



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

“Quantifizierung der cardiorespiratorischen Ausdauer
durch einen submaximalen Steptest“

Verfasser

Klinger Meike, Bakk.

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Juni 2009

Studienkennzahl lt. Studienblatt: 066826

Studienrichtung lt. Studienblatt: Sportwissenschaft

Betreuer: Univ.Prof.Dr.Norbert BACHL

Abstract

Zahlreiche Studien zeigen den positiven Effekt von körperlicher Aktivität auf den Gesundheitszustand (Bouchard 2007, Heyward 2006, Wilmore 2008). Dennoch gehört die körperliche Inaktivität zu einem häufig beobachteten Phänomen.

Das vorrangige Ziel der Untersuchung war, den Einfluss von körperlicher Aktivität, BMI, Alter und Geschlecht auf die cardiorespiratorische Fitness zu bestimmen. Weiters wurde der Zusammenhang von zwei Aktivitätsfragebögen überprüft. Es nahmen 169 untrainierte Erwachsene an der Untersuchung teil (Alter Frauen: $35,8 \pm 11,4$ Jahre, Alter Männer: $37,8 \pm 12,2$ Jahre; Körpergröße Frauen: $166,4 \pm 6,2$ cm, Körpergröße Männer: $178,4 \pm 7,4$ cm; Körpergewicht Frauen: $63,5 \pm 10,2$ kg, Körpergewicht Männer: $80,3 \pm 12,6$ kg).

Die cardiorespiratorische Fitness (relative VO_2 -max) wurde durch den Chester Step Test, das Aktivitätsniveau durch den International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) bzw. Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity (BQHPA) bestimmt.

Die statistische Auswertung erfolgte durch eine multivariate lineare Regressionsanalyse. Alle oben genannten Variablen wiesen einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Streuung von VO_2 -max im Modell auf (alle p kleiner 0,001). Das Geschlecht zeigte mit einem standardisierten Beta-Koeffizienten von 0.42 den höchsten Einfluss, gefolgt von Alter (-0.40), Aktivitätsniveau (0.29) und BMI (-0.25). Der Zusammenhang von den zwei Aktivitätsfragebögen ergab mit einer Korrelation von $r=.46$ ebenfalls ein signifikantes Ergebnis.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl das Alter, als auch Geschlecht, Aktivitätsniveau und BMI einen signifikanten Einfluss auf die erhobenen relativen VO_2 -max Werte zeigten. Die zwei Aktivitätsfragebögen korrelierten zwar signifikant, dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie dasselbe Konstrukt messen.

Schlüsselworte: Chester Step Test, Cardiorespiratorische Fitness, Aktivitätsfragebögen, untrainierte Erwachsene

Abstract

Numerous studies demonstrate that regular physical activity provides many health benefits. (Bouchard 2007 et al., Heyward 2006, Wilmore 2008 et al.). Nevertheless physical inactivity is still a frequently observed phenomenon.

The main purpose of this study was to test the influence of physical activity, BMI, age and gender on a person's cardiovascular-respiratory fitness. Additionally, the correlation between two different activity questionnaires was examined. 169 untrained adults took part in the study (Age - Women: $35,8 \pm 11,4$ Age- Men: $37,8 \pm 12,2$ Height - Women: $166,4 \pm 6,2$ cm, Height - Men: $178,4 \pm 7,4$ cm; Weight - Women: $63,5 \pm 10,2$ kg, Weight - Men: $80,3 \pm 12,6$ kg).

The Chester Step Test was used to test a subject's cardio respiratory fitness status (rel. VO_2 - max) and the activity level was measured through the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and the Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity (BQHPA).

Statistical analysis was achieved by using a multivariate linear regression analysis. All of the previously mentioned factors proved to be important and caused the variation of VO_2 -max in the model (all $p < 0.001$). The gender showed the biggest influence with a standardized beta coefficient of 0.42, followed by the age (-0.4), activity level (0.29) and BMI (-0.25). The correlation between the two questionnaires was significant ($r = .46$).

Age, sex, activity level and BMI showed to have a significant influence on the tested relative VO_2 -max values.

Key words: Chester Step Test, cardio-respiratory fitness, activity questionnaire, untrained adults

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
1.1	Problemstellung.....	9
1.2	Fragestellung.....	11
1.3	Wissenschaftliche Vorgehensweise.....	11
2	Hermeneutischer Teil.....	12
2.1	Begriffsexplikation	12
2.1.1	Körperliche Aktivität.....	12
2.1.2	Körperliche Fitness.....	13
2.1.3	Sport.....	17
2.2	Cardiorespiratorische Ausdauer	18
2.2.1	Feldtests.....	20
2.2.2	Submaximale Tests	21
2.2.3	Maximale Tests	28
2.2.4	Veränderungen der VO_2 im Altersverlauf	29
2.3	Aktivitätsfragebogen.....	31
2.3.1	IPAQ (International physical activity questionnaire)	34
2.3.2	BQHPA (Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity).....	36
2.4	Testverfahren	37
2.4.1	PARQ.....	38
2.4.2	BMI.....	38
2.4.3	Waist-to-Hip-Ratio	38
2.4.4	Chester Step Test.....	39
2.4.5	Borg Skala (Rate of perceived exertion)	42
2.4.6	Kraftausdauertests	42
2.4.7	Auswertung der Aktivitätsfragebögen	43
3	Empirischer Teil.....	45
3.1	Arbeitshypothesen.....	45

3.2	Methodik.....	46
3.3	Ergebnisse	47
3.3.1	Darstellung der Probandendaten	47
3.3.2	Altersverteilung der Probanden/innen.....	48
3.3.3	Anthropometrische Daten	49
3.3.4	Körperliche Aktivität.....	51
3.3.5	Relative Sauerstoffaufnahme.....	56
3.3.6	Korrelationsanalyse	58
3.3.7	Multivariate lineare Regressionsanalyse.....	58
4	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse.....	60
4.1	Arbeitshypothese 1.....	60
4.2	Arbeitshypothese 2.....	62
4.3	Arbeitshypothese 3.....	62
5	Literaturverzeichnis.....	64
6	Abbildungsverzeichnis	68
7	Tabellenverzeichnis	69
8	Abkürzungsverzeichnis	70
9	Anhang.....	71

Vorwort

Zu Beginn möchte ich mich bei Herrn Univ.Prof.Dr.med. Norbert Bachl und Herrn MMag. Dr. Reinhard Guschelbauer für die Betreuung meiner Diplomarbeit bedanken.

Zusätzlicher Dank gilt Herrn Prim.Univ.Doiz.Dr.med. Martin Friedrich (CEOPS), für den Arbeitsauftrag und das Sponsoring der Polaruhren.

Weiters möchte ich mich für die Bereitschaft der Proband/innen an der Teilnahme des Testsystems bedanken.

Zuletzt bedanke ich mich bei MMag. Dr. Reinhard Raml für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung und die Geduld aller anderen Beteiligten.

1 Einleitung

Zahlreiche Autoren der letzten Jahrzehnte bestätigen den positiven Effekt von körperlicher Aktivität in der Primär- und Sekundärprävention (z.B. Bouchard, Blair, Haskell 2007, Heyward 2006, Dwyer, Davis 2008, Samitz 2003, Ekelund, Haskell, Johnson, Whaley, Criqui, Sheps 1988, Paffenbarger, Hyde, Wing, Hsieh 1986). Dennoch belegen Untersuchungen aus Österreich und der EU die Inaktivität der Bevölkerung. Das Gesundheitssystem wird mit hohen Kosten für Erkrankungen des Bewegungsapparates bzw. des Herzkreislaufsystems belastet. Inaktivität führt bei 1,9 Millionen Menschen weltweit zu einem frühzeitigen Tod und stellt neben dem Tod durch AIDS bzw. Rauchen eines der größten Probleme für das Gesundheitswesen dar. (WHO 2002).

Diese Entwicklung führt Experten dazu, international vergleichbare Daten zur Aktivität der Gesamtbevölkerung zu erheben und zu beobachten. In Europa wurde zum Beispiel das sogenannte „European Physical Activity Surveillance System“ (EUPASS) entwickelt (Rütten, Vuillemin, Ooijendijk, Schena 2003). Andere Experten beschäftigen sich mit der Erstellung von Testbatterien für Erwachsene (Malmberg, Miilunpalo, Vuori, Pasanen, Oja, Haapanen-Niemi 2002, Rinne, Pasanen, Miilunpalo, Oja, 2001, Ritchie, Trost, Brown, Armit 2005).

Dieser Diplomarbeit ging ein Arbeitsauftrag des wissenschaftlichen Leiters von CEOPS¹, Prim.Univ.Prof.Dr. Martin Friedrich voraus, die Durchführung eines Motivationsprogrammes für körperlich inaktive Personen zu planen. Um einen Ausgangspunkt für den derzeitigen Fitnesszustand der Teilnehmer/innen definieren zu können, wird ein möglichst einfaches, kostensparendes, aber dennoch den Hauptgütekriterien der Objektivität, Reliabilität und Validität (Bös, Tittlbach, Pfeifer, Stoll, Woll 2001) entsprechendes Testsystem benötigt. Zusätzlich müssen Personen unterschiedlichen Alters- bzw. Aktivitätsniveaus eingestuft werden können. Das Hauptinteresse liegt vor allem bei der Messung der Kraftausdauer bzw. cardiorespiratorischen Ausdauer. Diese Themenschwerpunkte werden im Rahmen zweier Diplomarbeiten erarbeitet:

In der hier vorliegenden Arbeit sowie in jener von Kollegen Grubhofer Michael², ist das vorrangige Ziel, die Praktikabilität eines solchen Testsystems zu überprüfen. Diese Diplomarbeit beschreibt die Bestimmung der cardiorespiratorischen Ausdauer durch einen einfachen submaximalen Ausdauer test, und die Erhebung des Aktivitätsniveaus durch zwei verschiedene Fragebögen.

¹ Verein zur wissenschaftlichen Erforschung von Schmerzzuständen und Funktionsstörungen des Bewegungs- und Stützsystems

² Titel: „Quantifizierung der muskuloskelettalen Fitness mittels einfacher nicht apparativer Rumpfkraftausdauer tests“

Ein weiterer Grund für die Wahl des Themas ist meine berufliche Tätigkeit als Physiotherapeutin und das daraus resultierende Patientengut mit Beschwerden am Bewegungsapparat. Ausreichende Kraft bzw. Ausdauer und die Reintegration in den Alltag gehören zu den Hauptzielen der Rehabilitation. Aus zeitlichen, gesundheitlichen und personaltechnischen Gründen ist eine Bestimmung der angeführten Parameter durch maximale Ausbelastung häufig nicht möglich. Dennoch ist eine Einstufung dieser Personengruppe für die Rehabilitationsplanung bzw. die Motivation besonders wichtig. Submaximale Ausdauer- bzw. Kraftausdauer tests gehören somit zu einigen der wenigen Möglichkeiten, die Fitness eines Patienten zuverlässig einschätzen und quantifizieren zu können.

1.1 Problemstellung

Während der Evolution hat sich der Körper an die Notwendigkeit regelmäßiger körperlicher Aktivität adaptiert. Diese regelmäßige Beanspruchung ist eine Voraussetzung für die optimale Funktion (Bouchard et al. 2007, Wilmore, Costill, Kenney 2008, Sliotmaker, Paw, Schuit, Seidell, Mechelen 2005).

Die technologischen Errungenschaften der vergangenen Jahrzehnte haben sowohl zu einer Abnahme der körperlichen Aktivität in der Arbeit, als auch im Haushalt geführt. Auch wenn der menschliche Körper für anstrengende Tätigkeiten ausgerichtet ist, wird dieser heutzutage häufig nicht dafür eingesetzt. Diese daraus resultierende Inaktivität kann zu zahlreichen Erkrankungen, die in Abbildung I veranschaulicht sind, führen (Heyward 2006).

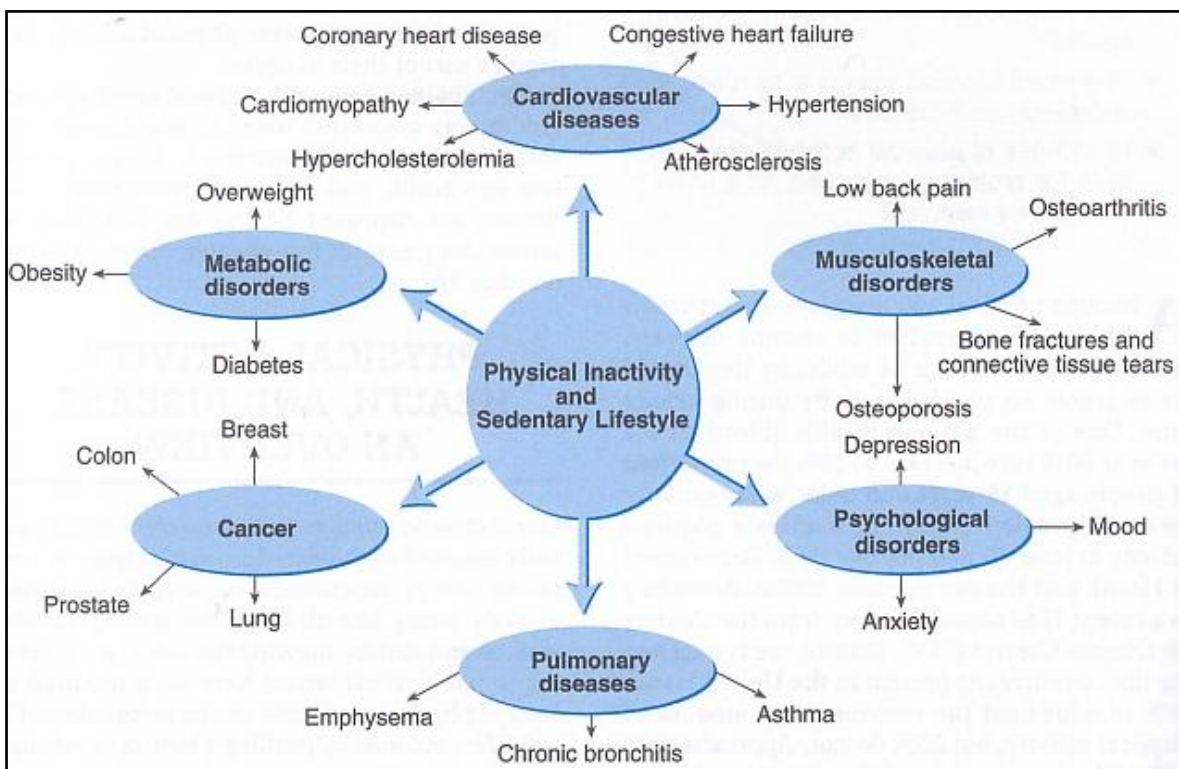


Abbildung I: Bedeutung physischer Aktivität in der Prävention und Rehabilitation von Krankheiten. (Heyward 2006, Seite 2)

Das American College of Sports Medicine (ACSM)³ fasst die positiven Hauptaspekte regelmäßiger körperlicher Aktivität wie folgt zusammen:

- Verbesserung der kardiovaskulären und respiratorischen Funktion
- Reduktion der Risikofaktoren für eine Coronararterienerkrankung
- Senkung der Mortalität und Morbidität
- Weitere positive Faktoren sind verminderte Angst bzw. Depression und gesteigertes Wohlbefinden etc.

(Gregory, Shala, Neal 2008)

Zu Beginn der Arbeit werden die Definitionen für die Begriffe körperliche Aktivität, Sport bzw. Fitness erläutert. In einem allgemeinen Teil werden die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Quantifizierung der körperlichen Aktivität und körperlicher Fitness dargestellt. Besonderes Augenmerk gilt vor allem den zahlreichen submaximalen Steptests, die zunächst kurz erklärt werden. Anschließend erfolgt ein allgemeiner Überblick zur indirekten Bestimmung der körperlichen Aktivität durch Fragebögen. Die zwei in dem Testsystem verwendeten Assessments werden genauer beschrieben und Studien zur Validität und Reliabilität zusammengefasst.

Danach erfolgen eine Beschreibung des Testsystems und des Pretests, sowie eine Erläuterung der Ergebnisse. Zuletzt werden die Daten diskutiert und mit anderen Studien in Beziehung gesetzt.

³ Das ACSM wurde 1954 gegründet und ist weltweit die größte und führende Organisation für Sportwissenschaft und Sportmedizin

1.2 Fragestellung

Für diese Diplomarbeit sind folgende Fragestellungen von Interesse:

Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsniveau, Alter, Geschlecht und den durch einen submaximalen Ausdauerstest errechneten maximalen Sauerstoffaufnahmewerten?

Gibt es einen Zusammenhang zwischen BMI und Waist-to-hip Ratio und den Sauerstoffwerten?

Sind die erhobenen Daten der zwei verschiedener Aktivitätsfragebögen bzw. der einzelnen Frage zur körperlichen Aktivität vergleichbar?

Ist die Durchführung des submaximalen Ausdauerstests in diesem Setting praktikabel?

1.3 Wissenschaftliche Vorgehensweise

Insgesamt sollen mindestens 150 Personen verschiedener Aktivitätsniveaus im Alter von 20 bis 60 Jahren an der Untersuchung teilnehmen. Diese findet im orthopädischen Spital Speising in den Monaten Juli und August 2008 statt. Im Rahmen einer Befragung soll das Aktivitätsniveau der Probanden/Innen durch zwei unterschiedliche Fragebögen bzw. durch eine einfache Frage zur Selbsteinschätzung erhoben werden. Die körperliche Fitness wird durch einen submaximalen Ausdauerstest bzw. drei verschiedene Kraftausdauerstest, BMI bzw. Waist-to-hip Ratio ermittelt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgt durch eine multivariate lineare Regressionsanalyse, die Zusammenhänge der Aktivitätsfragebögen bzw. der einzelnen Frage zur Selbsteinschätzung der Aktivität werden durch eine Korrelationsanalyse überprüft.

2 Hermeneutischer Teil

2.1 Begriffsexplikation

Zahlreiche Studien beschäftigen sich einerseits mit der Erhebung der Daten bezüglich des Aktivitätsniveaus der Bevölkerung (Ainsworth 2008, Vanhees, Lefevre, Philippaerts, Martens, Huygens, Troosters, Beunen 2005, Rütten, A. Abu-Omar, K. 2004 Hagströmer, Oja, Sjöström 2003) sowie andererseits mit dem positiven Effekt von Bewegung im Sinne der Primär- und Sekundärprävention (z.B Bouchard, Blair, Haskell 2007, Heyward 2006, Dweyer, Davis 2008, Samitz 2003, Ekelund, Haskell, Johnson, Whaley, Criqui, Sheps 1988, Paffenbarger, Hyde, Wing, Hsieh 1986). Die Vergleichbarkeit dieser Publikationen ist unter anderem durch das Verwenden unterschiedlicher Begriffe wie körperliche Aktivität, Fitness und Sport sehr schwierig. Der Begriff „körperliche Aktivität“ beinhaltet beispielsweise sämtliche Aktivitäten des täglichen Lebens, „Sport“ bezieht sich nur auf die Aktivitäten in der Freizeit. Somit hat jeder dieser Termini zu dem Thema Bewegung einen anderen Zugang. Dies soll an einem Beispiel veranschaulicht werden:

Pratscher (2000) beschreibt, dass ein Drittel der österreichischen Bevölkerung nie, und 27 Prozent zu selten Sport betreiben, um dadurch einen positiven gesundheitlichen Effekt erreichen zu können. Hingegen wurden in einer EU-weit durchgeführten Studie Zahlen publiziert, die besagen, dass 87,4 % der Österreicher auf irgendeine Art in der Freizeit aktiv sind (Martinez-Gonzalez, Varo, Santo, Irala, Gibney, Kearney, Martinez, 2001). Zusätzlich wird in dieser Publikation erwähnt, dass der Begriff Sport absichtlich vermieden wurde, um Einschränkungen zu verhindern.

Weiß (1999) macht folgende Angaben zur körperlichen bzw. sportlichen Aktivität der Österreicher: 60 % sind inaktiv bzw. gering aktiv, 22 % moderat (ein bis zwei Mal pro Woche) und 18% hochaktiv (mind. drei Mal pro Woche).

Alle diese Zahlen beziehen sich auf das Aktivitätsniveau erwachsener Österreicher in einem vergleichbaren Zeitrahmen. Dennoch sind die Ergebnisse kaum vergleichbar.

2.1.1 Körperliche Aktivität

Bouchard et al. (2007) definiert körperliche Aktivität als „any bodily movement produced by the skeletal muscles that results in a substantial increase over resting energy expenditure“ Dies beinhaltet somit jegliche Bewegung, die durch Skelettmuskulatur verursacht wird und einen substanziellen Anstieg des Ruheenergieverbrauchs verursacht.

Das Ausmaß der dazu erforderlichen Energie kann entweder in Kilojoule (kJ) oder Kilokalorien (kcal) angegeben werden. Um den Gesamtenergieverbrauch zu bestimmen,

wird die körperliche Aktivität während des Schlafs, in der Arbeit bzw. in der Freizeit addiert. Die Aktivität in der Freizeit kann in weitere Subkategorien wie Sport, Hausarbeit und Training unterteilt werden. Somit ist der Begriff körperliche Aktivität sehr weitläufig mit unterschiedlichen Kategorisierungsvarianten. Eine weitere Möglichkeit ist die Unterteilung in leichte, moderate bzw. anstrengende Tätigkeiten. Das Ziel aller Kategorisierungen bleibt die Bestimmung des Energieverbrauches (Caspersen, Powell, Christenson 1985).

