med Internet Res* 2007;9(3):e26.
102. van Sluijs EM, van Poppel MN, Twisk JW, van MW. Physical activity measurements affected participants' behavior in a randomized controlled trial. *J Clin Epidemiol* 2006;59(4):404-411.
103. Vandelanotte C, De B, I, Brug J. Two-year follow-up of sequential and simultaneous interactive computer-tailored interventions for increasing physical activity and decreasing fat intake. *Ann Behav Med* 2007;33(2):213-219.
104. Vanhees L, Lefevre J, Philippaerts R, Martens M, Huygens W, Troosters T, Beunen G. How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005;12(2):102-114.
105. Verheijden MW, Jans MP, Hildebrandt VH, Hopman-Rock M. Rates and determinants of repeated participation in a web-based behavior change program for healthy body weight and healthy lifestyle. *J Med Internet Res* 2007;9(1):e1.

106. Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF, Klein S. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Obes Res* 2005;13(11):1849-1863.
107. Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF, Klein S. Leisure time physical activity and health-related quality of life. *Prev Med* 2005;41(2):562-569.
108. Wadden TA, Phelan S. Assessment of quality of life in obese individuals. *Obes Res* 2002;10 Suppl 1:50S-57S.
109. Walach H, Güthlin C. Psychometric properties of the sf 36 health survey german version. an analysis of acupuncture patients. *Journal of Public Health* 2001; 9(3):242-260.
110. Warburton DE, Gledhill N, Quinney A. Musculoskeletal fitness and health. *Can J Appl Physiol* 2001;26(2):217-237.
111. Warburton DE, Glendhill N, Quinney A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol* 2001;26(2):161-216.
112. Ware LJ, Hurling R, Bataveljic O, Fairley BW, Hurst TL, Murray P, Rennie KL, Tomkins CE, Finn A, Cobain MR, Pearson DA, Foreyt JP. Rates and determinants of uptake and use of an internet physical activity and weight management program in office and manufacturing work sites in England: cohort study. *J Med Internet Res* 2008;10(4):e56.
113. Webb TL, Joseph J, Yardley L, Michie S. Using the internet to promote health behavior change: a systematic review and meta-analysis of the impact of theoretical basis, use of behavior change techniques, and mode of delivery on efficacy. *J Med Internet Res* 2010;12(1):e4.
114. Windeler J, Antes G, Behrens J, Donner-Banzhoff N, Lelgemann M. Randomisierte klinische Studien (RCTF). *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen* 2008;102(5):321-325.
115. Winett RA, Anderson ES, Wojcik JR, Winett SG, Bowden T. Guide to health: nutrition and physical activity outcomes of a group-randomized trial of an Internet-based intervention in churches. *Ann Behav Med* 2007;33(3):251-261.
116. Working group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology. Recommendations for exercise testing in chronic heart failure patients. *Eur Heart J* 2001;22(1):37-45.

7 Anhang

Anhang 1: PAR-Q-Fragebogen

Anhang 2: Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität – Kurzform

Anhang 3: SF-36

Fragebogen für die Sportpraxis (medizinische Laien)

Vorstufe - 03/2002



Eingangsfragebogen zur Abschätzung des gesundheitlichen Risikos für Sporttreibende (alle 2-3 Jahre zu wiederholen oder nach mehr als 6 monatiger Sportpause)

GC	<h2 style="margin: 0;">GesundheitsCheck</h2> <p style="margin: 0;">Einstiegsfragebogen für Sporttreibende</p>	(In Anlehnung an: PAR-Q, Physical Activity Readiness Questionnaire der Canadian Society for Exercise Physiology) Empfohlen von American Heart Association und American College of Sports Medicine
-----------	---	--

Körperlich aktiv zu sein macht Spaß und ist gesund, so dass immer mehr Menschen anfangen, sich gezielt zu bewegen und Sport zu treiben. Für die meisten Menschen ist dies gesundheitlich unbedenklich, aber einige sollten doch besser einen Arzt aufsuchen, bevor sie größere körperliche Aktivitäten aufnehmen.