Die Messung der körperlichen Aktivität kann zum Beispiel objektiv durch Schrittzähler oder Beschleunigungssensoren bzw. subjektiv durch Fragebögen erfolgen⁴ (Ainsworth 2008).

2.1.2 Körperliche Fitness

Es existiert derzeit keine allgemein gültige Definition von körperlicher Fitness. Die WHO definiert den Begriff als "the ability to perform muscular work satisfactorily".

Das American College of Sports Medicine (ACSM) führt mehrere Definitionen für körperliche Fitness an und zitiert Brian Sharkey wie folgt: „Physical fitness is one of the most poorly defined and most frequently misused terms in the English Language.“ Dieses Statement zeigt, die Schwierigkeit den Begriff zu definieren und durch einen einzelnen Test messbar zu machen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Definition von physischer Fitness exemplarisch erläutert:

“Physical fitness is the ability to perform moderate to vigorous levels of physical activity without undue fatigue and the capability of maintaining such ability throughout life.” (ACSM 2008 S.2).

Dies bedeutet im weitesten Sinne die lebenslange Fähigkeit, moderate oder anstrengende körperliche Aktivität, ohne übermäßige Ermüdung durchführen zu können. Vage bzw. subjektive Formulierungen wie zum Beispiel „übermäßige Ermüdung“ machen eine objektive Quantifizierung der körperlichen Fitness anhand dieser Definition unmöglich.

Daher wird empfohlen, körperliche Aktivität in zwei Bereiche einzuteilen. Der eine Teil soll die gesundheitsorientierten Komponenten, die wichtig für die Erhaltung der Lebensgewohnheiten und des Gesundheitsstatus sind, berücksichtigen. Im Gegensatz dazu stehen die leistungsorientierten Komponenten, die vor allem für die sportliche Leistung entscheidend sind (Heyward 2006, Bouchard et al. 2007).

⁴ siehe auch Kapitel 2.2

“Health related Fitness refers to those components of fitness that are affected favorably or unfavorably by habitual physical activity habits and that relate to health status.”

Zu den gesundheitsorientierten Komponenten (health-related physical fitness) zählen die cardiorespiratorische Ausdauer, die Körperzusammensetzung, Flexibilität und die muskuläre Fitness. Jeder dieser Teilbereiche kann durch spezifische Tests quantifiziert werden. Diese Komponenten werden wie folgt definiert:

- **Cardiorespiratorische Ausdauer:**
„...is the ability of the heart, lungs, and circulatory system to supply oxygen and nutrients efficiently to working muscles.“ (Heyward 2006, Seite 36)
- **Muskuloskelettale Fitness:**
„...refers to the ability of the skeletal and muscular systems to perform work. This requires muscular strength, muscular endurance and bone strength.“ (Heyward 2006, Seite 36)
- **Körperzusammensetzung:**
„...refers to body weight in terms of the absolute and relative amounts of muscle, bone and fat tissues.“ (Heyward 2006, Seite 36)
- **Beweglichkeit:**
„...is the ability to move a joint or series of joints fluidly through the complete range of motion. Flexibility is limited by factors such as bony structure of the joint and the size and strength of muscles, ligaments, and other connective tissues.“(Heyward 2006, Seite 36)

Bouchard (2007) zählt zu der gesundheitsbezogenen Fitness folgende Teilbereiche:

- **Morphologische Komponente:**
Körpergewicht und Größe, Körperzusammensetzung, subkutane Fettverteilung, Abdominales viszerales Fett, Knochendichte, Beweglichkeit
- **Cardiorespiratorische Komponente:**
Submaximale Ausdauerbelastung, maximale Ausdauerbelastung, Herz-, und Lungenfunktion, Blutdruck
- **Muskuläre Komponente:**
Schnellkraft, Kraft, Ausdauer
- **Motorische Komponente:**
Geschicklichkeit, Gleichgewicht, Koordination, Schnelligkeit

- Metabolische Komponente:

Glukosetoleranz, Insulinsensitivität, Lipid- und Lipoprotein Metabolismus

Tabelle 1 zeigt die unterschiedlichen gesundheitsorientierten Komponenten eingeteilt nach Heyward und einige dazugehörige Messmethoden.

Tabelle 1: Messung der health-related Fitness

Testkomponente	Test
Cardiorespiratory Fitness (Kardiorespiratorische Fitness)	Feld Test (Step Test,...) Submaximale Tests (Astrand-Rhyming Ergometrie) Maximale Tests (Stufentest)
Body Composition (Anthropometrische Daten)	Größe/Gewicht und BMI Umfangmessungen Hautfaltenmessungen Bioelektrische Impedanzmessung
Flexibility (Beweglichkeit)	Sit and Reach Test Modifizierter Sit and Reach Test
Muscular Strength (Kraft)	Hand-Kraft Test 1 Wiederholungsmaximum
Muscular Endurance (Kraftausdauer)	Sit-up Test Curl-up Test Push-up Test YMCA Bench Press Test

Quelle: Dwyer et al. (2008, Seite 5)

Zu den leistungsbezogenen Komponenten (performance-related physical fitness) zählen die Eigenschaften, die wichtig für die optimale arbeitsbezogene bzw. sportliche Leistung sind.

„...It depends heavily on motor skills, cardiorespiratory power and capacity, muscular strength, speed, power or endurance, body size, body composition, motivation, and nutritional status.“ (Bouchard et al. 2007, Seite 14)

Im deutschsprachigen Raum ist diese Definition am ehesten mit den Faktoren der sportlichen Leistungsfähigkeit zu vergleichen. Weineck (2003) stellt dies in einem vereinfachten Modell dar (siehe Abbildung II).

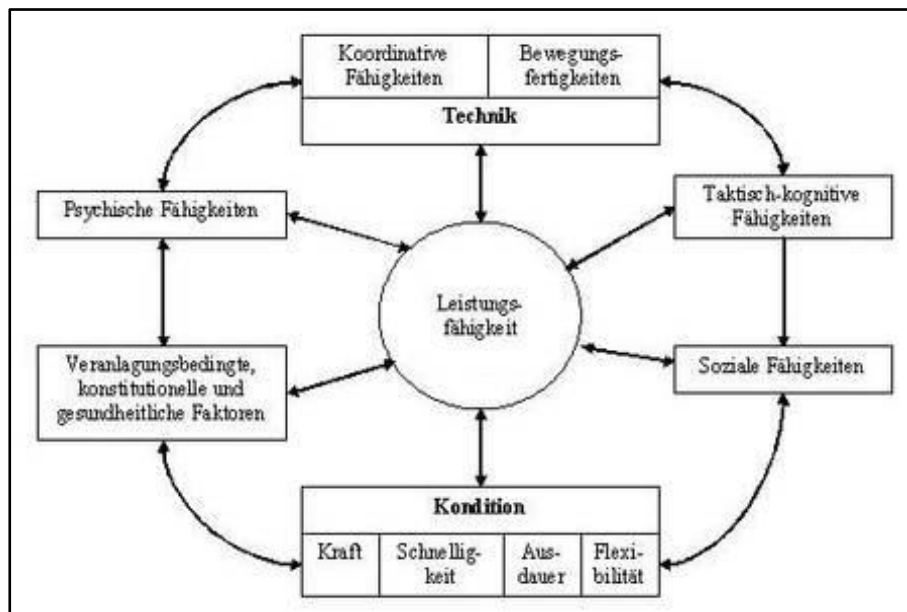


Abbildung II: Modell der sportlichen Leistungsfähigkeit (Weineck 2003, Seite 21)

Neben den Komponenten Technik und Kondition werden sowohl psychische, soziale als auch veranlagungsbedingte und gesundheitliche Faktoren berücksichtigt. Nur durch die harmonische Entwicklung aller leistungsbestimmenden Faktoren kann die individuelle Höchstleistung erreicht werden.

2.1.3 Sport

„is a form of physical activity that involves competition“. (Bouchard 2007 S 12). Dies bedeutet, dass diese Art von körperlicher Aktivität zusätzlich den Aspekt des Wettkampfes beinhaltet und bestimmte Regeln eingehalten werden müssen. Im europäischen Raum werden unter diesem Begriff auch Elemente des Gesundheitstrainings und der Rekreation zusammengefasst (Samitz 2003).

Bei der Definition von Hollmann und Strüder (2009) steht ebenfalls der Wettkampfcharakter im Vordergrund. „Nach unserer Bezeichnung ist Sport muskuläre Beanspruchung mit Wettkampfcharakter oder mit dem Ziel einer herausragenden persönlichen Leistung.“ (Hollmann, Strüder 2009 Seite 128)

Die Begriffe „körperliche Aktivität“, „körperliche Fitness“ und „Sport“ sind im Sprachgebrauch sehr allgemein gehalten und berücksichtigen unterschiedliche Bereiche der Bewegung. „Körperliche Aktivität“ kann als Überbegriff gewertet werden, während die anderen Begriffe am ehesten Teilbereiche darstellen.

2.2 Cardiorespiratorische Ausdauer

Das Bruttokriterium der Leistungsfähigkeit von Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel ist die maximale Sauerstoffaufnahme. Dieser Parameter wird entweder in einem absoluten (l/min) oder relativen (ml/kg) Wert angegeben und zeigt die Fähigkeit des Körpers, Sauerstoff zu den arbeitenden Muskeln zu transportieren (Hollmann, Strüder 2009).

Folgende interne bzw. externe Faktoren gelten als leistungsbegrenzend:

- Intern: Ventilation, Distribution und Diffusion in der Lunge, Herzzeitvolumen, Blutverteilung, periphere Utilisation, Blutvolumen, Total Hämoglobin, dynamische Leistungsfähigkeit der beanspruchten Muskulatur, Ernährungszustand (Pokan, Förster, Hofmann, Hörtnagl, Ledl-Kurkowski, Wonisch, 2004)
- Extern: Belastungsmodus, Größe und Art der eingesetzten Muskulatur, Körperposition, Sauerstoffpartialdruck in der Einatemluft, Klima (Pokan et al. 2004)

Für Untrainierte gelten in Ruhe Normwerte von 4-5 ml/min/kg bzw. bei Maximalbelastung 35-45 ml/min/kg Körpergewicht (Pokan et al. 2004).

Frauen haben generell aufgrund der höheren Körperfettanteils und des geringeren Hämoglobingehaltes des Blutes niedrigere Werte als Männer. Wie groß der Einfluss eines inaktiven Lebensstils ist, kann nur schwer beurteilt werden. Die Vererbung hat mit 25-50 % einen sehr großen Einfluss auf die VO_2 -max Werte (Bouchard et al. 2007). Es gibt Personen, die trotz fehlendem Ausdauertraining relativ hohe VO_2 -max Werte erreichen. Eine Studie vergleicht untrainierte Männer mit Werten unter 49 ml/kg bzw. über 62,5 ml/kg. Die Personen mit der besseren Sauerstoffaufnahme hatten genetisch bedingt ein signifikant höheres Blutvolumen. (Martino, Gledhill, Jamnik 2002).

Ausdauersportler können Werte von 80-84 ml/min/kg, Erwachsene mit schlechter Kondition 20 ml/min/kg erreichen. Die höchsten Werte wurden mit 94ml/kg/min für Männer bzw. 77ml/kg/min für Frauen gemessen. Die Sauerstoffaufnahme von körperlich inaktiven Frauen ist 20-25 % niedriger als bei Männern (Wilmore et al. 2008)

Tabelle 2 zeigt die alters- und geschlechtsspezifischen Normwerte von der American Heart Association (1995). Zur Bestimmung der Sauerstoffaufnahme, werden in der Leistungsdiagnostik bzw. Sportmedizin ansteigende oder konstante Belastungen gewählt (Hollmann et al. 2009).

Tabelle 2: Normwerte maximale Sauerstoffaufnahme

Alter	Männer	Frauen
20-29	43 ml/kg (± 22)	36 ml/kg (± 21)
30-39	42 (± 22)	34 (± 21)
40-49	40 (± 22)	32 (± 21)
50-59	36 (± 22)	29 (± 22)
60-69	33 (± 22)	27 (± 22)
70-79	29 (± 22)	27 (± 22)

Quelle: Maud (1995, Seite 38)

Abbildung III zeigt Sauerstoffaufnahmewerte abhängig von Alter und sportlicher Aktivität (siehe auch Kapitel 2.2.4)

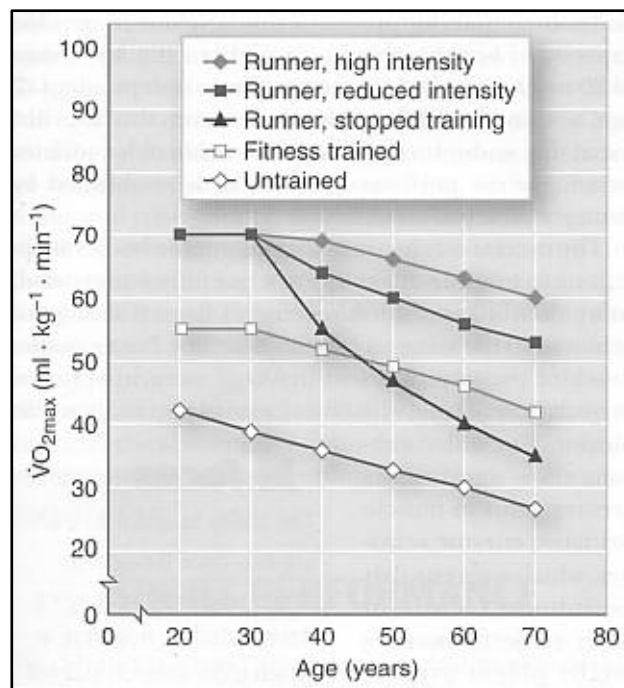


Abbildung III: Veränderung der VO_2 -max in Abhängigkeit des Alters und des Aktivitätsniveaus (Wilmore et al. 2008, Seite 415)

Die Messverfahren können je nach Zielsetzung unterschiedlich eingeteilt werden. Der Autorin ist keine allgemein gültige Einteilung bekannt.

Für sportmedizinische Leistungstests werden Labor- und Feldtests unterschieden (Pokan et al. 2004).

- Zu den Labortests zählen Laufband-, Fahrrad-, und Spezialergometrien. Dabei werden meist Blutdruck, Herzfrequenz, EKG und Laktat bestimmt. Es können unter anderem Rückschlüsse auf die Trainingsgestaltung und die Regenerationsfähigkeit gezogen werden.
- Feldtests wie Laufen, Langlaufen und Radfahren ermöglichen eine sportartspezifische Messung der Leistungsparameter. Im Gegensatz zu den Labortests sind diese aber durch die unterschiedlichen äußeren Bedingungsveränderungen wie Temperatur und Witterung schwierig zu standardisieren.

Nach dem ACSM (2008) werden für den gesundheitsbezogenen Fitnessbereich vor allem drei verschiedene Arten unterschieden: Feldtests, submaximale und maximale Protokolle.

2.2.1 Feldtests

Im Vergleich zu den oben genannten sportmedizinischen Feldtests werden diese mit viel einfacheren Mitteln durchgeführt.

Der Proband muss eine bestimmte oder maximal mögliche Distanz in kürzester Zeit bzw. in einem vorgegebenen Zeitraum bewältigen. Solche Tests erfordern meist maximalen Einsatz und können in verschiedenen Bewegungsformen wie Gehen, Laufen, Fahrradfahren oder Schwimmen ausgeführt werden. Die Bestimmung der cardiorespiratorischen Fitness erfolgt indirekt über eine Berechnung (Vorhersage).

Die Durchführung ist sehr einfach und für eine größere Gruppe mit wenig Zeitaufwand möglich, da viele Personen gleichzeitig getestet werden können. Empfohlen wird die Anwendung für gesunde Männer bis zum 45. und bei Frauen bis zum 55. Lebensjahr. In der Regel erfolgt keine Bestimmung der Herzfrequenz des Blutdrucks bzw. des EKGs während der Belastung.

Zu den häufigsten streckenkonstanten Tests zählen Distanzen von 1-1,5 Meilen bzw. 1600-2400 Meter. Je schneller die Strecke bewältigt werden kann, desto höher wird die cardiorespiratorische Leistungsfähigkeit angenommen. Dabei wird die Leistung maßgeblich von weiteren Faktoren wie Motivation, Körperfettanteil, Laufökonomie bzw. der anaeroben Schwelle der Testperson beeinflusst. Weiters kommen auch zeitkonstante Tests über neun bzw. zwölf Minuten (Cooper Test) zum Einsatz. Aufgrund der zurückgelegten Strecke kann die maximale Sauerstoffaufnahme berechnet werden (Heyward 2006).

Ein weiterer Feldtest ist der sogenannte 20 Meter Shuttle Run Test. Dieser Test wurde für Kinder, Erwachsene und Athleten, die Sportarten mit schnellen Stop-and-go Bewegungen ausüben, entwickelt. Die Probanden müssen zwischen zwei Linien im Abstand von 20 Metern in einer durch ein Tonband vorgegebenen Geschwindigkeit laufen. Die Geschwindigkeit zu Beginn liegt bei 8,5 km/h, die Frequenz wird jede Minute um 0,5 km/h erhöht, bis das Tempo nicht mehr gehalten werden kann (Lamb, Rogers 2007).

Der Vorteil von Feldtests ist die einfache Durchführung bzw. die Möglichkeit, mehrere Personen gleichzeitig testen zu können. Weiters können Probanden/innen mit unterschiedlichen Aktivitätslevel und Alter dem Niveau entsprechend getestet werden. So stellt zum Beispiel der „Six-Minute Walk Test“ eine gute und einfache Möglichkeit zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit von älteren Personen dar (Solway Brooks, Lacasse, Scott 2001, Curb, Ceria-Ulep, Rodriguez, Grove, Guralnik, Wilcox, Donlon, Masaki, Chen 2006).

Da für die geplante Untersuchung nur ein kleiner Raum zur Verfügung steht, kann keiner der oben genannten Feldtests zur Bestimmung der cardiorespiratorischen Fitness verwendet werden.

2.2.2 Submaximale Tests

Die cardiorespiratorische Fitness wird aufgrund bestimmter gemessener Variablen (meistens Herzfrequenz) während eines einstufigen bzw. mehrstufigen Protokolls indirekt berechnet. Zum Einsatz kommen hauptsächlich Laufband, Fahrradergometrie bzw. eine Stufe.

Das ACSM fasst die Irrtumswahrscheinlichkeit von submaximalen Tests mit 10-20 Prozent zusammen.

Um die cardiorespiratorische Fitness durch einen submaximalen Test bestimmen zu können, müssen folgende Punkte angenommen werden (ACSM 2008):

- zwischen der Herzfrequenz von 110 und 150 Schlägen pro Minute und der Sauerstoffaufnahme besteht ein linearer Zusammenhang.
- Die maximale Herzfrequenz muss berechnet werden (220-Lebensalter)
- Der Klient sollte bei jeder Stufe des Tests ein Steady-State der Herzfrequenz erreichen

- Die Basis für die Berechnung der Belastung ist immer die selbe Frequenz (z.B. Fahrradergometrie 50 rpm⁵, Steptest 20 bpm⁶)
- Die Herzfrequenz wird zu mindestens zwei verschiedenen Zeitpunkten gemessen und in Beziehung zu der Sauerstoffaufnahme gesetzt. In Verbindung mit der maximalen Herzfrequenz kann somit die maximale Sauerstoffaufnahmefähigkeit extrapoliert werden. Dies trifft nur auf mehrstufige submaximale Tests (z.B. YMCA Fahrradergometrie, Bruce Laufband Ergometrie) zu. Der Astrand Rhythming Test ist nur ein einstufiger Test, die maximale Sauerstoffaufnahme wird durch das Astrand- Rhythming Nomogramm (siehe Abbildung IV Seite 22) geschätzt.

Die Bestimmung des Fitnesszustandes in dieser Untersuchung wäre durch eine submaximale Ergometrie aufgrund der zu hohen Investitionskosten für Fahrradergometer nicht möglich gewesen. Daher konnten nur submaximale Steptests in Erwägung gezogen werden.

Im folgenden Abschnitt werden unterschiedliche Steptests beschrieben, von einer genauen Erläuterung anderer submaximaler Fahrrad- bzw. Laufbandergometrien wird abgesehen.

2.2.2.1 Steptests

Steptests sind seit über 50 Jahren bekannt. Daher existieren auch zahlreiche unterschiedliche Protokolle, um die cardiorespiratorische Fitness einschätzen zu können. Die Aufgabe der Testperson liegt darin, eine Stufe, deren Höhe je nach Test variiert in einem bestimmten Rhythmus auf- und abzustiegen. Meistens wird der Nachbelastungspuls bestimmt und über diesen Wert auf den Fitnesszustand geschlossen. Eine weitere Möglichkeit ist die Messung des Pulses während einer standardisierten Belastung. Dadurch kann die maximale Sauerstoffaufnahme berechnet bzw. geschätzt werden (ACSM 2008).

2.2.2.1.1 Chester Step Test

Dieser Test ist ein mehrstufiger submaximaler Test, der höchstens fünf Stufen zu je zwei Minuten beinhaltet. Die Dauer ist daher auf zehn Minuten beschränkt. Während der Durchführung wird der Puls und die Ermüdungsrate durch die Borg Skala (Löllgen 2004) bestimmt. Die Stufenhöhe kann je nach Alter und Trainingszustand von 15 bis 30 cm variieren. Die Geschwindigkeit der Steprate liegt je nach erreichter Stufe bei 15 bis 35

⁵ rounds per minute

⁶ beats per minute

Steps pro Minute. Weitere Vorteile sind eine geringe Ausstattung bzw. Platzbedarf und die Tatsache, dass mehrere Personen den Test gleichzeitig absolvieren können. Ein Abbruchkriterium ist das Erreichen von 80% der maximalen Herzfrequenz (berechnet aus 220-Lebensalter) bzw. Stufe 14 auf der Borg Skala (siehe Kapitel 3.1.5).

Die Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme beruht auf den linearen Zusammenhang zwischen Belastung, Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenz. Der Sauerstoffverbrauch bei einer bestimmten Geschwindigkeit und Stufenhöhe beruht auf folgender Gleichung des American College of Sports Medicine (2000).

$$VO_2 = 0,2 (\text{steps/min}) + (\text{step höhe in m} \times \text{steps/min} \times 2,4) + 3,5$$

Diese Gleichung ist gültig für Geschwindigkeiten von 12 bis 30 Stufen pro Minute und Stufenhöhen von 0,04 und 0,4 Metern.

Die Genauigkeit dieser Gleichung wurde durch eine Studie mit 55 Personen untersucht (Latin, Berg, Kissinger, Sinnott, Parks 2001). Die Messung bzw. Berechnung der Sauerstoffaufnahme erfolgte direkt beim Stufensteigen. Der Korrelationskoeffizient lag bei .95. Es konnte kein signifikanter Geschlechtsunterschied festgestellt werden. Somit ergeben sich für die vier verschiedenen Stufenhöhen bzw. fünf Geschwindigkeitsstufen folgende Sauerstoffwerte.

Tabelle 3: Sauerstoffverbrauch bei unterschiedlicher Stufenhöhen

Stufe	I	II	III	IV	V
Steprate	15	20	25	30	35
	relVO ₂ Max Werte (ml/kg/min)				
0,15 m step	11	14	18	21	25
0,20 m step	12	17	21	26	29
0,25 m step	14	19	24	28	33
0,30 m step	16	21	27	32	37

Quelle: Buckley et al. (2004, Seite 198)

Folgende Studien befassen sich mit den Gütekriterien des Chester Step Tests.

Sykes (1996) verglich den Test mit bereits validierten Tests wie den Shuttle Run (siehe Kapitel 2.2.1) bzw. dem sechsminütigen Astrand Ergometertest (n=20). Die Ergebnisse zeigten eine hohe Korrelation (r=.81 Shuttle Run bzw. r=.94 Astrand Test).

Cook (1996) zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem maximalem Laufbandtest bzw. dem Chester Step Test und einer hohen Test-Retest-Zuverlässigkeit (r= .92) bei 26 Sportstudenten.

Sykes (2004) führte eine Studie an 68 Probanden durch, die sowohl an dem Chester Step Test, als auch an einem maximalen Laufbandtest teilnahmen. Die Stärke des Zusammenhanges zwischen den beiden Tests betrug $r=.92$. Zur Reliabilitätsüberprüfung wurde der Test an zwei verschiedenen Tagen durchgeführt. Die Ergebnisse für die errechneten VO_2 -max Werte zeigten einen maximalen Unterschied von 0,7 ml/kg. Weiters wird der Test als geeignet bezeichnet, Veränderungen der aeroben Kapazität in Rehabilitationsprozessen quantifizieren zu können.

Buckley (2004) führte zur Reliabilitäts- bzw. Validitätsprüfung aller einzelnen Komponenten des Chester Step Tests eine Studie an 13 Studenten durch. Die Sauerstoffaufnahme wurde während den unterschiedlichen Teststufen des Steptests direkt gemessen und mit den berechneten Werten verglichen. Weiters wurde die geschätzte maximale Herzfrequenz mit der tatsächlich bei einem maximalen Test erreichten, überprüft. Die Zuverlässigkeit wurde durch die Wiederholung des Tests nach sieben Tagen bestimmt. Die maximale Herzfrequenz wurde bei der Berechnung mit durchschnittlich fünf Schlägen signifikant überschätzt. Zusammenfassend wird die Validität des Tests als fragwürdig bezeichnet. Als Ursache dafür wird von den Autoren vor allem die bei den unterschiedlichen Stufen angenommene Sauerstoffaufnahme (siehe Tabelle 3) bezeichnet. Der Test wird als zuverlässig beschrieben.

Der Chester Step Test wird derzeit als Aufnahmekriterium für die Feuerwehr in Europa, Asien und in den USA eingesetzt. Er kommt in zahlreichen Fitnesseinrichtungen bzw. Rehabilitationszentren zur Anwendung. In Studien wurde der Test zur Erhebung der cardiorespiratorischen Fitness unter anderem bei Typ 1 Diabetikern (Wollymahmed, Morgan, Gill, MacFarlane 2007), Patienten mit SARS⁷ (Lau, Yin-Fat, Jones, Lee, Siu, Hui, 2005) und als Kontrolle zur Durchführung eines Fitnessprogrammes angewendet (Slotmaker, Paw, Schuit, Seidell, Mechelen 2005).

Für diese Studie schien der Test geeignet, da er aufgrund der verschiedenen Stufenhöhen für jedes Fitnessniveau adaptionsfähig ist. Kritisch muss jedoch angemerkt werden, dass die Anzahl der Probanden/Innen vor allem bei den Validitätsstudien sehr gering ist.

⁷ Severe acute respiratory syndrom, Lungenerkrankung

2.2.2.1.2 Canadian Home Fitness Test (CHFT) bzw. modified Canadian Aerobic Fitness Test (mCAFT)

Dieser Test wurde für die kanadische Bevölkerung vor allem als Motivation zur körperlichen Aktivität entwickelt. Er ist in Eigenregie zu Hause oder unter professioneller Anleitung auf einer Doppelstufe (20-22,5 cm) durchführbar.

Die Validierung erfolgte an 1152 Erwachsenen, die sowohl den Canadian Home Fitnessstest (CHFT), als auch einen submaximalen Fahrradergometer Test teilnahmen. Die Ergebnisse zeigten tendenziell niedrigere Sauerstoffwerte durch die Fahrradergometrie. Die Korrelation lag bei $r=.72$ (Shephard 1976). Bei 59 Probanden wurden die Ergebnisse des CHFT mit einem maximalen Test verglichen. Dabei lag die Korrelation bei $r=.88$. (Jette, Campbell, Mongeon, Routhier 1976).

Der Test wird jeweils drei Minuten bei einer vom Alter bzw. Geschlecht abhängigen Stepfrequenz durchgeführt. Je nach Herzfrequenz, die ursprünglich palpatorisch oder durch eine Pulsuhr ermittelt wird, kann die Geschwindigkeit erhöht werden. Insgesamt sind acht verschiedene Geschwindigkeitsstufen möglich. Nach Beendigung des Tests wird der Klient mit Hilfe eines Aerobic Fitness Score klassifiziert.

In einer Tabelle ist dann alters- und geschlechtsabhängig eine fünfstufige Klassifizierung je nach erreichten Score möglich (exzellent, sehr gut, gut, ausreichend und verbesserungswürdig).

Bei genauerem Interesse wird auf folgende Literatur verwiesen: "The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Approach" (2004)

Dieser Test ist für alle unterschiedlichen Altersgruppen bzw. Fitnessniveaus geeignet. Das Ergebnis des Tests ist nicht von der Berechnung der maximalen Herzfrequenz abhängig, sondern bezieht sich nur auf den Nachbelastungspuls. Zu den Nachteilen zählen die fehleranfällige Handpulsmessung und die nicht immer vorhandene bzw. schwer transportable Doppelstufe.

2.2.2.1.3 Queens College Step Test

Die Dauer dieses Tests liegt bei drei Minuten. Der Erholungspuls wird für 15 sec. zwischen der fünften und zwanzigsten Sekunde nach der Belastung gemessen. Die Steprate liegt bei 22 pro Minute für Frauen und 24 für Männer die Höhe der Stufe bei 41,3 cm. Die VO_2 -max kann mit folgender Formel berechnet werden:

Für Männer: $VO_2 = 111,33 - (0,42 \times \text{Pulsrate}/\text{min})$

Für Frauen: $VO_2 = 65,81 - (0,1847 \times \text{Pulsrate}/\text{min})$

Chatterjee (2004) verglich die durch den Queens College Step Test erhobenen Werte von 40 untrainierten Collegestudentinnen mit den Messwerten einer Spiroergometrie. Da der Vergleich der berechneten bzw. der tatsächlich erzielten Sauerstoffwerte einen signifikanten Unterschied zeigte, wurde die ursprünglich angegeben Formel verändert. Somit konnten valide und reliable Testergebnisse erzielt werden.

2.2.2.1.4 Astrand Rhyming Step Test

Der Proband muss je nach Geschlecht eine 40 (Männer) bzw. 33 (Frauen) cm hohe Stufe in einem Rhythmus von 22,5 Schritten auf- und absteigen. Der Nachbelastungspuls wird zwischen der fünfzehnten und dreißigsten Sekunde gemessen und mit vier multipliziert.

Das Astrand-Rhyming Nomogramm (siehe Abbildung IV) wird verwendet, um auf die $\dot{V}O_2$ -max. Rückschlüsse ziehen zu können. (Heyward 2006)

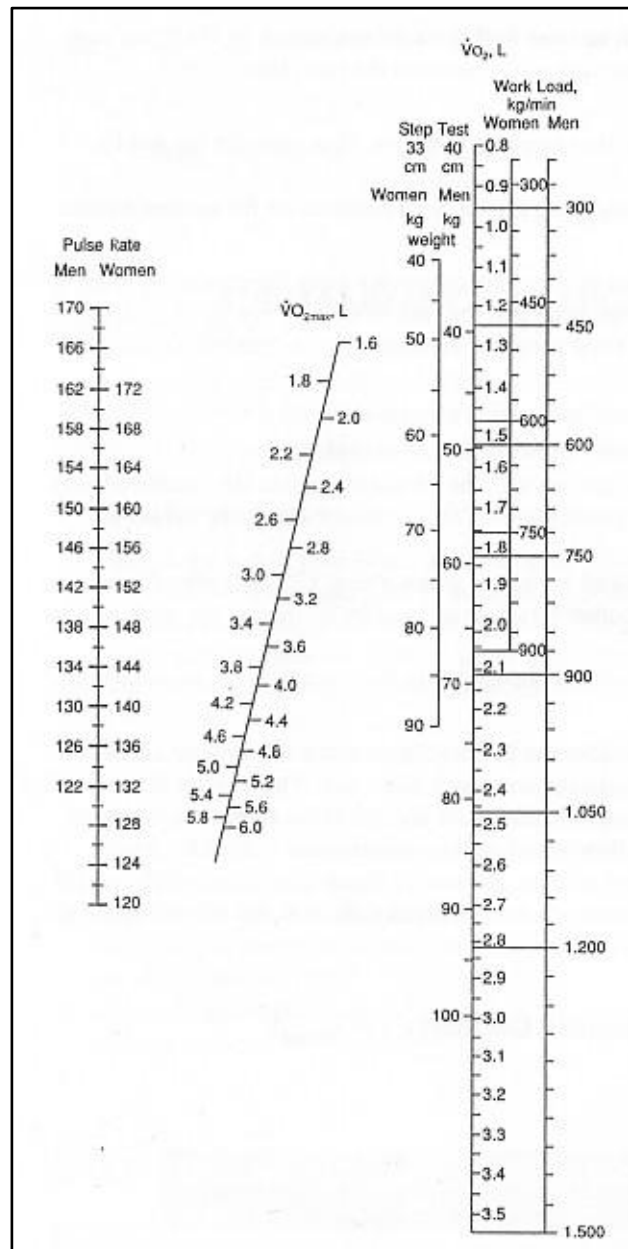


Abbildung IV: Astrand-Rhyming-Nomogramm (Noonan et al. 2000, Seite 788)

2.2.2.1.5 Harvard Step Test

Dies ist ein einstufiger Steptest, der an der Harvard Universität entwickelt wurde. Das Ziel des Tests ist eine Klassifikation in fünf Stufen (exzellent bis mangelhaft). Die Höhe des Steps liegt bei 50,8 cm. Die Dauer liegt bei maximal fünf Minuten. Der Test wird vorzeitig abgebrochen, wenn die erforderliche Stepfrequenz von 30 Schritten pro Minute nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Sobald der Test beendet ist, setzt sich der Proband/In, und der Puls wird nach einer Minute für 30 sec. gemessen. Dieses Prozedere wird drei Mal wiederholt. Die drei verschiedenen Pulswerte werden summiert, und ein Index berechnet, der die Einteilung in fünf Stufen erlaubt.

Mit einer Stufenhöhe von 50,8 cm ist er für die Probandengruppe dieser Untersuchung ungeeignet, da sowohl inaktive als auch ältere Personen getestet werden sollen.

2.2.2.1.6 Siconolfi Step test

Die Dauer des Tests liegt bei maximal drei jeweils drei Minuten dauernden Belastungssequenzen, oder bis zum Erreichen von 65 Prozent der errechneten maximalen Herzfrequenz. Die erforderliche Sauerstoffaufnahme für die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Stufenhöhe von 25,4 cm wird über die ACSM Gleichung errechnet. Um auf die maximale Sauerstoffaufnahme schließen zu können, wird das Astrand-Ryhming-Nomogramm (siehe Abbildung IV) verwendet. Siconolfi et al. (1985) konnten einen Zusammenhang von $r=0.92$ zwischen maximaler Sauerstoffaufnahme bei einer Fahrradergometrie und den berechneten Werten zeigen ($n=48$).

Somit standen insgesamt mindestens sechs verschiedene Steptest Protokolle für die geplante Untersuchung zur Auswahl. Einige waren schon wegen der Stufenhöhe nicht für die geplante Probandengruppe mit verschiedenen Aktivitätsniveaus geeignet. Der Chester Step Test schien aufgrund der adaptionsfähigen Stufenhöhe sowohl für sportlich aktive, als auch inaktive Personen am besten anwendbar. Die größte Fehlerquelle des Chester Step Tests ist vor allem durch die Berechnung der maximalen Herzfrequenz, bzw. den angenommenen Sauerstoffverbrauch bei den einzelnen Stufen gegeben. Dennoch wurde dieser aufgrund der oben genannten Gründe ausgewählt.

Maud (1995) fasst folgende Nachteile für Steptests zusammen.

- Die Grundlage der Tests ist die Herzfrequenz. Diese kann unabhängig von der VO_2 -max. Rate durch Aufregung, Medikamente, vorangegangene Nahrungsaufnahme, Rauchen und Raumtemperatur beeinflusst werden.

- Die Berechnung der maximalen Sauerstoffaufnahme beruht auf den angenommenen linearen Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und VO_2 max. Dieser ist vor allem für leichte bis moderate Anstrengung gegeben, bei Ausbelastung nicht. So kommt es bei hohen Belastungen zu einer Plateaubildung und kann nicht mehr als linear ansteigend bezeichnet werden (Maud et al. 1994, Pokan et al. 2004)
- Häufig werden die maximalen Pulswerte (falls erforderlich) berechnet. Die Varianz liegt bei 5 %, somit können die berechneten Sauerstoffwerte entweder über- bzw. unterschätzt werden.

Die Vorteile sind die einfache Durchführung, das portable und kostengünstige Equipment, und die Möglichkeit, mehrere Personen auf einmal zu testen.

Zu bedenken bleibt immer, dass es nicht möglich ist kardiovaskuläre Krankheiten auszuschließen bzw. seriöse Trainingsempfehlungen von einem submaximalen Test abzuleiten. Für eine Einstufung in unterschiedliche Fitnessniveaus sind diese Testverfahren jedoch geeignet.

2.2.3 Maximale Tests

Das Ziel dieser Tests ist, die maximale Ausbelastung des Probanden zu erreichen, um eine direkte Bestimmung der cardiorespiratorischen Fitness zu ermöglichen, meist erfolgt zusätzlich eine Atemgasanalyse bzw. Laktatmessung. Von einer genauen Auflistung maximaler Tests wird abgesehen, da sie für die Untersuchung nicht in Frage kommen.

Die am häufigsten durchgeführten Fahrradergometrien haben eine Aufwärmphase von vier Minuten. Nach dieser Phase wird eine definierte Wattanzahl jede Minute gesteigert, bis die Testperson das Toleranzlimit erreicht hat. Die Steigerung der Wattanzahl sollte so gewählt sein, dass eine Belastungszeit von acht bis zwölf Minuten möglich ist. Diese Art des Protokolls kann sowohl für untrainierte Personen, als auch Athleten/innen verwendet werden, es muss lediglich das Belastungsincrement angepasst werden (Maud et al. 1996). Neuere Studien empfehlen eine Belastungszeit für Fahrradergometrien von 7 bis 26 Minuten bzw. Laufbandtests von 5 bis 26 Minuten (Midgley, Bentley, Luttikholt, Naughton, Millet 2008).

Maximale Tests sind unbestritten die genaueste Methode zur Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme. Dennoch stellen sie für den Körper eine große kardiovaskuläre und körperliche Belastung dar, die für bestimmte Probandengruppen problematisch ist. Der erhöhte Geräte- und Personalbedarf macht diese Art von Test kosten- und zeitintensiv.

2.2.4 Veränderungen der $\dot{V}O_2$ im Altersverlauf

Da die cardiorespiratorische Ausdauer von Personen unterschiedlichen Alters getestet werden soll, werden einige Aspekte zu diesem Thema zusammengefasst.

Viele Studien beschäftigen sich mit der Veränderung der Sauerstoffaufnahme im Alter, weil ein großer Zusammenhang zu funktioneller Unabhängigkeit, Lebensqualität, kardiovaskulären Erkrankungen und der Sterberate besteht (Hawkins, Wiswell 2003). Folgende Veränderungen können zusammengefasst werden.

- Pro Lebensdekade nimmt die absolute Sauerstoffaufnahme unabhängig vom Aktivitätsniveau um ca. 10 Prozent ab (Wilmore et al. 2008, Bouchard et al. 2007, Jackson, Wier, Ayers 1996)
- Sehr intensives Training kann diesen Abfall bei jungen Männern um 50 Prozent verringern, bei älteren Athleten ist dies auch mit langjährigem Training nicht möglich (siehe Abbildung V)
(Dehn, Bruce 1972, Pollock, Foster, Knapp 1978, Marti, Howald 1990)
- Für Frauen ist die Verringerung dieses Abfalles nicht möglich (ev. hat dieser Umstand mit dem Östrogenstatus zu tun)
(Katzel, Sorkin, Fleg 2001, Eskurza, Donato, Moreau 2002)
- Das Absinken der maximalen Sauerstoffrate kann durch die Reduktion der maximalen Herzfrequenz und die Abnahme der fettfreien Körpermasse (lean body mass) erklärt werden (Hawkins, Marcell, Jaque 2001, Fleg, Lakatta 1988).

Folgende Abbildungen zeigen den Verlauf der Abnahme der relativen $\dot{V}O_2$ -max. in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht (Abbildung V) bzw. das Absinken der absoluten Sauerstoffaufnahme bei Ausdauersportlern (Abbildung VI).