Wenn Sie planen, körperlich aktiver zu werden als Sie es bisher waren, starten Sie mit der Beantwortung der folgenden sieben Fragen. Sind Sie unter 60 Jahre alt, so ist eine ärztliche Vorsorgeuntersuchung zwar immer sinnvoll, der Fragebogen kann Ihnen jedoch bei der Entscheidung wie dringlich ein Arztbesuch ist helfen. Sind Sie älter als 60 Jahre, sollten Sie auf jeden Fall Ihren Arzt aufsuchen, sich untersuchen und beraten lassen.

Gesunder Menschenverstand ist die beste Voraussetzung, um die Fragen zu beantworten. Bitte lesen Sie die Fragen sorgfältig und beantworten Sie sie ehrlich mit JA oder NEIN:

1	Hat Ihnen jemals ein Arzt gesagt, Sie hätten "etwas am Herzen" und Ihnen nur unter medizinischer Kontrolle Bewegung und Sport empfohlen?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
2	Hatten Sie im letzten Monat Schmerzen in der Brust in Ruhe oder bei körperlicher Belastung?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
3	Haben Sie Probleme mit der Atmung in Ruhe oder bei körperlicher Belastung?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
4	Sind Sie jemals wegen Schwindel gestürzt oder haben Sie schon jemals das Bewusstsein verloren?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
5	Haben Sie Knochen- oder Gelenkprobleme, die sich unter körperlicher Belastung verschlechtern könnten?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
6	Hat Ihnen jemals ein Arzt ein Medikament gegen hohen Blutdruck oder wegen eines Herzproblems oder Atemproblems verschrieben?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
7	Kennen Sie irgendeinen weiteren Grund, warum Sie nicht körperlich/sportlich aktiv sein sollten?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein

Ihre Antwort	JA bei einer oder mehreren Fragen
	Suchen Sie Ihren Arzt auf bevor Sie körperlich/sportlich aktiv werden. Berichten Sie Ihrem Arzt über den Gesundheits Check und darüber, welche Fragen Sie mit Ja beantwortet haben. <ul style="list-style-type: none"> Es kann sein, dass Sie jeden Sport ausüben können, den Sie möchten, so lange Sie langsam anfangen und sich kontinuierlich aufbauen. Oder Sie müssen Ihre Aktivitäten auf die beschränken, die für Sie gesundheitlich vertretbar sind. Sprechen Sie mit Ihrem Arzt über Ihre geplanten Aktivitäten/Sportarten und folgen Sie seinen Anweisungen. Suchen Sie nach gesundheitsorientierten Sportprogrammen bei Ihren lokalen Sportanbietern.
Immer beachten	NEIN auf alle Fragen
	Wenn Sie ehrlich zu allen Fragen des GesundheitsCheck NEIN sagen können, können Sie relativ sicher sein <ul style="list-style-type: none"> beim Start in vermehrte körperliche/sportliche Aktivität. Fangen Sie langsam an und bauen Sie sich kontinuierlich auf; dies ist der sicherste und leichteste Weg. bei der Teilnahme an einem Fitnessprogramm. Dies ist ein guter Weg um eine Fitnessgrundlage zu schaffen, auf der Sie weitere körperliche/sportliche Aktivitäten aufbauen können.
Immer beachten	Warten Sie mit der Aufnahme der körperlichen / sportlichen Aktivität <ul style="list-style-type: none"> wenn Sie sich wegen einer vorübergehenden Erkrankung, wie z. B. Erkältung oder Fieber, nicht gut fühlen. Warten Sie bis es Ihnen besser geht. wenn Sie vermutlich oder sicher schwanger sind. Stimmen Sie sich mit Ihrem Arzt ab, bevor Sie aktiv werden.
	Bitte beachten Sie Änderungen Ihres Gesundheitszustandes <ul style="list-style-type: none"> Wenn sich Ihr Gesundheitszustand ändert, so dass Sie irgend eine der obigen Fragen mit JA beantworten müssten, informieren Sie Ihren Übungsleiter/Trainer und suchen Ihren Arzt auf, damit Ihr Aktivitätsplan modifiziert werden kann.

Information zum Einsatz des GesundheitsCheck: Die Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention übernimmt keine Verantwortung für den Einsatz des Fragebogens und die daraufhin aufgenommenen Aktivitäten. In allen Zweifelsfällen sollte ein Arzt vor Aufnahme der Aktivitäten aufgesucht werden.