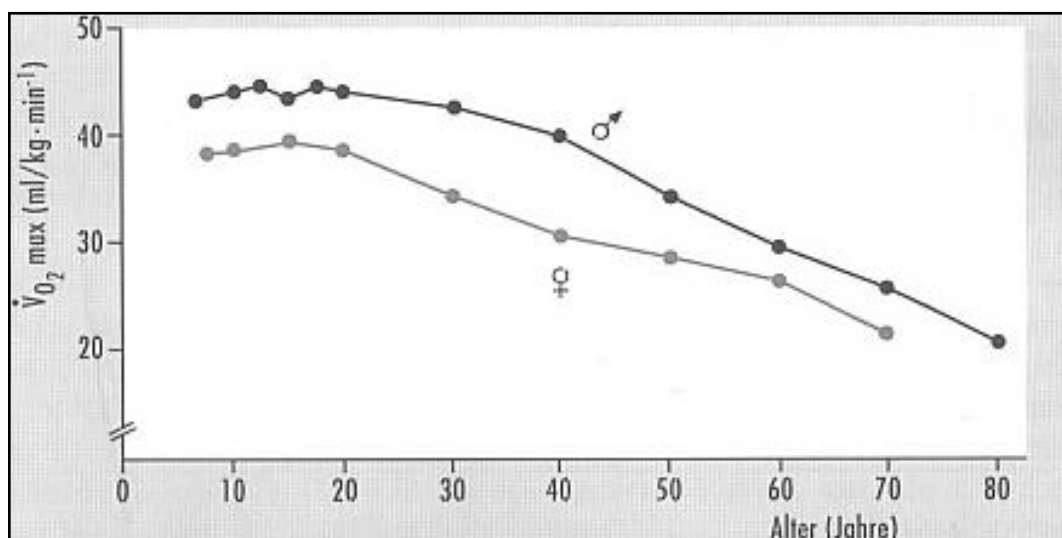


Abbildung V: relative $\dot{V}O_2$ -max im Altersverlauf (Hollmann und Strüder 2009, Seite 322)

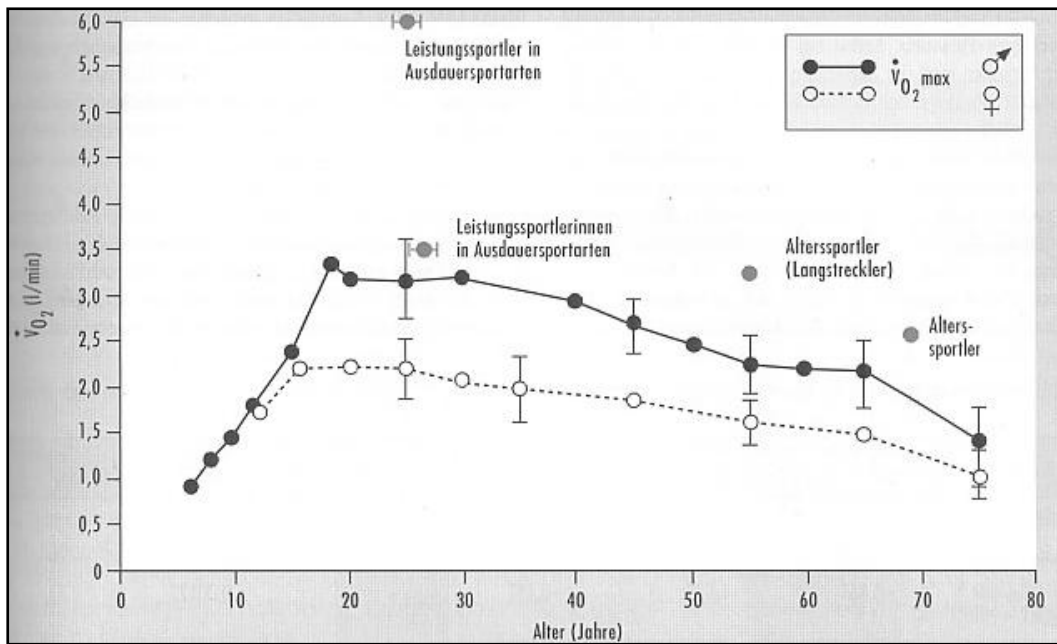


Abbildung VI: absolute $\dot{V}O_2$ im Altersverlauf im Vergleich zu Leistungssportlern (Hollmann und Strüder 2009, Seite 321)

2.3 Aktivitätsfragebogen

Da die positiven Effekte körperlicher Aktivität hinlänglich erforscht wurden, ist die Quantifizierung der körperlichen Aktivität für epidemiologische Studien bzw. Gesundheitsexperten von enormer Wichtigkeit.

Ainsworth (2008) unterscheidet zur Bestimmung des "Konstrukts" Bewegung einerseits die Quantifizierung des Bewegungsverhaltens (körperlichen Aktivität), andererseits die Bestimmung des Energieverbrauches. (siehe Abbildung VI)

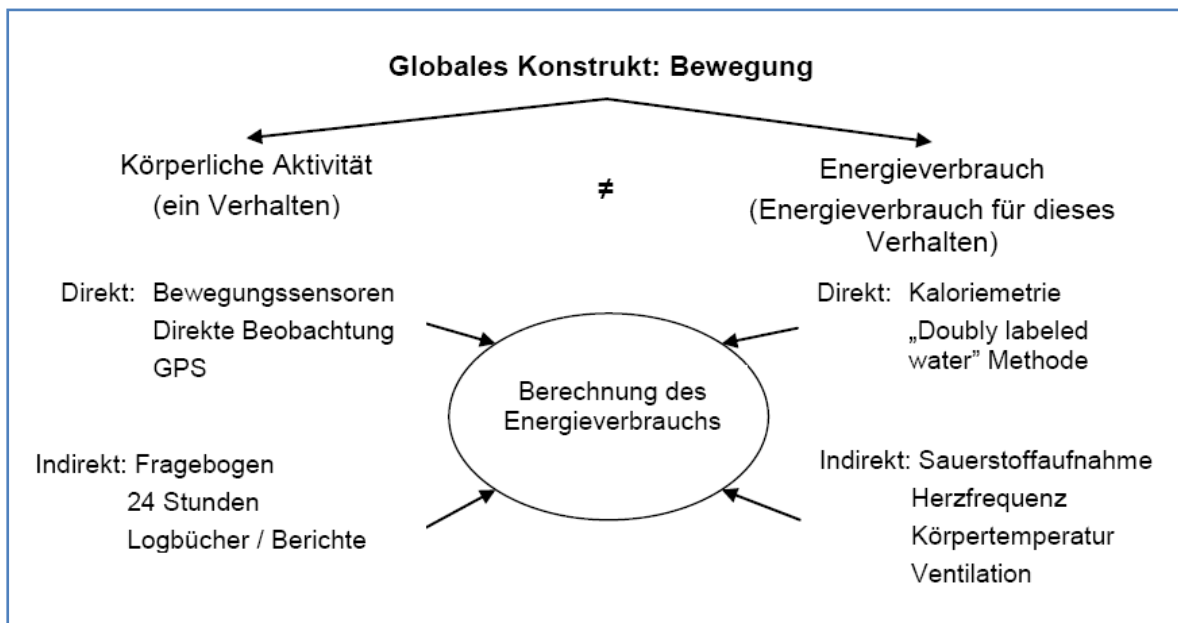


Abbildung VII: Modell zur Bestimmung der körperlichen Aktivität und des Energieverbrauchs (übersetzt aus Ainsworth 2008, Seite 7)

Als direkte Methode zur Bestimmung der körperlichen Aktivität kommen Bewegungssensoren zum Einsatz. Diese messen Körperbewegungen in einer (vertikal), zwei (vertikal und medial/lateral) oder drei (vertikal, medial/lateral, anterior/posterior) Ebenen. Pedometer sind kleine Geräte, die meist am Oberschenkel befestigt werden und Bewegungen in der Vertikalebene registrieren. Dieser zählt die Anzahl der Schritte, die von einer Person in einem bestimmten Beobachtungsraum gemacht werden. Durch die Eingabe der durchschnittlichen Schrittlänge kann die Distanz berechnet werden. Demzufolge können nur gehende bzw. laufende Tätigkeiten registriert werden. Aktivitäten wie Radfahren und Schwimmen können durch einen Pedometer nicht erfasst werden. Der Nachteil ist die eingeschränkte Registrierung von bestimmten Bewegungen und deren Intensität. (Vanhees et al. 2005).

In einer Validitätsstudie von zehn verschiedenen Pedometern wird zusammengefasst, dass diese am genauesten die Anzahl der Schritte, weniger genau Distanzen und am

schlechtesten den Energieverbrauch messen (Crouter Schneider, Karabulut, M. Basset 2003).

Accelerometer können einige der genannten Nachteile kompensieren. Diese messen in mehreren Ebenen durch piezoelektrische Sensoren und Mikroprozessoren die Beschleunigung. Somit können auch andere Bewegungsmuster registriert werden. Studien haben gezeigt, dass eine genaue Messung des Energieverbrauchs auch bei dieser Methode fragwürdig bleibt. Die Kombination aus Accelerometer mit der Erhebung anderer physiologischer Parameter ist eine vielversprechende Methode, um das Ausmaß der körperlichen Aktivität einschätzen zu können. (Corder, Brage, Ekelund 2007)

Für die indirekte Bestimmung der körperlichen Aktivität kommen Logbücher, in denen detaillierte Aktivitäten in Form eines Tagesbuches über einen bestimmten Zeitraum aufgezeichnet werden, oder Fragebögen zum Einsatz. Das Ziel aller Messmethoden ist zumeist die Berechnung des Energieverbrauchs.

Dieser wird häufig in METS⁸ angegeben. Dieses System beruht auf dem direkten Zusammenhang zwischen Sauerstoff- und Energieverbrauch. Es wird angenommen, dass eine metabolische Einheit der Sauerstoffaufnahme von 3,5 ml/kg KG/min (ruhiges Sitzen) entspricht. Auch wenn dies nicht immer der Fall ist, gilt dieser Wert als Richtlinie. Aktivitäten können als Vielfaches dieses Ruhewertes angegeben werden. So wird eine Aktivität von zwei METS das Doppelte des Ruhewertes erfordern und einem Verbrauch von 7 ml/kg KG/min entsprechen. Diese Werte sind Annäherungen, da diese durch die Annahme des Ruhewertes Fehlern unterworfen sind. Der Energieverbrauch ist von Person zu Person unterschiedlich, vom Trainingszustand und der Umgebung abhängig und kann auch intraindividuell schwanken. (Wilmore et al. 2008)

Die genauere Bestimmung des Energieverbrauchs kann entweder direkt durch eine Kalorimetrie bzw. die "doubly labeled Water"⁹ Methode oder indirekt durch Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenz, Körpertemperatur und Ventilation erfolgen.

VanHees (2005) bezeichnet als Goldstandard die direkte Beobachtung durch einen Experten, die "doubly labeled Water" Methode oder indirekte Kalorimetrie. Diese Methoden kommen aufgrund der enormen Kosten oder wegen des hohen Zeitaufwandes hauptsächlich bei Validierungsstudien für Aktivitätsfragebögen zum Einsatz. Der weitere Nachteil ist die Bestimmung des Energieverbrauchs über einen sehr kurzen Zeitraum, somit ist der Rückschluss auf einen aktiven Lebensstil nur begrenzt möglich.

⁸ Metabolisches Äquivalent

⁹ Der Proband trinkt ein mit Deuterium und schwerem Sauerstoff angereichertes Wasser. Über die unterschiedliche Verschwindensrate dieser beiden Isotope kann auf den Energieumsatz geschlossen werden.

Die Beantwortung von Fragebögen kann entweder in Eigenregie, oder durch ein Interview erfolgen. Globale Fragebögen, die sehr schnell zu beantworten sind, versuchen durch einige oder nur eine einzelne Frage, die körperliche Aktivität der befragten Person zu erfassen.

Sogenannte "Recall Questionnaires" sind länger und erheben detaillierter die Art, Intensität und Dauer bestimmter Aktivitäten. Somit kann auch abgeschätzt werden, ob der/die Befragte den gesundheitsorientierten Empfehlungen entsprechend aktiv ist (zum Beispiel HEPA Health Related Physical Activity). Die letzte Kategorie sind "Quantitative Activity-History" Fragebögen, die bis zu 50 Items beinhalten, sehr lange zum Ausfüllen benötigen und somit für Studien sehr selten zum Einsatz kommen (Ainsworth 2008).

Shepard (2003) fasst in einem Review einige Aspekte zu den Problemen, die bei Fragebogenerhebungen auftreten können, zusammen. Die Intensität der Aktivität soll durch den Befragten meist in leicht, mittel bzw. schwierig eingeteilt werden. Die so errechneten METS sind hauptsächlich mit jungen Personengruppen erforscht und können somit zu einer hohen Überschätzung des Aktivitätsniveaus vor allem bei älteren Befragten führen. Die Einschätzung bzw. die „Codierung“ der Intensität ist weiters von der Bewegungserfahrung des Befragten bzw. dessen Umgang mit Anstrengung abhängig.

Die Frequenz der Ausübung der Aktivität ist vor allem in manchen Ländern durch die saisonal unterschiedlichen Wetterbedingungen eingeschränkt. Weiters wird die Dauer einer Belastung oft überschätzt, da Zeiten für Umkleiden bzw. die Wegstrecke u.v.m einberechnet werden und somit die tatsächliche Belastungszeit verlängern.

Für diese Untersuchung wurden von der Autorin zwei verschiedene Aktivitätsfragebögen ausgewählt. Der sogenannte IPAQ¹⁰ wird sehr häufig im europäischen Raum eingesetzt, ist gut erforscht und im Internet in deutscher Sprache sowohl in der langen, als auch kurzen Version frei verfügbar (www.ipaq.ki.se). Der Fragebogen soll die Aktivitäten in einem Zeitraum von einer Woche erheben, und ist in der kurzen Version sehr schnell auszufüllen.

Der zweite Fragebogen ist ebenfalls wissenschaftlich gut erforscht und steht in deutscher Sprache frei zur Verfügung. Die Aktivitäten des vergangenen Jahres werden durch vorgegebene Antwortmöglichkeiten quantifiziert. Auch dieser Fragebogen ist schnell auszufüllen.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über inhaltliche Aspekte bzw. die Gütekriterien dieser beiden Messinstrumente.

¹⁰ International physical activity questionnaire

2.3.1 IPAQ (International physical activity questionnaire)

Dieser Fragebogen wurde 1998 von einer Expertengruppe (Ainsworth, Craig, Marshall, Macera, Jones, Reis, Addy, Bowles, Kohl, Rütten, Vuillemin, Ooijendijk, Schena, Sjöstrom, Stahl, Auweele, Welshman, Ziemainz, Hagströmer und Oja, vgl. Craig et al. 2003, Rütten et al. 2003 und 2004) der WHO¹¹ und des CDC¹² entwickelt, um das Aktivitätsniveau unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen messen und international vergleichen zu können (Mäder, Martin, Schutz, Marti 2006).

Er besteht aus neun Items in der Kurzversion und 31 in der langen Version und wird für die Anwendung bei Erwachsenen im Alter von 15 bis 69 empfohlen. Die Fragen können durch den Probanden persönlich oder durch ein Telefoninterview beantwortet werden. Bei der langen Version werden die unterschiedlichen Intensitäten (anstrengende Tätigkeit, mittelschwere Tätigkeit, zu Fuß gehen) in Minuten erfasst. Dabei werden vier Aktivitätsbereiche berücksichtigt: körperliche Aktivität am Arbeitsplatz, zur Beförderung, Hausarbeit und Sorgen für die Familie, Sport, Erholung und Freizeit. Zusätzlich wird die Dauer der Inaktivität durch die Sitzzeit erhoben. In der langen Version werden diese fünf Subkategorien unabhängig voneinander abgefragt, während sich die kurze Variante des IPAQ nur auf die oben genannten Intensitäten bzw. die Sitzzeit bezieht.

Die Überprüfung der Validität und Reliabilität erfolgte zum ersten Mal im Jahr 2000 in zwölf verschiedenen Ländern. Dabei wurde die Validität mittels Schrittzähler überprüft. Das Ergebnis mit einem mittleren $r = .30$ entspricht anderen Studienergebnissen, deren Daten einer Selbsteinschätzung zugrunde liegen. Die Reliabilität kann mit Werten von 0,81 für die lange Version und 0,76 für die kurze Version als gut bezeichnet werden (Craig 2003).

In den folgenden Jahren überprüften mehrere Forschungsgruppen die Gütekriterien des Fragebogens. Zur Verwendung kamen vor allem Schrittzähler, cardiorespiratorische Tests (Laufband bzw. Fahrradergometrie), anthropometrische Daten wie BMI und Körperfett, Muskeltests bzw. Vergleiche mit Aktivitätstagebüchern. Eine Studie vergleicht die erhobenen METs mit der "doubly labeled water" Methode.

Tabelle 4 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse. Es werden jeweils die angewendeten Methoden angeführt und zur Wahrung der Übersichtlichkeit nur die Ergebnisse für die Erfassung der körperlichen Gesamtaktivität beschrieben.

¹¹ World Health Organisation

¹² Centers for Disease Control and Prevention

Tabelle 4: Übersicht Validitäts- und Reliabilitätsstudien IPAQ

	N	Güte- kriterium	Mess-instrument	Methode	Ergebnis
Arvidson (2004)	33	Validität	IPAQ für Jugendliche	„Doubly labelled Water“ Methode	0,62
Craig (2003)	1880 1974	Reliabilität	IPAQ lang kurz	Wiederholung der Befragung	0,81 0,76
Craig (2003)	781	Validität	IPAQ kurz	Schrittzähler	0,30
Ekelund (2006)	185	Validität	IPAQ kurz	Schrittzähler	0,34
Hagströmer (2006)	46	Validität	IPAQ lang	Cardioresp.Fitness Körperfett BMI Logbuch Schrittzähler	0,21 keine sig. 0,25 0,67 0,55
Rütten (2003)	951	Reliabilität	IPAQ kurz Telefoninterview	Wiederholung der Befragung	0,45
Mäder (2006)	178	Reliabilität	IPAQ kurz Telefoninterview	Wiederholung der Befragung	0,54
Mäder (2006)	35	Validität	IPAQ kurz Telefoninterview	Cardioresp.Fitness Körperfett Schrittzähler	0,24 -0,11 0,39

2.3.2 BQHPA (Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity)

In der Originalfassung beinhaltet der Fragebogen 16 verschiedene Items, die das Ausmaß der körperlichen Aktivität in den drei Teilbereichen Arbeit, Sport und Freizeit (unter Ausschluss sportlicher Aktivität) erfassen sollen. Zu diesen Subkategorien werden Fragen gestellt, die mit einer Skala von eins bis fünf (nie, selten, manchmal, häufig, immer) zu beantworten sind. Das Ziel des Fragebogens ist, die Aktivitätsgewohnheiten eines Jahr zu erfassen (Baecke, Burema, Frijters 1982). In der deutschen Version besteht der Fragebogen aus 14 Items, die die körperliche Aktivität in den drei Teilbereichen erheben sollen (Wagner, Singer 2003).

Die Reliabilität wurde durch Wiederholung der Befragung in einem Zeitrahmen von einem bis elf Monaten überprüft. Der Pearson Korrelationskoeffizient für die unterschiedlichen Beobachtungszeiträume liegt zwischen 0,83 und 0,93. Die Validität wurde durch andere Fragebögen (z.B: Paffenbarger physical Activity Questionnaire, Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire) Aktivitätstagebüchern oder mit anthropometrischen Daten bzw. der maximalen Sauerstoffaufnahme überprüft.

Eine Studie von Jacobs et al. (1993) verglich die VO_2 -max., ein vierwöchiges Aktivitätstagebuch und dem Körperfettanteil mit den erhobenen BQHPA Werten von 28 Männer und 50 Frauen. Die höchste Korrelation zeigten die VO_2 -max Werte mit 0,54 und der Körperfettanteil mit -0,49 (Spearman Korrelation).

In den vergangenen Jahren wurden weitere Studien zur Überprüfung der Validität durchgeführt. Florindo (2003) verglich die Ergebnisse des BQHPA mit den Resultaten eines Coopertests (siehe Kapitel 2.1.2), der somit berechneten maximalen Sauerstoffaufnahmefähigkeit bzw. der Erholungsherzfrequenz und anderen erhobenen Aktivitätsindices. Insgesamt nahmen 21 brasilianische männliche Erwachsene an der Untersuchung teil. Die Autoren der Studie bezeichnen den BQHPA mit Korrelationswerten von $r=.48$ für die Erholungsherzfrequenz bzw. von $r=.51$ für einen anderen Aktivitätsindex als valide. Es konnte kein Zusammenhang zwischen den berechneten VO_2 -max Werten und dem Gesamtscore des BQHPA gezeigt werden.

Eine weitere Validitätsstudie wurde für den modifizierten BQHPA im Vergleich zu der „doubly labeled Water“ Methode durchgeführt. Dieser Fragebogen ist vor allem für ältere Personen konzipiert. An der Studie von Hertogh (2008) nahmen 21 Personen teil. Mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=.54$ zeigte der adaptierte Fragebogen einen moderaten Zusammenhang zu der „doubly labeled Water“ Methode. Zu einer Klassifizierung in eine niedrige (71% richtig) bzw. sehr hohe Aktivitätsstufe (43% richtig)

scheint der Fragebogen geeignet, während die Einteilung in der mittleren Gruppe (14%) fehlerbehaftet war.

2.4 Testverfahren

Nach der Sichtung der Literatur und der Abwägung der Vor- und Nachteile der Testverfahren wurden folgende Komponenten (siehe Tabelle) für die Untersuchung in Erwägung gezogen.

- ein Fragebogen zur Ermittlung von Ein- und Ausschlusskriterien (PARQ¹³, Dwyer et al. 2008)
- zwei Fragebögen zur Erhebung des Aktivitätsniveaus (IPAQ 2000 und BQHPA 1982)
- anthropometrische Messverfahren (BMI, Waist-to-Hip-Ratio)
- Bestimmung der cardiorespiratorischen Fitness durch den Chester Step Test
- Kraftausdauer tests (Partial-Curl-Up, Push-Up, Mod. Biering Sorensen)

<i>Prüfverfahren</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Items / Einheit</i>
Ein- und Ausschlusskriterien	Par-Q	Ja/Nein
Aktivitätsfragebogen	IPAQ	MET*min/Woche
	BQHPA	Index von 3-15
Anthropometrische Daten	BMI	kg/m ²
	Waist-to-Hip-Ratio	Verhältnis
Cardiorespiratorische Fitness	Chester Step Test	ml/kg/min
Kraftausdauer test	Partial-curl-up	max. Wiederholungsanzahl
	Push-up	max. Wiederholungsanzahl
	Mod. Biering Sorensen	Sekunden (max.240)

In den folgenden Abschnitten werden die Begriffe BMI, Waist-to-Hip-Ratio, PARQ erläutert. Danach wird die Auswertung der Fragebögen und des Chester Step Tests theoretisch erklärt.

¹³ Physical Activity Readiness Questionnaire

2.4.1 PARQ

Der sogenannte Physical Activity Readiness Questionnaire besteht aus sieben Fragen, die mit „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten sind (siehe Anhang). Er wurde entwickelt, um Personen zu erkennen, die eine ärztliche Abklärung vor regelmäßiger körperlicher Betätigung bzw. einem Fitnesstest benötigen. Wird eine Frage mit „Ja“ beantwortet, ist eine ärztliche Abklärung notwendig (ACSM 2008).

In diesem Fall war eine Beantwortung mit „Ja“ ein Ausschlusskriterium für die Teilnahme an der Studie.

Somit wurden folgende Ausschlusskriterien berücksichtigt:

- Herzmedikamente (z.B.: Betablocker, etc.)
- Herzerkrankungen
- Orthopädische Verletzungen, die ein Problem bei der Durchführung der Bewegungsaufgaben darstellen könnten

2.4.2 BMI

Der Body Mass Index ergibt sich aus dem Gewicht in Kilogramm, dividiert durch die Körpergröße in Quadratmeter. Das geringste Gesundheitsrisiko besteht in einem Bereich von 20-25 (kg/m^2). Je höher der BMI desto mehr Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes bzw. Nierenerkrankungen. Für Frauen sollte ein Wert von 21,3 bis 22,1 (kg/m^2) für Männer 21,9 bis 22,4 (kg/m^2) angestrebt werden. Sobald der BMI bei einem Wert von 25 bis 29,9 (kg/m^2) liegt wird von Übergewicht, bei über 30 von Adipositas gesprochen (McArdle, Katch, Katch 2001).

2.4.3 Waist-to-Hip-Ratio

Das Verhältnis ergibt sich aus dem Bauch- und Hüftumfang. Die Messung erfolgt am schmalsten Anteil des Bauches (Taille) und am breitesten Umfang der Hüften bzw. Gesäß. Das so errechnete Verhältnis zeigt die relative Fettverteilung von Erwachsenen. Je höher dieser Wert desto größer der Bauchfettanteil. Es besteht somit ein erhöhtes Risiko für zum Beispiel Typ II Diabetes, Hypercholesterinämie und Arteriosklerose (McArdle et al. 2001).

2.4.4 Chester Step Test

Die folgenden Ausführungen stammen aus dem Manual „The Chester Step Test“ von Kevin Sykes (2005)

Der Chester Steptest ist ein mehrstufiger, submaximaler Ausdauerstest für gesunde Personen, zur Ermittlung des Fitnesszustandes. Die zu testende Person muss in einem vorgegebenen Rhythmus eine Stufe von bestimmter Höhe (15-30 cm) auf- und absteigen. Die Höhe der Stufe wird nach dem Aktivitätsniveau und dem Alter ermittelt. Der Test endet sobald der Proband 80 Prozent der maximalen Herzfrequenz (Berechnung $220 - \text{Lebensalter}$) oder den Wert 14 auf der Borg Skala erreicht hat. Sobald zwei Minuten bei einer Steprate von 15 bpm¹⁴ absolviert wurden, kommt es zu einer Geschwindigkeitssteigerung bis maximal zur fünften Stufe bei 33 bpm. Am Ende jeder Stufe wird die Herzfrequenz des Probanden, gemessen durch eine Pulsuhr, bzw. die Ermüdungsrate nach der Borg Skala erfragt, und notiert. Diese Werte werden in einem Protokoll (siehe Abbildung IX) eingetragen, um durch die sogenannte „line of best fit“ indirekt auf die maximale Sauerstoffaufnahme schließen zu können. In diesem Fall wurden die Pulswerte in ein einfaches Programm (Chester Steptest Kalkulator siehe Abbildung VIII) eingegeben und die relativen VO₂-max Werte ermittelt.

Level	Heart rate bpm	Use data point
Level I	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Level II	0	<input type="checkbox"/>
Level III	0	<input type="checkbox"/>
Level IV	0	<input type="checkbox"/>
Level V	0	<input type="checkbox"/>

Abbildung VIII: Chester-Step-Test-Kalkulator

¹⁴ beats per minute

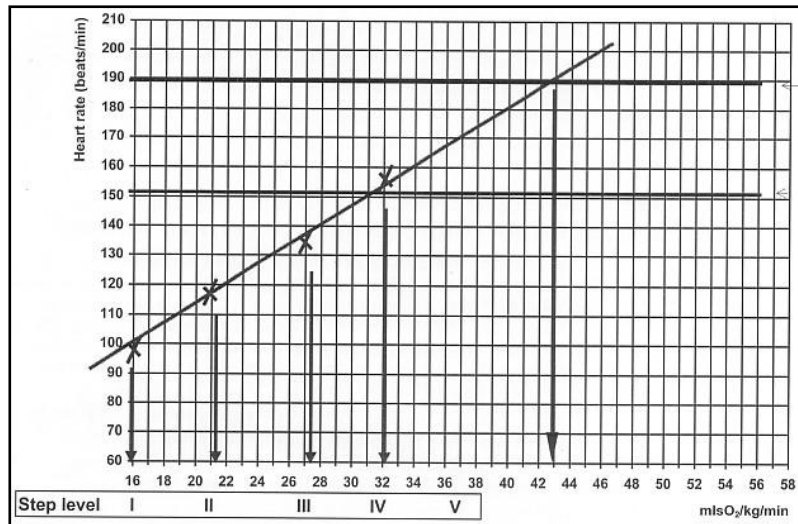


Abbildung IX: Zeichnerische Darstellung der VO₂Max-Berechnung

Kritisch zu bemerken bleibt, dass dieser in Abbildung IX dargestellte lineare Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und VO₂-max vor allem bei höheren Belastungen nicht mehr gegeben ist (vgl. Seite 24)

Nach Berechnung der Werte wurden die Probanden/innen je nach Ergebnis in unterschiedliche Kategorien eingeteilt

Tabelle 5: Fitnessrating Männer (Chester Step Test)

Fitness Rating	20-29	30-39	40-49	50-59	60-65
Exzellent	55+	50+	46+	44+	40+
Gut	44-54	40-49	37-45	35-43	33-39
Durchschnittlich	35-43	34-39	32-36	29-34	25-32/
Unterdurchschnittlich	28-34	26-33	25-31	23-28	20-24
Mangelhaft	28	26	25	23	20/

Quelle: Sykes (2003, Seite 31)

Tabelle 6: Fitnessrating Frauen (Chester Step Test)

Fitness Rating	20-29	30-39	40-49	50-59	60-65
Exzellent	50+	46+	43+	41+	39+
Gut	40-49	36-45	34-42	33-40	31-38
Durchschnittlich	32-39	30-35	28-33	26-32	24-30
Unterdurchschnittlich	27-31	25-29	22-27	21-25	19-23
Mangelhaft	27	25	22	21	19

Quelle: Sykes (2003, Seite 31)

2.4.5 Borg Skala (Rate of perceived exertion)

Das Ziel dieser Skala ist, die subjektive Einschätzung der Anstrengung möglichst schnell quantifizieren zu können. Ursprünglich mit Stufe 1 bis 20 eingeführt, wird in der Praxis die Einteilung von 6 bis 20 verwendet (siehe Tabelle 7). Die Zuverlässigkeit ist mit einem p Wert von .91 sehr hoch. (Löllgen 2004)

Tabelle 7: Borg-Skala

6	
7	Sehr, sehr leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Recht leicht
12	
13	Etwas anstrengender
14	
15	Anstrengend
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Sehr, sehr anstrengend
20	

Quelle: Löllgen (2004, Seite 299)

2.4.6 Kraftausdauer tests

Hier verweist die Autorin auf die gleichzeitig entstandene Diplomarbeit von Grubhofer Michael. Dabei wurden folgende Tests zur Erhebung der muskuloskelettalen Fitness der Rumpfmuskulatur verwendet:

1. Partial-Curl-up
2. Push-up
3. Mod. Biering Sorensen Test

Das detaillierte Testprotokoll ist im Anhang ersichtlich.

2.4.7 Auswertung der Aktivitätsfragebögen

Die Auswertung des IPAQ erfolgte nach den "Guidelines for Data Processing and Analysis of the IPAQ" (2005). Es wird empfohlen alle Zeitangaben in Minuten umzurechnen. Das Ziel des Fragebogens ist, alle angegebenen Aktivitäten der letzten sieben Tage in METS anzugeben. Die angegebenen Zeiten bzw. Anzahl der Tage pro Woche mit den jeweiligen METS für die unterschiedlichen Aktivitäten werden multipliziert. Für die körperliche Aktivität "Gehen" werden 3,3 METS, "moderate Aktivität" 4,0 METS und "anstrengende Tätigkeit" 8,0 METS berechnet. Somit wird die Gesamtaktivität in MET-min/Woche angegeben. Um die Personen in Aktivitätslevel einstufen zu können, wird folgende Einteilung empfohlen:

- **Kategorie 1: wenig Aktivität**

- Keine Aktivität oder zu wenig, um Kategorie 2 oder 3 zu erreichen

- **Kategorie 2: moderate Aktivität**

Drei Varianten

- Drei oder mehr Tage anstrengende Tätigkeit für mindestens 20 Minuten pro Tag
- Fünf oder mehr Tage moderate Tätigkeit und/ oder Gehen für 30 Minuten pro Tag
- Fünf oder mehr Tage in einer Kombination aus Gehen, moderate oder anstrengende Aktivität mit mindestens 600 METS Minuten / Woche

- **Kategorie 3: hohe Aktivität**

Zwei Varianten

- Anstrengende Tätigkeit an mindestens drei Tagen und eine Gesamtaktivität von mindestens 1500 METS
- Sieben Tage jegliche Kombination aus Gehen, moderater bzw. anstrengender Aktivität mit mindestens 3000 METS Gesamtaktivität

METS Angaben, die über das dreifache Ausmaß der Standardabweichung hinaus gehen sollen als Ausreißer entfernt werden (Ekelund, Sepp, H. Brage, S. Becker, W. Jakes, R. Hennings, M. Wareham 2005). Dies war bei 14.000 METS min/Woche der Fall, wodurch elf Probanden/innen bei den Analysen mittel IPAQ ausgeschlossen wurden. Die deutschsprachige Version des Erhebungsverfahrens von Backe wurde mit Hilfe der drei

Indices Arbeit, Sport und Freizeit nach den Richtlinien von Wagner et al. (2003) ausgewertet.

Arbeitsindex

Der beruflichen Tätigkeit wird je nach körperlicher Beanspruchung der Wert 1 (sitzende Berufe), 2 bzw. 5 (Bauarbeiter/in) zugeordnet. Sechs weiteren Fragen werden von 1 bis 5 codiert. Der Wert 1 entspricht einer geringen, der Wert 5 einer hohen körperlichen Aktivität. Die Punkte dieser sieben Fragen werden addiert. Die so erhaltene Punktezahl ergibt durch sieben dividiert den Arbeitsindex.

Sportindex

Die Art der sportlichen Tätigkeit (=Intensität) wird in Anlehnung an Ainsworth et al. (2000) nach dem durchschnittlichen Energieverbrauch in eine von drei Gruppen eingeteilt (0,76; 1,26; 1,76). Es können zwei Sportarten angegeben werden. Die mit dieser Sportart verbrachten Stunden (=Zeit) bzw. Monate im Jahr (=Anteil) werden einem bestimmten Faktor zugeordnet (z.B. 1 Monat im Jahr entspricht einem Faktor von 0,04; 2 Monate 0,17 usw., eine Stunde/pro Woche ergibt den Faktor 0,5; zwei Stunden 1,5 usw.) Die sogenannte Sportpunktezahl wird somit durch Multiplikation der Intensität, Anteil und Zeit berechnet und je nach Höhe in Werte von 1 bis 5 eingeteilt. Eine Person, die keinen Sport betreibt, erhält die Sportpunktezahl 0. Diesem Wert wird eine 1 zugeordnet (0,01-4: 2, 4-8: 3 usw.)

Freizeitaktivitätsindex

Die sechs letzten Fragen zur Freizeit werden von eins bis fünf codiert. Eine niedrige Zahl entspricht einer geringen körperlichen Aktivität. Die so erhaltene Punkteanzahl ergibt durch sechs dividiert den Freizeitaktivitätsindex.

Diese drei Indices ergeben zusammen einen Wert von mindestens drei bis maximal 15 Punkten. Eine Einteilung in ein niedrigeres bzw. höheres Aktivitätsniveau ab einem bestimmten Punktwert ist in der Literatur nicht vorgeschlagen. Um dennoch eine Zuordnung zu ermöglichen, wurde die Unterteilung in drei Klassen vorgenommen.

Ein-Item Frage

Zusätzlich zu den Aktivitätsfragebögen wurde eine einzelne Frage zu der Selbsteinschätzung der Aktivität gestellt. Diese wurden auch für die österreichische Gesundheitsbefragung des Gesundheitsministeriums 2006/2007 verwendet. Der Proband soll aus sechs verschiedenen Aktivitätsniveaus das Zutreffendste auswählen (siehe Anhang). Um diese Frage mit den anderen Messmethoden vergleichen zu können, wurden jeweils zwei Kategorien zusammengefasst. Diese ergaben insgesamt ebenfalls drei verschiedene Aktivitätsniveaus

3 Empirischer Teil

3.1 Arbeitshypothesen

Die Bedeutung von körperlicher Inaktivität und die daraus resultierenden Gesundheitsprobleme wurden in der Einleitung und der Problemstellung erläutert. Einfache Testsysteme, die für eine breite Masse zugänglich sind, könnten auf körperliche Defizite hinweisen und die Lebensstilgestaltung nachhaltig beeinflussen. Im Rahmen einer Untersuchung an 170 Personen unterschiedlichen Alters bzw. Aktivitätsniveaus werden folgende Arbeitshypothesen überprüft.

- 1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den zwei erhobenen Aktivitätsfragebögen und der Einzelfrage zur Selbsteinschätzung der Aktivität*
- 2. Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsniveau, Alter, Geschlecht und den durch einen submaximalen Ausdauerstest berechneten maximalen Sauerstoffaufnahmewerten.*
- 3. Es gibt einen Zusammenhang zwischen BMI und Waist-to-hip Ratio und den berechneten Sauerstoffaufnahmewerten.*

3.2 Methodik

Die Untersuchung fand von Juli bis August 2008 in Zusammenarbeit mit dem Kollegen Grubhofer Michael im orthopädischen Spital Speising statt. Das Testverfahren wurde wie in Kapitel 2.4 beschrieben durchgeführt.

Das Ziel der Untersuchung war, Probanden/innen mit möglichst unterschiedlichen Aktivitätsniveaus zu testen. Das Altersspektrum sollte von 20 bis 60 Jahre reichen.

Um die Praktikabilität des Testverfahrens zu überprüfen, fand am 6. Juni ein Pretest an 15 Proband/Innen (10 männlich, 5 weiblich) mit einem Durchschnittsalter von $27,5 \pm 3,5$ Jahren statt. Der Test beinhaltete den PARQ, lange und kurze Version des IPAQ, den Chester Step Test, zwei verschiedene Koordinationstests (one-leg-standing-balance und Tandem-Walk-Test) und die oben genannten Rumpfkraftausdauer tests.

Die lange Version des IPAQ zeigte sich als sehr unpraktikabel, da die zum Ausfüllen durchschnittlich benötigte Zeit bei 40 Minuten lag, und die Fragestellungen häufig als unverständlich bezeichnet wurden. Die Koordinationstests waren trotz des durchwegs sportlichen Probandenpools entweder zu schwer, oder dauerten zu lange. Aus diesem Grunde kam für das Haupttestverfahren die kurze Version des IPAQ bzw. als Ergänzung zur Erhebung der körperlichen Aktivität die deutsche Version des BQHPA Fragebogens zum Einsatz. Die Koordinationstests wurden gestrichen, da sehr wenig wissenschaftliche Literatur zu einfachen Test abseits von Posturographie und dergleichen zu finden war.

Die Rekrutierung der Probanden für veränderten Fitnessstest erfolgte hauptsächlich im Orthopädischen Spital Speising entweder mündlich oder über das Internet. Weiters wurden Probanden/Innen über die Sportunion bzw. die Firma VAMED gefunden. Der Untersuchungszeitraum war auf Juli und August 2008 beschränkt. Die Untersuchung wurde immer von den gleichen zwei Personen durchgeführt.

Alle Personen bekamen vor der Teilnahme eine detaillierte Beschreibung des Testverfahrens. Alle wurden ersucht, 24 Stunden vor der Untersuchung keine anstrengenden Sportarten auszuüben, und zwei Stunden davor nichts Schweres zu essen bzw. zu rauchen oder einen Kaffee zu trinken.

Die Testreihenfolge wurde wie in Kapitel 2.4 und im Testprotokoll (siehe Anhang) beschrieben eingehalten. Nach der Beantwortung des PARQ, IPAQ bzw. BQHPA bestimmten die zwei Untersucher BMI und Waist-to-Hip Ratio. Danach wurde der Chester Step Test und die drei Kraftausdauer tests durchgeführt.

3.3 Ergebnisse

31 Probanden/innen mussten aufgrund des PARQ ausgeschlossen werden. Somit konnten die Daten von insgesamt 169 Probanden/innen mittels SPSS 15.0 für Windows ausgewertet werden.

3.3.1 Darstellung der Probandendaten

Insgesamt nahmen 43% Männer und 56% Frauen an der Untersuchung teil. Die Daten werden, falls nicht anders beschrieben, durch den Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Das durchschnittliche Alter der männlichen Teilnehmer betrug $36,6 \pm 11,7$ Jahre, das der Frauen $35,8 \pm 11,4$ Jahre.

Der Mittelwert des BMI der Frauen lag bei $22,9 \pm 2,9$ (kg/m^2) im Vergleich zu den Männern bei $25,2 \pm 3,6$ (kg/m^2). Der durchschnittliche Wert der Waist-Hip-Ratio betrug bei den Frauen $0,76 \pm 0,06$ und bei den Männern $0,87 \pm 0,01$ cm (siehe Tabellen 8 und 9).

Tabelle 8: Deskriptive Statistik Frauen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter (Jahre)	96	20	65	35,8	11,36
Größe (m)	96	1,52	1,82	1,66	0,06
Gewicht (kg)	96	41	95	63,5	10,19
Body-Mass-Index (kg/m^2)	96	16,6	30,1	22,9	2,92
Waist-to-Hip-Ratio	96	0,66	0,91	0,76	0,06

Tabelle 9: Deskriptive Statistik Männer

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter (Jahre)	73	20	69	37,8	12,2
Größe (m)	73	1,62	1,95	1,78	0,07
Gewicht (kg)	73	64	125	80,3	12,55
Body-Mass-Index (kg/m^2)	73	19,7	42,6	25,2	3,62
Waist-to-Hip-Ratio	73	0,75	1,48	0,86	0,09

3.3.2 Altersverteilung der Probanden/innen

Folgende Abbildung zeigt die Anzahl der männlichen bzw. weiblichen Teilnehmer/Innen der Untersuchung gruppiert in vier Altersklassen. Die Aufteilung der Klassen erfolgte nach Dekaden, da diese für die Darstellung der relativen Sauerstoffaufnahme im Altersgang wichtig ist (siehe Kapitel 2.2.4). Die erste Altersklasse ist mit 54 Proband/Innen am größten und weist den höchsten Frauenanteil (n=34) auf. Die zweite Gruppe zählt 41, die dritte 37 und die vierte 24 Personen. Der Frauen- bzw. Männeranteil ist annähernd ausgeglichen.

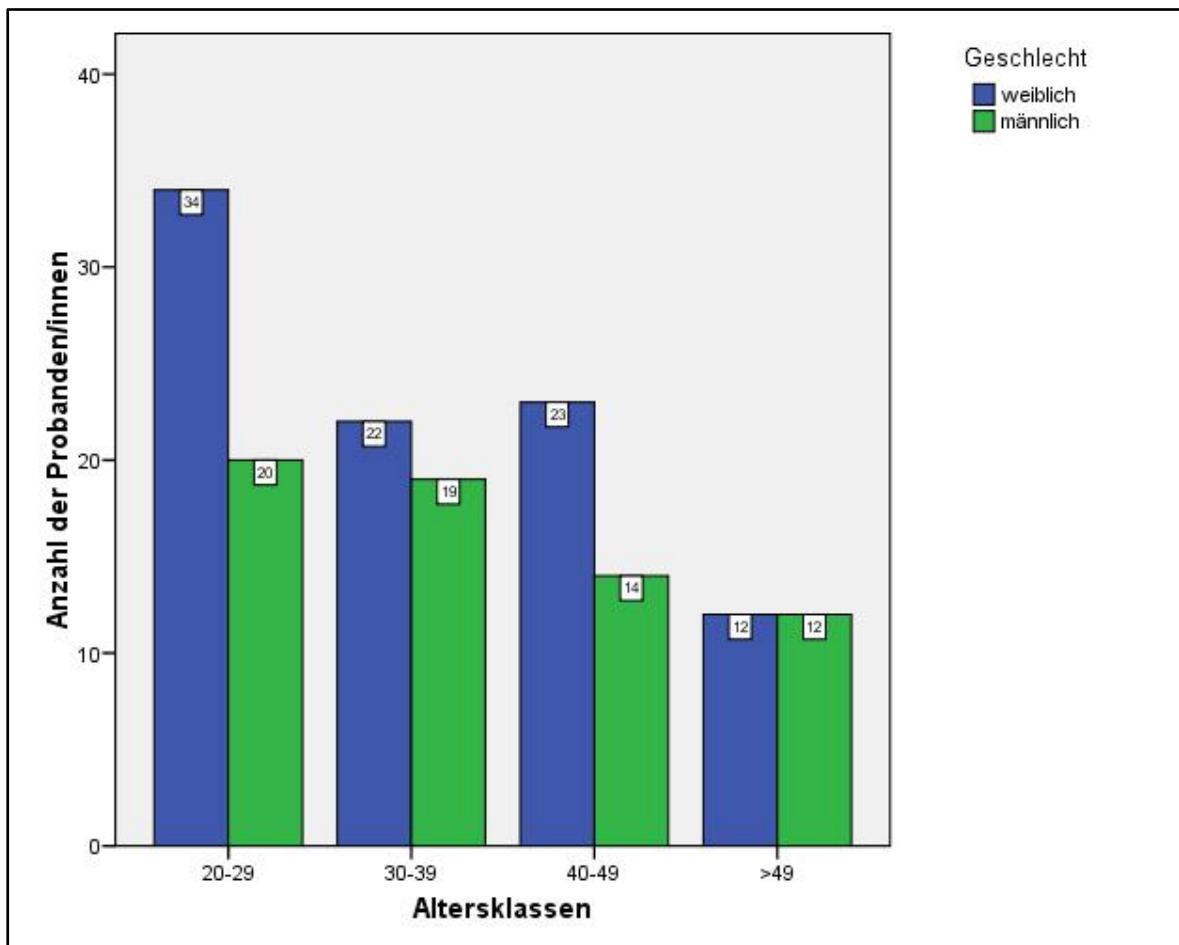


Abbildung X: Altersverteilung der Probanden/Innen

3.3.3 Anthropometrische Daten

Der Mittelwert des BMI der Frauen lag bei $22,9 \pm 2,9$ (kg/m^2) im Vergleich zu den Männern bei $25,2 \pm 3,6$ (kg/m^2). Der BMI nimmt ab der dritten Altersklasse, vor allem bei den Männern zu. Bei den Frauen ist dieser altersspezifische Unterschied nicht eindeutig erkennbar.