Ich habe diesen Fragebogen gelesen, verstanden und vollständig beantwortet. Alle meine zusätzlichen Fragen wurden zu meiner vollsten Zufriedenheit beantwortet.

Name, Vorname: _____

Ort, Datum: _____

Unterschrift: _____

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben ? Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an.

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- weniger gut
- schlecht

2. Im **Vergleich zum vergangenen Jahr**, wie würden Sie Ihren **derzeitigen** Gesundheitszustand beschreiben? Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an.

- derzeit viel besser als vor einem Jahr
- derzeit etwas besser als vor einem Jahr
- etwa so wie vor einem Jahr
- derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr
- derzeit viel schlechter als vor einem Jahr

3. Im folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. **Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt?** Wenn ja, wie stark? Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Antwort an.

	ja, stark ein- geschränkt	ja, etwas ein- geschränkt	nein, gar nicht eingeschränkt
Anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, Staubsaugen, Kegeln, Golf spielen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einkaufstaschen heben oder tragen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mehrere Treppenabsätze steigen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einen Treppenabsatz steigen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sich beugen, knien, bücken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sich baden oder anziehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Hatten Sie in den **vergangenen 4 Wochen** aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause ?

- | | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| Ich habe weniger geschafft als ich wollte | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| Ich konnte nur bestimmte Dinge tun | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung
(z. B. ich musste mich besonders anstrengen) | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |

5. Hatten Sie in den **vergangenen 4 Wochen** aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten) ?

- | | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| Ich habe weniger geschafft als ich wollte | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder Ihre seelischen Probleme in den **vergangenen 4 Wochen** Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

- überhaupt nicht
- etwas
- mäßig
- ziemlich
- sehr

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den **vergangenen 4 Wochen**?

- Ich hatte keine Schmerzen
- sehr leicht
- leicht
- mäßig
- stark
- sehr stark

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den **vergangenen 4 Wochen** bei der Ausübung Ihrer Alltags-tätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

- überhaupt nicht
- ein bisschen
- mäßig
- ziemlich
- sehr

SF-36

LEBENSQ

9. In diesen Fragen geht es darum wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur die Antwort an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht. Wie oft waren Sie in den **vergangenen 4 Wochen**:

	immer	meistens	oft	manchmal	selten	nie
... voller Schwung ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... sehr nervös ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... so niedergeschlagen, dass nichts Sie aufheitern konnte ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... ruhig und gelassen ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... voller Energie ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... entmutigt und traurig ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erschöpft ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... glücklich ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... müde ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den **vergangenen 4 Wochen** Ihre normalen Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

- immer
- meistens
- manchmal
- selten
- nie

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu ? Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Antwort an.

	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Danksagung

Die Dissertation wurde am Lehrstuhl für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München durchgeführt.

Mein besonderer Dank gilt dem Inhaber des Lehrstuhls, meinem Mentor und Doktorvater Univ.-Prof. Dr. med. Martin Halle vor allem für die Bereitstellung des Themas, das Korrekturlesen und die fachliche Bewertung meiner Dissertation.

Ebenso möchte ich meinem Betreuer Dr. med. Axel Pressler, der mir von der ersten Stunde an mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat, einen herzlichen Dank aussprechen. Bereits bei der Planung und Durchführung der Studie fühlte ich mich zu jeder Zeit als gleichwertiger Kollege und Teil des Teams, so dass ein konstruktives und sehr angenehmes Arbeiten gegeben war. Außerdem fand ich bei der Datenauswertung und Niederschrift der Dissertation in ihm stets einen engagierten und kompetenten Ansprechpartner, der die Beantwortung anstehender Fragen und Korrekturen schnellstmöglich vornahm.

Des Weiteren möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des Zentrums für Prävention und Sportmedizin für deren große Hilfe bei der Realisierung der Studie bedanken. Gleichmaßen gilt meine Anerkennung der sehr guten Zusammenarbeit mit BMW, der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft sowie dem Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Fakultät Informatik der TU München.

Letztlich bin ich allen Studienprobanden zu großem Dank verpflichtet, deren zahlreiche und bereitwillige Teilnahme die Studie erst ermöglichte. Jeder Einzelne stand gerne zur Verfügung und hat dazu beigetragen, dass eine beachtenswerte Datenmenge zusammentragen werden konnte.