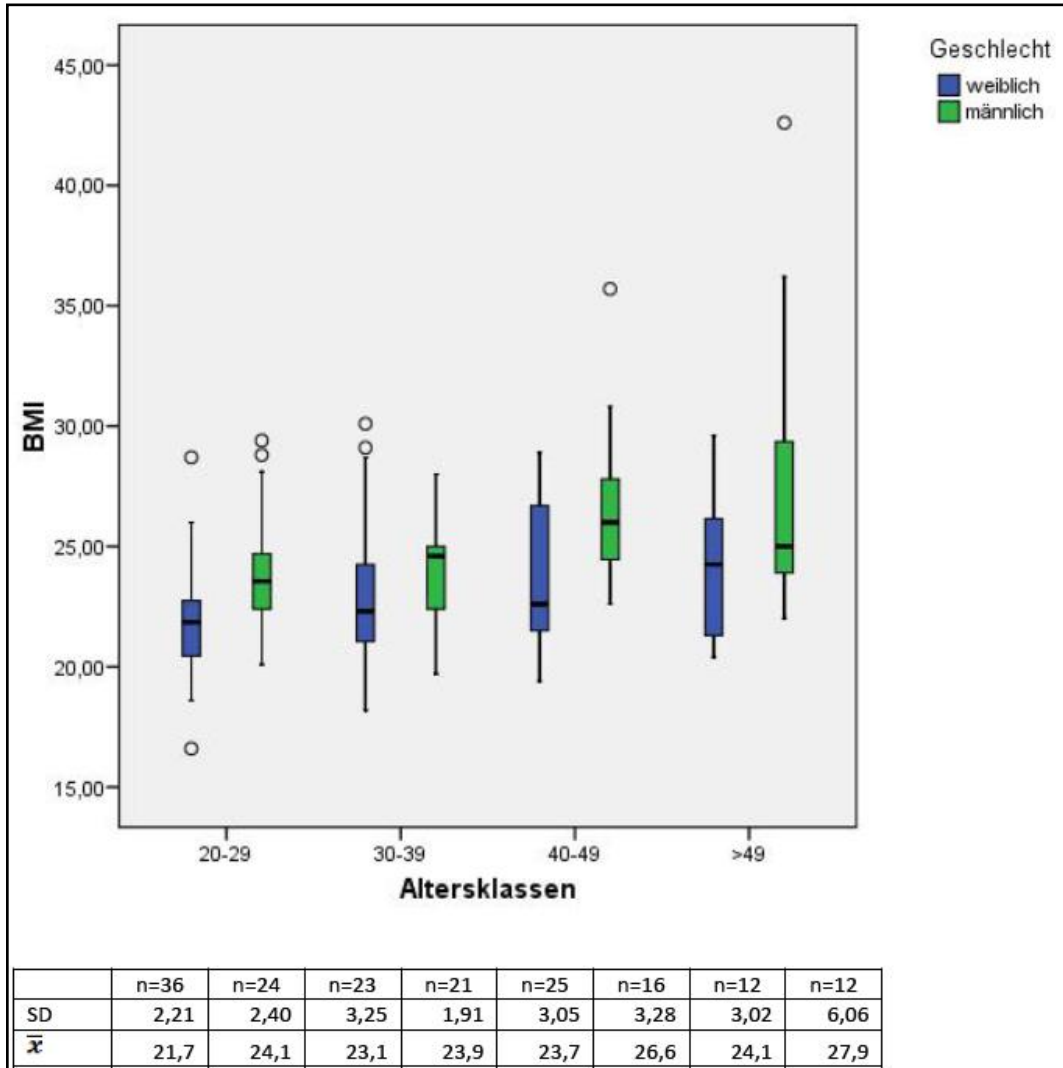


Abbildung XI: Verteilung des BMI im Altersverlauf

Der durchschnittliche Wert der Waist-to-Hip-Ratio betrug bei den Frauen $0,76 \pm 0,06$ cm und bei den Männern $0,87 \pm 0,01$ cm. Ab der dritten Altersklasse ist vor allem bei den Männern ein Anstieg der Werte von 0,83 auf 0,89 und 0,97 cm erkennbar. (siehe auch Tabelle 10)

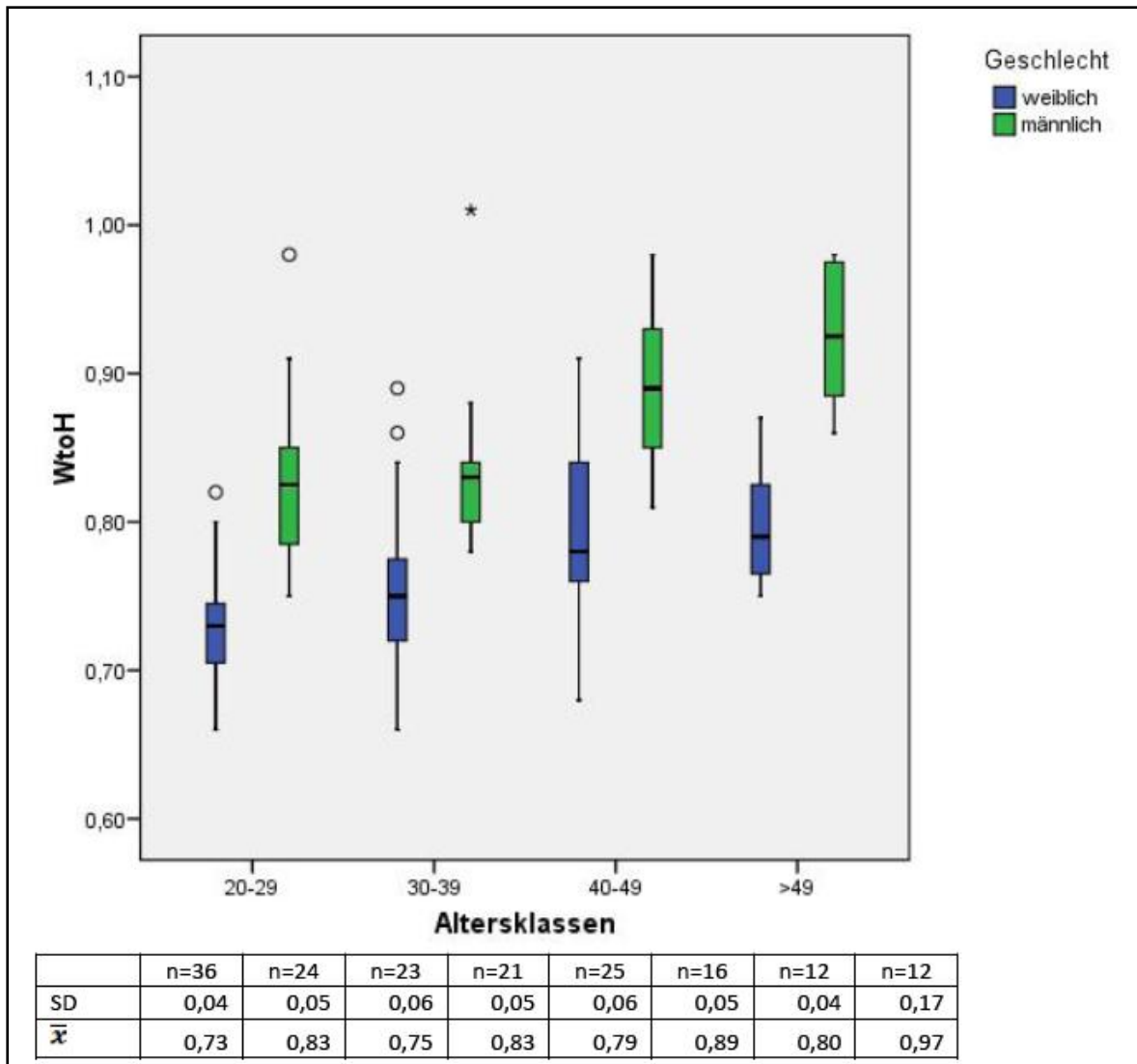


Abbildung XII: Waist-to-Hip Ratio im Altersverlauf

Tabelle 10: Überblick anthropometrische Daten

	20-29	30-39	40-49	über 50
Weiblich (N)	36	23	25	12
Waist-to-hip ratio	0,73	0,75	0,79	0,79
BMI	21,7	23,1	23,7	24,1
Männlich (N)	24	21	16	12
Waist-to-hip ratio	0,83	0,83	0,89	0,97
BMI	24,1	23,9	26,6	27,8

3.3.4 Körperliche Aktivität

Die Erhebung der körperlichen Aktivität erfolgte durch den IPAQ, die deutsche Version des BQHPA und eine einzelne Frage zur Selbsteinschätzung der Aktivität. Die Männer gaben im Durchschnitt 3.429 METS min/Woche und Frauen 2.783 METS min/Woche an. Vor allem die dritte männliche Altersgruppe von 40-49 Jahren liegt mit einem Wert von 4.611 METS weit über dem Durchschnitt (siehe Tabelle 11). Zwischen den anderen Altersgruppen sind keine nennenswerten Unterschiede erkennbar. Bei den Frauen sinkt das Aktivitätsniveau vor allem im Alter von 40-49 ab.

Die Werte des zweiten Aktivitätsfragebogens zeigen mit Werten von 8,7 für männliche bzw. 8,9 für weibliche Studienteilnehmer keine geschlechtsspezifischen Unterschiede und bleiben auch zwischen den Altersgruppen relativ konstant.

Tabelle 11: Aktivitätslevel Männer bzw. Frauen

	20-29	30-39	40-49	über 50
Weiblich (N)	34	22	23	12
IPAQ (METS min/Woche)	3.161,6	2.931,8	2.144,9	2.660,6
BHBPQ	9,1	8,8	8,1	8,3
Männlich (N)	20	19	14	12
IPAQ (METS min/Woche)	3.179,8	3.075,9	4.610,9	3.022,9
BHBPQ	9,3	8,4	8,3	8,8

Alle Messverfahren teilten die Befragten in drei unterschiedliche Kategorien: „wenig aktiv“, „mittel aktiv“ und „hoch aktiv“. Der IPAQ zeigt mit einer Häufigkeit von 9,3 Prozent den kleinsten Wert bei der niedrigsten Aktivitätsstufe, während die Selbsteinschätzung und der BQHPA Werte von 26 bzw. 29 Prozent aufweisen (siehe Tabelle 12)

Tabelle 12: Prozentanteile der unterschiedlichen Aktivitätsniveaus

	Wenig aktiv	mittel aktiv	hoch aktiv
IPAQ	9,3 %	52,8 %	37,9 %
BQHPA	29,0 %	37,3 %	33,7 %
Selbsteinschätzung	26,0 %	34,9 %	39,1 %

Vergleicht man die Einstufungen der unterschiedlichen Aktivitätsfragebögen zeigt dies folgende Ergebnisse: So werden zum Beispiel sechs Personen mit Hilfe des BQHPA als wenig aktiv eingestuft, durch den IPAQ der höchsten Kategorie zugeordnet. Umgekehrt klassifiziert der Fragebogen zwei Probanden in die niedrigste Aktivitätsgruppe und der BQHPA in die höchste (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Vergleich der Zuordnung des Aktivitätsniveaus durch BQHPA und IPAQ

BQHPA/IPAQ	Wenig aktiv	moderat aktiv	hoch aktiv	Gesamt
wenig aktiv	8	33	5	46
mittel aktiv	5	38	19	62
hoch aktiv	2	14	30	46
Gesamt	15	85	54	154

In den nächsten Abschnitten werden die Ergebnisse abhängig von den drei Aktivitätsniveaus, eingeteilt durch BQHPA bzw. IPAQ, graphisch dargestellt und erläutert.

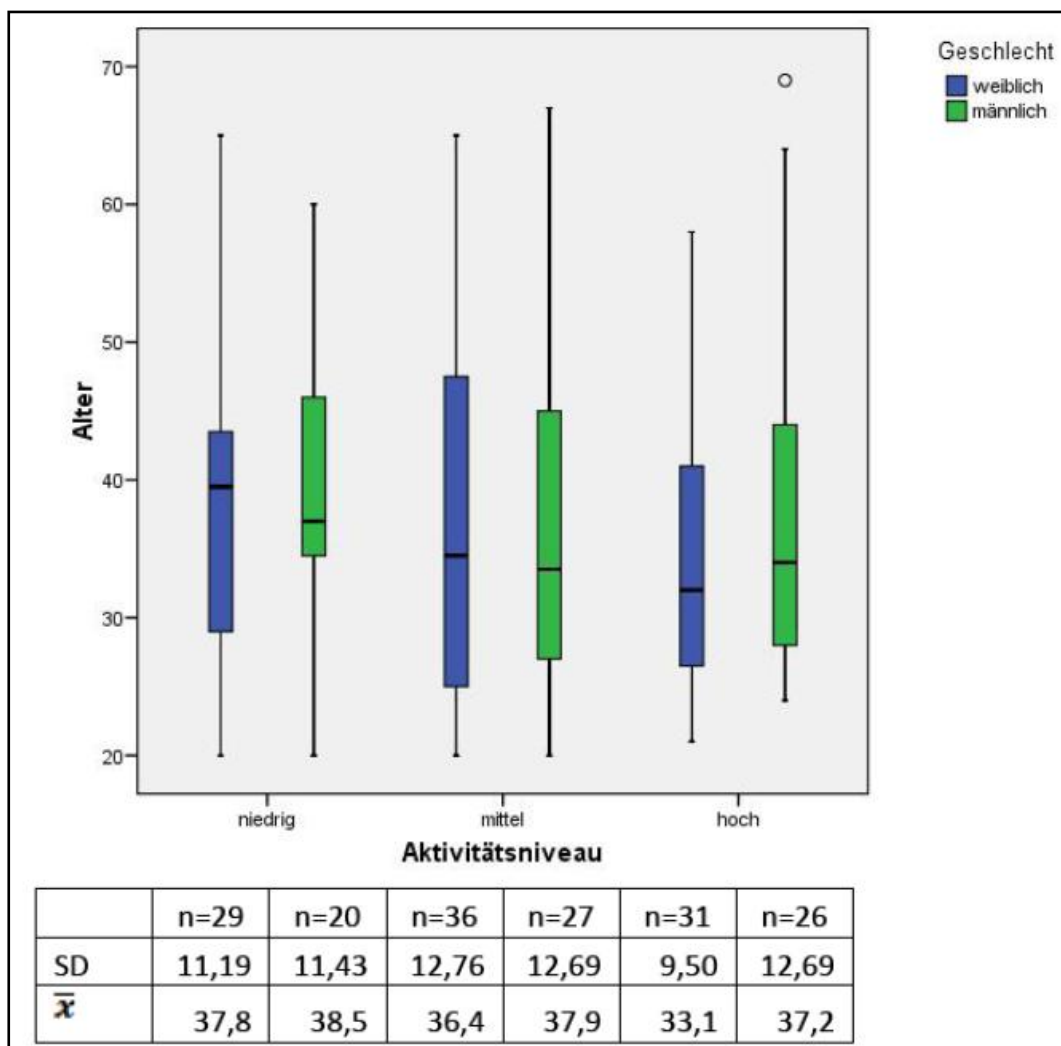


Abbildung XIII: Altersverteilung der drei Aktivitätsniveaus (BQHPA)

Während bei den Frauen das durchschnittliche Alter von 37,8 auf 36,4 und 33,1 abhängig von dem Aktivitätsniveau sinkt, bleibt das Alter bei den männlichen Probanden bezüglich der körperlichen Aktivität relativ gleich.

Wird das Aktivitätsniveau durch den IPAQ eingeteilt, sind die Frauen in der mittleren Gruppe am ältesten mit durchschnittlich 37 Jahren, während bei den Männern die jüngsten (im Mittel 31,6 Jahre) am inaktivsten eingestuft werden.

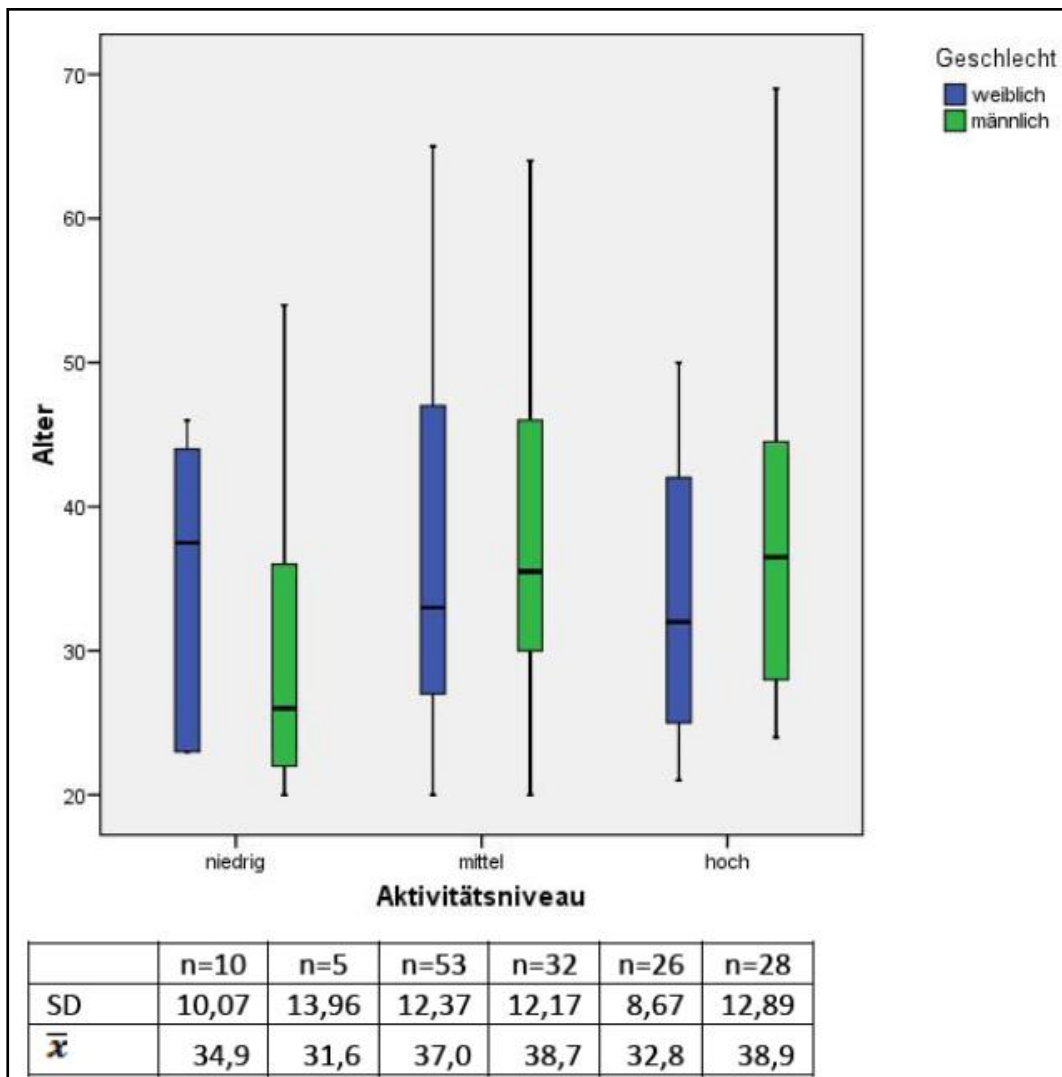


Abbildung XIV: Altersverteilung der drei Aktivitätsniveaus (IPAQ)

BMI und Waist-to-Hip-Ratio zeigen abhängig von den Aktivitätsniveaus eingeteilt nach dem BQHPA folgende Ergebnisse. Die Frauen bleiben in den drei verschiedenen Niveaus mit Werten von jeweils 23,5; 22,7 und 22,5 (kg/m²) relativ konstant. Bei den Männern liegt der BMI bei der inaktivsten Gruppe bei 26,8 (kg/m²) und sinkt in den zwei anderen Kategorien auf 24,6 (kg/m²) ab. Dies zeigt sich auch bei der Einteilung durch den IPAQ.

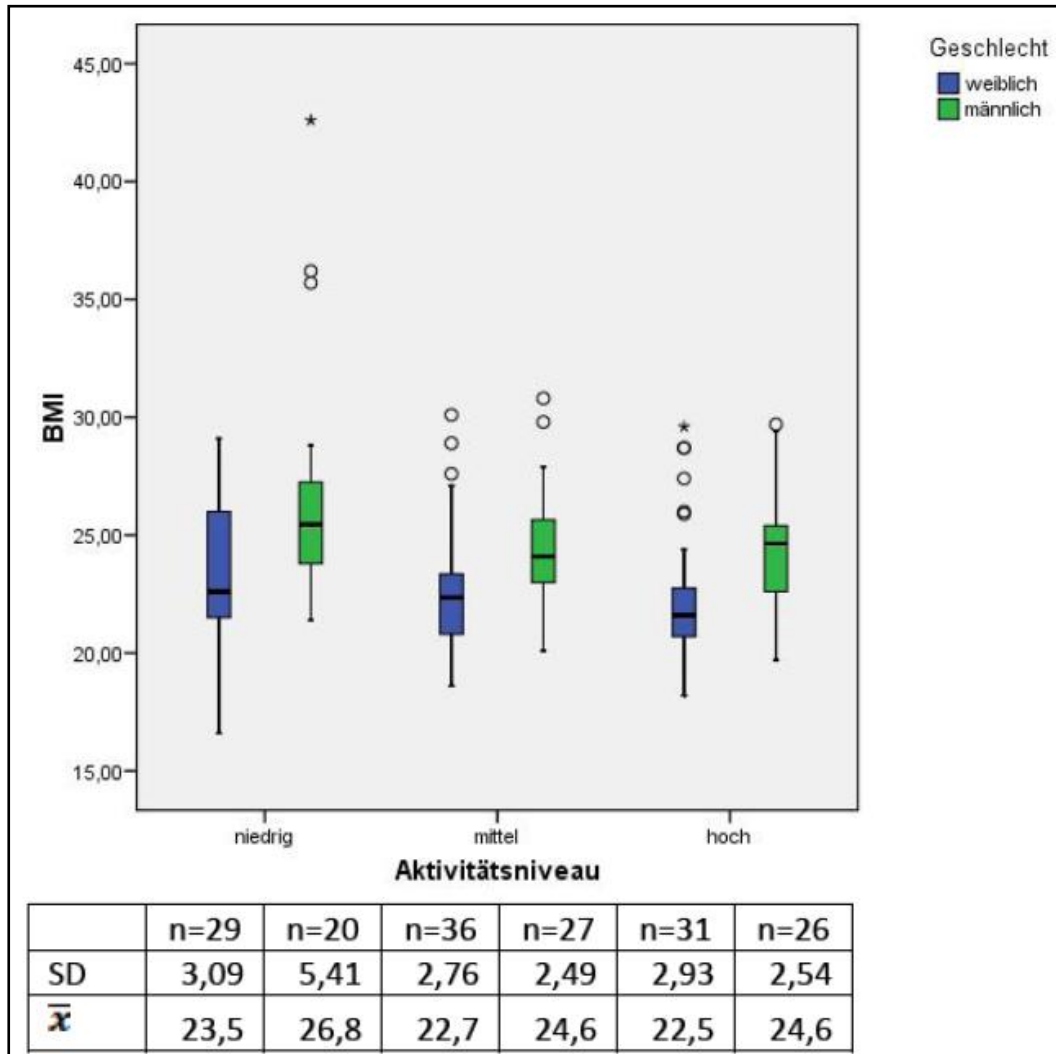


Abbildung XV: BMI der drei Aktivitätsniveaus (BQHPA)

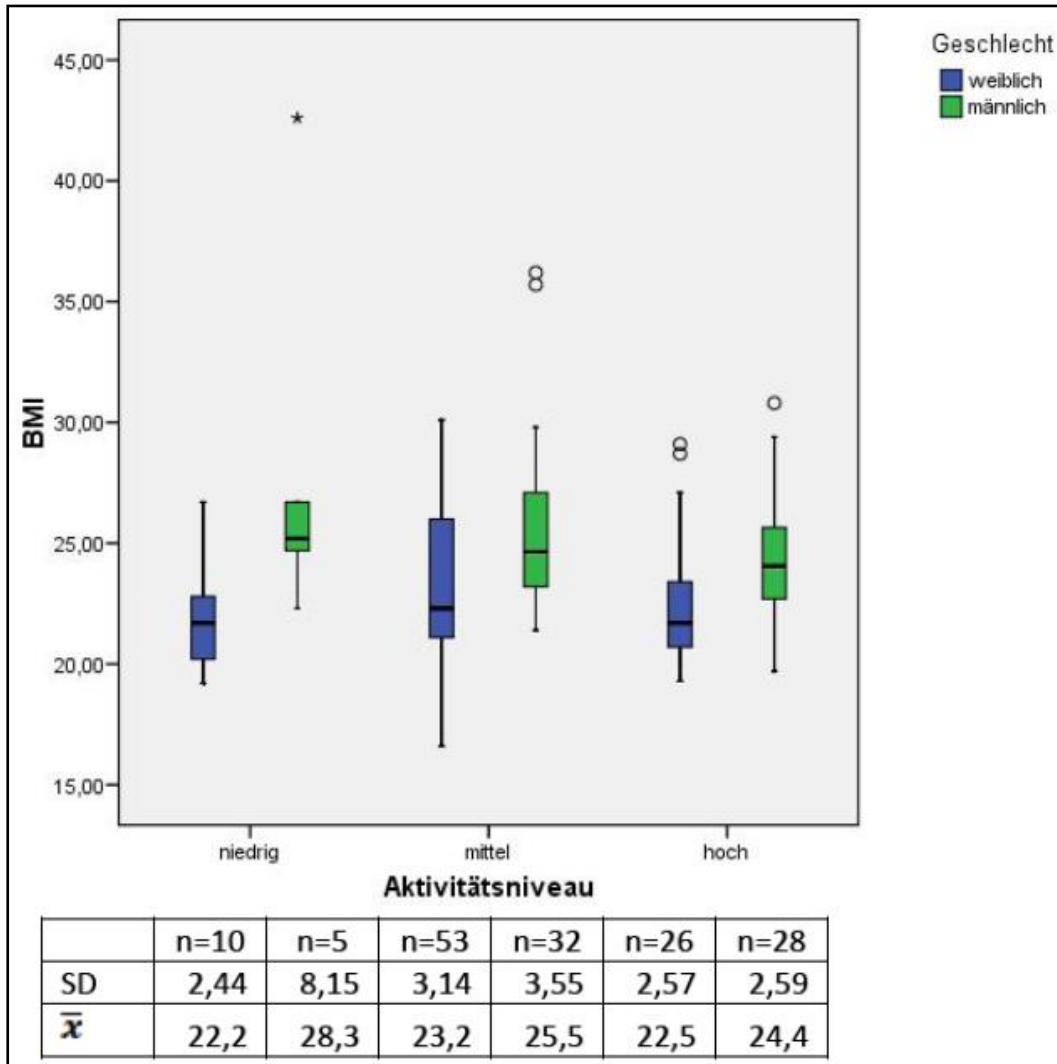


Abbildung XVI: BMI der drei Aktivitätsniveaus (IPQA)

Die Waist-to-hip-Ratio bleibt sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen unabhängig der Einteilung durch IPAQ oder BQHPA relativ konstant.

3.3.5 Relative Sauerstoffaufnahme

Durch den Chester Step Test wurden für die männlichen Teilnehmer im Mittel $42,4 \pm 6,22$ ml/kg/min und für die Frauen $38,0 \pm 5,92$ ml/kg/min berechnet. Da das Alter und Geschlecht einen wichtigen Einfluss auf die relativen Sauerstoffaufnahmewerte haben, werden die Werte in den einzelnen Altersklassen dargestellt.

Die folgende Abbildung zeigt sowohl den geschlechtsspezifischen Unterschied, als auch die Abnahme der relativen Sauerstoffaufnahmefähigkeit im Altersverlauf. Dieser Effekt zeigt sich vor allem ab dem 40. Lebensjahr unabhängig des Geschlechts.

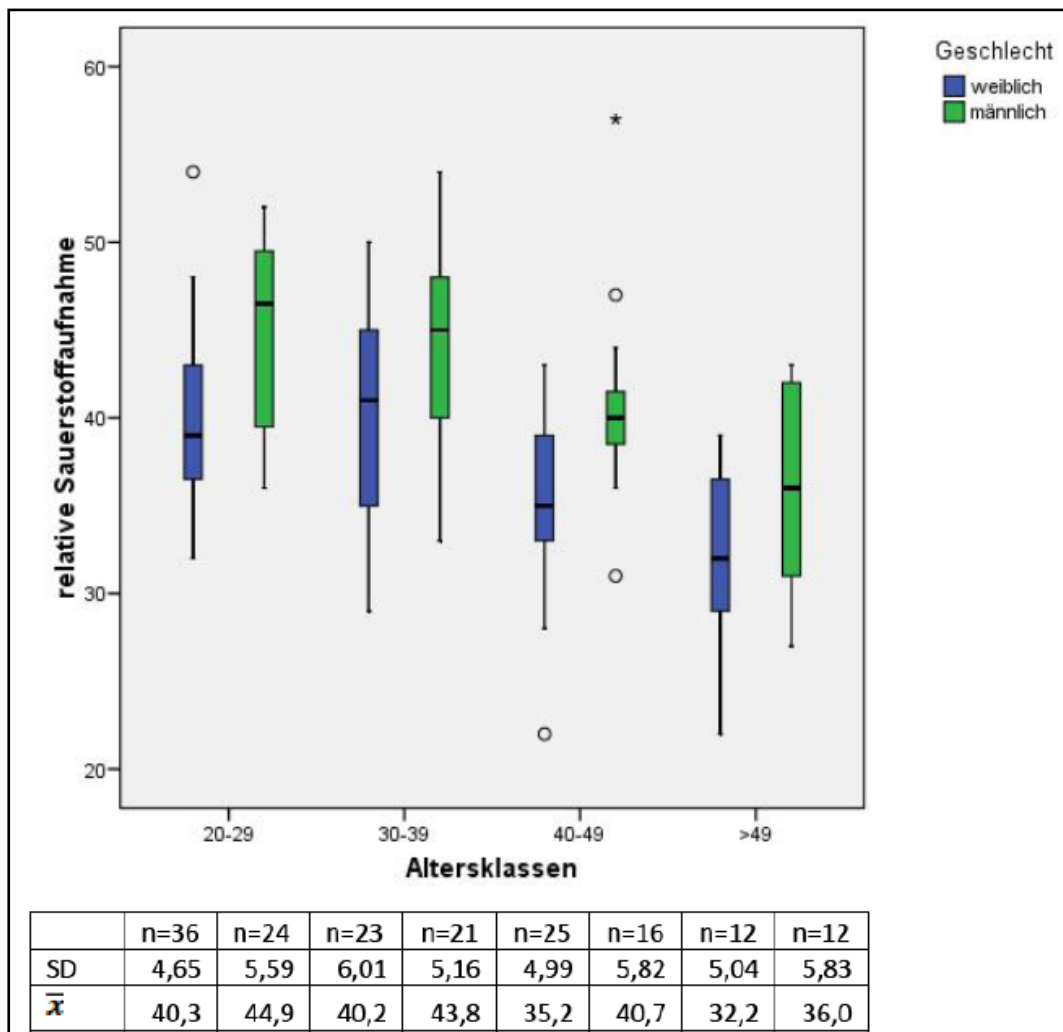


Abbildung XVII: Relative Sauerstoffaufnahme im Altersverlauf

Die relativen VO₂-max Werte abhängig von den Aktivitätsniveaus zeigen bei beiden Einteilungsvarianten einen Anstieg bis zur aktivsten Gruppe. Die Abbildung zeigt die Einteilung nach dem BQHPA.

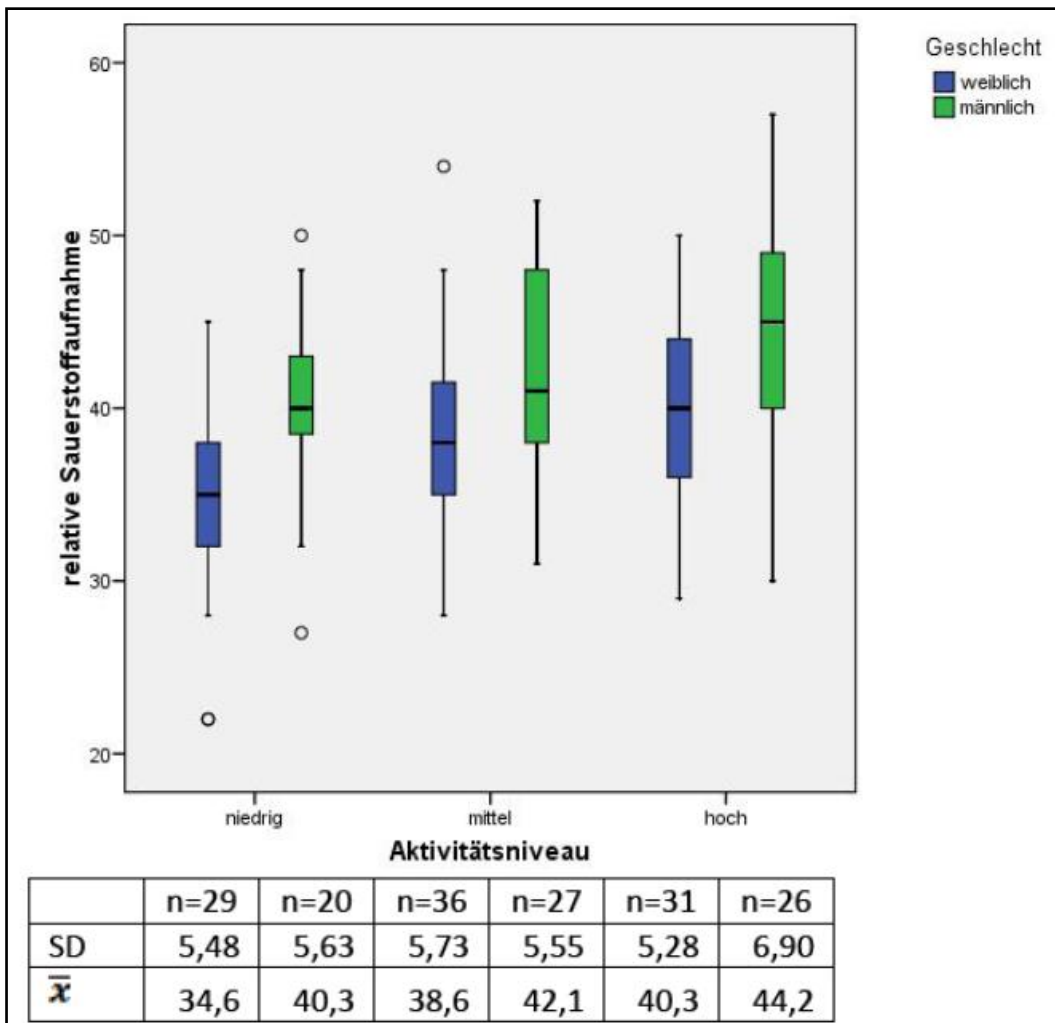


Abbildung XVIII: Relative Sauerstoffaufnahme der drei Aktivitätsniveaus (BQHPA)

3.3.6 Korrelationsanalyse

Um die Forschungsfrage bezüglich der Zusammenhänge zwischen den zwei Fragebögen bzw. der Einzelfrage bearbeiten zu können, wurde eine Spearman-Korrelation berechnet. Die höchsten Zusammenhänge zeigen der BQHPA bzw. die einfache Selbsteinschätzung mit einem Wert von $r=.49$ ($p < .001$). Eine ähnliche Korrelation ($r=.46$) weist der IPAQ mit dem BQHPA auf (siehe Tabelle 14). Angesichts der Höhe der Korrelation kann nicht davon ausgegangen werden, dass die beiden Skalen ein- und dasselbe Konstrukt messen.

Tabelle 14: Korrelation zwischen den drei Aktivitätserhebungen

BQHPA/IPAQ	IPAQ	BQHPA	Selbsteinschätzung
IPAQ	1,00	0,46** ($p < .001$)	0,40** ($p < .001$)
BQHPA	0,46** ($p < .001$)	1,00	0,49** ($p < .001$)
Selbsteinschätzung	0,40** ($p < .001$)	0,49** ($p < .001$)	1,00

3.3.7 Multivariate lineare Regressionsanalyse

Um die Forschungsfrage bezüglich der Zusammenhänge der körperlichen Aktivität und Fitness zu bearbeiten, wurde eine multivariate lineare Regressionsanalyse nach der Methode Einschluss durchgeführt. Die abhängige Variable ist die relative VO_2 -max, zu den unabhängigen Variablen zählen das Aktivitätsniveau, der BMI, das Geschlecht und das Alter. Das Geschlecht wurde als Dummyvariable (in der Codierung: 0 = weiblich / 1 = männlich) in das Modell mit aufgenommen. Folgende Voraussetzungen gelten für die Durchführung der Regressionsanalyse und wurden geprüft (Backhaus, Erichson, Plinke, Weiber 2000):

- Metrisches Datenniveau der abhängigen Variable
- Multikollinearität: Um eine Abhängigkeit zwischen den unabhängigen Variablen auszuschließen, wurde einerseits eine Korrelationsanalyse (die Korrelationen sind hierfür ausreichend gering; allesamt kleiner .50) durchgeführt andererseits zeigen die Toleranzwerte in der Kollinearitätsstatistik (siehe Tabelle 16) ausreichend hohe Werte.
- Prüfung der Residuen auf Autokorrelation, Heteroskedastizität und Normalverteilung: Die Heteroskedastizität, wurde mit Hilfe eines Streudiagrammes, die Normalverteilung der Residuen durch ein Histogramm, und die Autokorrelation mittels Durbin Watson Statistik überprüft.

Das Bestimmtheitsmaß (R-Quadrat) liegt bei 0,45. Somit können 45 Prozent der Streuung durch die einbezogenen unabhängigen Faktoren erklärt werden.

Die Variablen Alter, Geschlecht, BMI und Aktivitätsniveau weisen einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Streuung von VO₂-max im Modell auf (alle p < 0,001).

Tabelle 15: Modellzusammenfassung (abhängige Variable rel. VO₂-max)

R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
0,668	0,447	0,432	4,847

Tabelle 16: Koeffizienten des Regressionsmodells

	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierter Koeffizient			Kollinearitätsstatistik	
	B	Standardfehler	Beta	T	Signifikanz	Toleranz	VIF
(Konstante)	55,145	3,002		18,37	,000		
Aktivität	,001	,000	,288	3,672	,000	0,969	1,032
Alter	-,213	,036	-,383	-5,910	,000	0,890	1,124
Geschlecht	5,446	,860	,415	6,333	,000	0,871	1,148
BMI	-,489	,132	-,254	-3,692	,000	0,791	1,263

Die Wichtigkeit der einzelnen Faktoren kann an Hand der standardisierten Beta Koeffizienten in folgende Rangreihe gebracht werden. Den stärksten Beitrag leistet das Geschlecht gefolgt vom Alter, Aktivitätsniveau und dem BMI.

Die Effekte der einzelnen Variablen können wie folgt dargestellt werden:

- Männer haben im Durchschnitt um 5,25 ml/kg/min mehr rel.VO₂-max
- Pro Lebensjahr sinkt die rel.VO₂-max um 0,21 ml/kg/min
- Pro MET steigt die rel.VO₂-max um 0,001 ml/kg/min
- Pro Indexpunkt BMI sinkt die rel.VO₂-max um 0,13 ml/kg/min

4 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

4.1 Arbeitshypothese 1

Es besteht ein Zusammenhang zwischen den zwei erhobenen Aktivitätsfragebogen und der Einzelfrage zur Selbsteinschätzung der Aktivität.

In dieser Untersuchung wurden durch die Befragung mittels IPAQ durchschnittlich 3.052 METS berechnet. Männer sind mit 3.429 METS min/Woche im Mittel aktiver als die untersuchten Frauen mit 2.783 METS. Dies wird durch zahlreiche Autoren bestätigt (z.B.: Bouchard et al. 2007, Heyward 2006, Wilmore et al. 2008, Martinez 2000). Niedrigere Werte wurden in Rütten et al. (2001) mit 1.862 und 2.287 METS für Frauen bzw. Männer angegeben, während die Probanden in der sogenannten EUPASS¹⁵ Studie Gesamtwerte von 5.606 METS erreicht haben. Vergleichbare Zahlen zeigte die Reliabilitäts- und Validitätsstudie von Craig et al. (2003) mit einem Durchschnittswert von 2.514 METS.

Der IPAQ unterteilt die befragten Personen in drei unterschiedliche Aktivitätslevels. Hat jemand die zweite Stufe mit moderater Aktivität erreicht, entspricht dies der gesundheitsrelevanten 150 Minuten Schwelle (HEPA¹⁶). In der Studie von Craig et al. (2003) erreichten 82 % der Probanden/innen diesen Wert. In dieser Untersuchung liegt die Zahl sogar noch höher mit einem Wert von über 90 %. Dies würde bedeuten, dass nur 10 % der Probanden als zu inaktiv eingestuft werden.

Der Grund für diese hohen Aktivitätsangaben könnten folgende sein.

In vielen Studien, die den IPAQ als Messinstrument eingesetzt haben wurde das Problem des „overreportings“ beschrieben (z.B Ekelund, Sepp, Brage, Becker, Jakes, Hennings, Wareham 2005, Fogelholm, Malmberg, Suni, Santtila, Kyröläinen, Mäntysaari, Oja 2006). Die Gründe für diese Überschätzung der eigenen Aktivität sind vielschichtig. Oft wollen die Befragten in einem besseren Licht dastehen und nicht zugeben, dass sie wenig körperlich aktiv sind (Rzewnicki, Auweele, De Bourdeaudhuij 2003). Für viele Personen ist es schwierig, körperlichen Aktivitäten als leicht, mittel und schwer zu „kodieren“, vor allem wenn man über wenig Bewegungserfahrung verfügt. Zusätzlich wird häufig die tatsächliche Dauer der Aktivität überschätzt. (Shepard 2003).

Rzewnicki et al. (2003) überprüften IPAQ Daten, die mittels Telefoninterview erhoben wurden, durch ein zweites, modifiziertes Interview. 75% der Befragten gaben weniger Aktivität als zuvor an, und 50 % weniger erfüllten das empfohlene Aktivitätsniveau

¹⁵ European Physical Activity Surveillance System

¹⁶ Health Enhanced Physical Fitness

(HEPA). Vor allem ältere Männer neigen dazu zu viel körperliche Aktivität anzugeben. Dies spiegelt sich auch in der dritten Altersgruppe (40-49) mit sehr hohen IPAQ Werten wieder. Jüngere männliche Probanden geben stattdessen weniger Aktivität an. Dies konnte auch in der inaktivsten männlichen Gruppe mit einem durchschnittlichen Alter von 31,6 im Vergleich zu den Gruppen mit höherer Aktivität mit den Werten von 38,7 und 38,9 gezeigt werden.

Der zweite Aktivitätsfragebogen unterscheidet sich sowohl durch den befragten Zeitraum, als auch den Aufbau maßgeblich von dem IPAQ. Alle Altersgruppen zeigen einen relativ konstanten Wert im Verlauf. Es konnte kein geschlechts- bzw. altersspezifischer Unterschied wie in der Literatur berichtet gezeigt werden.

Der Grund dafür könnte die Probandenauswahl sein, da eine freiwillige Teilnahme meist die aktiveren Personen anspricht.

Bezüglich der Einstufung in die drei Aktivitätsklassen, zeigen der BQHPA und die Einzelfrage mit 26 bzw. 29 Prozent vergleichbare Werte.

Diese Zahlen zeigen, dass die drei Aktivitätserhebungen sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern. Der Korrelationskoeffizient von BQHPA und IPAQ liegt nur bei $r=.46$. Diese Daten werden von einer Untersuchung bei übergewichtigen Probanden bestätigt. Hier wurde ebenfalls der BHQPA mit dem IPAQ verglichen. Das Ergebnis ist mit $r=.51$ (Spearmankorrelation) sehr ähnlich (Tehard, Saris, Astrup, Martinez, Taylor, Barbe, Richterova, Guy-Grand, Sorensen, Oppert 2005).

Die höchste Korrelation zeigte die Selbsteinschätzung der Aktivität mit dem BQHPA ($r=.49$). Angesichts der Höhe der Korrelation kann nicht davon ausgegangen werden, dass die drei Skalen ein- und dasselbe Konstrukt messen. Somit muss die erste Arbeitshypothese verworfen werden, da der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Aktivitätsfragebögen zwar signifikant, aber zu gering ist.

4.2 Arbeitshypothese 2

Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsniveau, Geschlecht bzw. Alter und den durch einen submaximalen Ausdauerstest berechneten maximalen Sauerstoffaufnahmewerten.

In der Untersuchung wurden für die Frauen ein Wert von $38,0 \pm 5,92$ ml/kg/min und für die Männer $42,4 \pm 6,22$ ml/kg/min erhoben. Dies entspricht den Normwerten von normal körperlich aktiven Personen. Wie in der Literatur beschrieben (Bouchard 2007, Heyward 2006, Wilmore 2008) bestehen sowohl geschlechts- als auch altersspezifische Unterschiede.

Betrachtet man die Ergebnisse bezüglich des Aktivitätsniveaus lässt sich ein Anstieg der relativen VO_2 -max Werte bei den Frauen und Männern erkennen. Die multivariate Regressionsanalyse zeigt, dass die körperliche Aktivität einen geringeren Einfluss auf die cardiorespiratorische Fitness (standardisierter Beta Koeffizient= 0.29) im Vergleich zu Alter (standardisierter Beta Koeffizient= 0.4) und Geschlecht (standardisierter Beta Koeffizient= 0.42) hat. Dies wurde auch in einer anderen Studie beobachtet. Hier haben ebenfalls das Alter und Geschlecht einen höheren Einfluss auf die relativen VO_2 -max Werte im Vergleich zu der körperlichen Gesamtaktivität (Talbot, Metter, Fleg 2000).

4.3 Arbeitshypothese 3

Es gibt einen Zusammenhang zwischen BMI und Waist-to-hip Ratio und den berechneten Sauerstoffaufnahmewerten.

Im der Untersuchung lag der Mittelwert des BMI der Frauen bei $22,9 \pm 2,9$ (kg/m²) und bei den Männern bei $25,2 \pm 3,6$ (kg/m²). In Abhängigkeit des Alters kommt es zu einer Zunahme des BMI. Dies konnte nur bei den männlichen Probanden beobachtet werden. Die BMI Werte der Frauen blieben im Altersverlauf relativ konstant. Dies zeigte sich auch in Abhängigkeit der Aktivitätsniveaus.

In die multivariate lineare Regressionsanalyse wurde nur der BMI als unabhängige Variable hinzugefügt, da die Waist-to-hip Ratio eine zu hohe Korrelation mit dem BMI aufwies, und somit zu einer Verletzung der statistischen Voraussetzungen geführt hätte. Der BMI hat mit einem standardisierten Beta Koeffizienten von -0.25 den geringsten Einfluss auf die relative Sauerstoffaufnahme.

Ein weiteres Ziel der Untersuchung war, die Praktikabilität des Chester Step Tests zu überprüfen. Dieser ist aufgrund der einfachen Durchführung und den wenig benötigten Hilfsmitteln als praktikabel zu bezeichnen. Die Testdauer ist mit maximal 10 Minuten beschränkt, mehrere Personen können gleichzeitig getestet werden. Durch die verschiedenen Stufenhöhen können auch unsportliche und ältere Probanden/innen den Test leicht durchführen. Kein/e Proband/in musste den Test wegen starker Erschöpfung zu früh abbrechen.

Die Auswertung des Tests war durch die Eingabe in den Kalkulator (siehe Abbildung VIII) sehr einfach, die Grundlage der Berechnung wird in dem Chester Step Test Manual (2003) nicht näher beschrieben.

Die Nachteile des Tests sind vor allem durch die Ungenauigkeit des submaximalen Protokolls gegeben. Die Berechnung der maximalen Herzfrequenz bzw. der maximalen Sauerstoffaufnahme unterliegt einer hohen Fehlerquelle. Die Herzfrequenz als alleiniger Messparameter ist durch die vielen Einflussfaktoren ebenfalls problematisch. Vor allem ältere Probanden können durch die Einnahme von Herzmedikamenten nicht an dem Test teilnehmen.

Zusätzlich erscheint es in einer hoch technisierten Welt manchen Personen unglaublich, durch so einen einfachen Test tatsächlich ernst zu nehmende Ergebnisse zu erzielen. Dies könnte durchaus Motivationseinbußen mit sich bringen. Während die technisch ausgereiften maximalen Tests mit hochkomplexen Geräten alleine schon durch den Aufwand einen seriöseren Eindruck hinterlassen. Nichtsdestotrotz können Einschätzungen des Fitnesszustandes die in diesem Fall verlangt waren, durch das eingesetzte Testsystem einfach bestimmt werden.

Zusammenfassend waren die Grenzen der Untersuchung vor allem schon durch den Arbeitsauftrag, mit möglichst einfachen Mitteln die cardiorespiratorische Fitness zu bestimmen, gegeben. Die Probanden/innenanzahl war für einen Überblick über vier Dekaden bzw. drei unterschiedliche Aktivitätsniveaus zu niedrig gewählt. Weiters war der Frauenanteil in der ersten Altersgruppe zu hoch. Die Motivation an einem Fitnessstest teilzunehmen, ist vor allem bei körperlich aktiven Personen gegeben, somit kann angenommen werden, dass im Verhältnis weniger inaktive Proband/innen getestet wurden.

5 Literaturverzeichnis

- Aadahl, M. Kjaer, M. Kristensen, J., Mollerup, B. Jørgensen, T. (2007). Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake in adults. *European Journal of cardiovascular Prevention and Rehabilitation*. 14 (3), 422-428.
- Ainsworth, B. Haskell, W. Whitt, M. Irwin, M. Swartz, A. Strath, S. O`Brian, W. Bassett, D. Schmitz, K. Emplaincourt, P. Jacobs, D. Leon, A.(2000). Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (9), Suppl., S498-S516.
- Ainsworth, B. (2009). How do I measure physical activity in my patients? Questionnaires and objective methods. *British Journal of Sports medicine* 43:6-9.
- Ainsworth, B. Macera, C. Jones, D. Reis, J. Addy, C. Bowles, H. Kohl, H. (2006). Comparison of the 2001 BRFSS and the IPAQ Physical Activity Questionnaires. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(9): 1584-1592.
- Armstrong, L. Balady, G. Berry, M. (2005). *ACSM`S Guidelines for exercise testing and prescription*. Seventh Edition. Lippincott: Williams & Wilkins
- Arvidson, D. Slinde, F. Hulthen, L. (2005). Physical activity questionnaire for adolescents validated against doubly labeled water. *European Journal of Clinical Nutrition* 59:376-383.
- Backhaus, K. Erichson, B. Plinke, W. Weiber, R. (2000). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer Verlag: Berlin.
- Baecke, A. Burema, J. Frijters, F. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *American Journal of Nutrition*, 36, 936-942.
- Bouchard, C. Blair, S. Haskell, W. (2007). *Physical Activity and Health*. Human Kinetics
- Buckley, J. Sim, J. Eston, R. Hession, R. Fox, R. (2004). Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *British Journal of Sports medicine* 38:197-205.
- Bös, K. Tittlbach, S. Pfeifer, K. Stoll, O. Woll, A. (2001). *Handbuch motorische Tests*. Zweite Auflage. Hogrefe.
- Casperson, C. Powell, K. Christenson, G. (1985). Physical activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports* 100(2), 126-131.
- Chatterjee S. Chatterjee, P. Bandyopadhyay, A. (2005). Validity of Queens College Step Test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. *Indian Journal of Medical Research* 121: 32-35.
- Corder, K. Brage, S. Ekelund, U.(2007). Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 10(5), 597-603.
- Craig, C. Marshall, A. Sjöstrom, M. Bauman, A. Booth, M. Ainsworth, B. Pratt, M. Ekelund, M. Yngve, A. Sallis, J. Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1381 - 1395.
- Crouter, S. Schneider, P. Karabulut, M. Basset, D.(2003). Validity of 10 Electronic Pedometers for Measuring Steps, Distance, and Energy Cost. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1455-1460.
- Curb, J. ceria-Ulep, C. Rodriguez, B. Grove, J. Guralnik, J. Wilcox, B. Donlon, T. Masaki, K. Chen, R. (2006). Performance-based measures of physical function for high-function population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(5), 737-742.
- Dehn, M. Bruce, R. Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity. *Journal of Applied Physiology*, 33, 805-807.
- Dwyer, G. Davis, S.(2008). *ACSM`S Health-related physical fitness Assessment manual*. Second edition. Lippincott: Williams & Wilkins.

- Ekelund, L. Haskell, W. Johnson, J. Whaley, F. Criqui, M. Sheps, D. (1988). Physical fitness as predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: The lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *New England Journal of Medicine*, 24 (21): 1379-1384.
- Ekelund, U. Sepp, H. Brage, S. Becker, W. Jakes, R. Hennings, M. Wareham, N. (2005). Criterion-related validity of the last 7-day, short form of the International Physical Activity Questionnaire in Swedish adults. *Public Health Nutrition*, 9(2), 258-265.
- Eskurza, I. Donato, A. Moreau, K. Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-year follow-up. *Journal of Applied Physiology*, 92, 2303-08.
- Fleg, J. Lakatta, E. (1988). Role of muscle mass in the age-associated reduction in VO_2 max. *Journal of Applied Physiology*, 65, 1147-51.
- Florindo, A. Latorre, M. (2003). Validation and reliability of the Baecke questionnaire for the evaluation of habitual physical activity in adult men. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(3), 129-135.
- Fogelholm, M. Malmberg, J. Suni, J. Santtila, M. Kyröläinen, H. Mäntysaari, (2006). Waist circumference and BMI are independently associated with the variation of cardio-respiratory and neuromuscular fitness in young adult men. *International Journal of Obesity*, 30, 962-969.
- Fogelholm, M. Malmberg, J. Suni, J. Santtila, M. Kyröläinen, H. Mäntysaari, M. Oja, P. (2006). International Physical Activity Questionnaire: Validity against Fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 38: 753-760.
- Hagströmer, M. Oja P. Sjöström, M. (2003). The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition*, 9(6), 755-762.
- Hawkins, S. Marcell, T. Jaque, S. (2001). A longitudinal assessment of change in VO_2 -max and maximal heart rate in master athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (10), 1744-50.
- Hawkins, S. Wiswell, R. (2003). Rate and Mechanism of Maximal Oxygen Consumption Decline with Aging. *Sports Medicine*, 33(12), 877-888.
- Heyward, V. (2006). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Human Kinetics.
- Hertogh, E. Monnikhof, E. Schouten, E. Peeters, P. Schuit, A. (2008). Validity of the Modified Baecke Questionnaire: comparison with energy expenditure according to the doubly labeled water method. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5 (30)
- Hollmann, W. Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin. Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*. 4. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Schattauer Verlag: Stuttgart.
- Hollmann, W. Strüder, H. (2009). *Sportmedizin. Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*. 5. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Schattauer Verlag: Stuttgart.
- Jackson, A. Wier, L. Ayers G. (1996). Changes in aerobic power of women, ages 20-64. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(7), 884-91.
- Jacobs, D. Ainsworth, B. Hartmann, T. Leon, A. (1993). A simultaneous evaluation of ten commonly used physical activity questionnaires. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 81-91.
- Jette M. Campbell, J. Mongeon, J. Routhier, R. (1976). The Canadian Home Fitness Test as a predictor of aerobic capacity. *Canadian Medical Association Journal* 114, 680-682.
- Katzel, L. Sorkin, J. Fleg, J. A comparison of longitudinal changes in aerobic fitness in older endurance athletes and sedentary men. *Journal of American Geriatric Society*, 49, 1657-64.
- Lamb, K. Rogers, L. (2007). A re-appraisal of the reliability of the 20 m shuttle run test. *European Journal of Applied Physiology*, 100: 287-292.

- Lau, H. Yin-Fat, G. Jones, A. Lee, E. Siu, E. Hui, D. (2005). A randomized controlled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. *Australian Journal of Physiotherapy* 51, 213-21.
- Latin, R. Berg, K. Kissinger, K. Sinnett, A. Parks, L. (2001). The accuracy of the ACSM stair-stepping equation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1785-1788.
- Löllgen, H. (2004). Borg Skala Standards der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 55(11), 299-300.
- Malmberg, J. Miilunpalo, S. Vuori, I. Pasanen, M. Oja, P. Haapanen-Niemi, N. (2002). A Health-Related Fitness and Functional Performance Test Battery for Middle-Aged and Older Adults: Feasibility and Health-Related Content Validity. *Arch Phys Med Rehabil*, 83, 666-677.
- McArdle W., Katch F., Katch V. (2001) *Essentials of exercise physiology*. Lipinkott Williams and Wilkins
- Mäder, U. Martin, B. Schutz, Y. Marti, B. (2006). Validity of Four Short Physical Activity Questionnaires in Middle-Aged Persons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (7), 1255-1266.
- Marti, B. Howald, H. (1990). Long-term effects of physical training on aerobic capacity: controlled study of former elite athletes. *Journal of Applied Physiology*, 69,1451-1459
- Martinez-Gonzalez M. Varo, J. Santo, J. Irala, J. Gibney, M. Kearney, J. Martinez, A. (2001). Prevalence of physical activity during leisure time in the European Union. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(7): 1142-1146.
- Martino, M. Gledhill, N. Jamnik, V. (2002). High VO₂-max with no history of training is primarily due to high blood volume. *Medicine in Science in Sports and Exercise*, 34,511-519.
- Maud, P. Ebbeling, C., Alquist, L. (1995). *Physiological Assessment of Human Kinetics*. Human Kinetics
- Midgley, A. Bentley, D. Luttkholt, H. McNaughton, L. Millet, G. (2008). Challenging a Dogma of Exercise Physiology. *Sports Medicine*, 38 (6), 441-447.
- Noonan, V. Dean, E. (2000). Submaximal Exercise Testing: Clinical Application and Interpretation. *Physical Therapie*, 80 (8), 782-807.
- Paffenbarger, R. Hyde, R. Wing, A. Hsieh, C. (1986). Physical activity, all cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine*; 314, 605-613.
- Pokan, R. Förster, H. Hofmann, P. Hörtnagl, H. Ledl-Kurkowski, E. Wonisch, M. (2004). *Kompendium der Sportmedizin. Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie*. Springer Verlag: Wien.
- Pollok, M. Foster, D. Knapp, D. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *Journal of Applied Physiology*, 62,725-731.
- Pratscher, H. (2000). Sportverhalten in Österreich. *Journal für Ernährungsmedizin*, 2 (5), 18-23.
- Rinne, M. Pasanen, M. Miilunpalo, S. Oja, P.(2001). Test-Retest Reproducibility and Inter-Rater Reliability of a Motor Skill Test Battery for Adults. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 192-200.
- Rzewnicki R. Auweele, Y. De Bourdeaudhuij I. (2002). Addressing overreporting on the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) telephone survey with a population sample. *Public Health Nutrition*, 6(3), 299-305
- Ritchie, C. Trost, S. Brown, W. Armit, C. (2005). Reliability and validity of physical fitness field tests for adults aged 55 to 70 years. *Journal of Science Medicine Sport*, 8 (1), 61-70.
- Rütten, A. Vuillemin, A. Ooijendijk, W. Schena, F. Sjöstrom, M. Stahl, T. Auweele, Y. Welshman, J. Ziemainz, H. (2003). Physical activity monitoring in Europe. The European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) approach and indicator testing. *Public Health Nutrition*, 6, 377 - 384.

- Rütten, A. Abu-Omar, K. (2004). Prevalence of Physical activity in the European Union. *Sozial- und Präventivmedizin*, 89, 281 – 289.
- Samitz, G. (2003). *Körperliche Aktivität versus körperliche Fitness in der Primärprävention kardiovaskulärer Ereignisse und der Sterblichkeit aller Ursachen: Systematische Review und Meta-Analyse*. Dissertation. Wien.
- Shepard, R. (1980). The Current Status of the Canadian Home Fitness Test. *British Journal of Sports Medicine*. 14(2), 114-125.
- Shepard, R. (1976). Development of the Canadian Home Fitness Test. *Canadian Medical Association Journal* 114, 675-679.
- Shepard, R. (1981). Present views on the Canadian Home Fitness Test. *Canadian Medical Association Journal* 124, 875-879.
- Shepard, R. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 197-206.
- Siconolfi, S. Garber, C. Lasater, T. Carleton, R. (1985). A simple, valid step test for estimation maximal oxygen uptake in epidemiological studies. *American Journal of Epidemiology* 121(3): 382-90.
- Slootmaker, S. Paw, M. Schuit, A. Seidell, J. Mechelen, W. (2005). Promoting physical activity using an activity monitor and a tailored web-based advice: design of a randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 5:134
- Solway, S. Brooks, D. Lacasse, Y. Scott, T. (2001). A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardio respiratory domain. *Chest* 119(1), 256-70.
- Suni, J. Oja, P. Miilunpalo, S. Pasanen, M. Vuori, I. Bös, K. (1998). Health-Related Fitness Test Battery for Adults: Associations with Perceived Health, Mobility, and Back Function and Symptoms. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 559-569.
- Sykes, R. (1995). Capacity assessment in the workplace: a new step test. *Journal of occupational Health* 1,20-22
- Sykes, R. (2004). The Chester Step Test? A simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity. *Physiotherapy*, 90 (4), 183-188
- Talbot, L. Metter, E. Fleg, J. (2000). Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (3), 417-425
- Tehard, B. Saris, W. Astrup, A. Martinez, J. Taylor, M. Barbe, P. Richterova, B. Guy-Grand, B. Sorensen, T. Oppert, J. (2005). Comparison of Two Physical Activity Questionnaires in Obese Subjects: The NUGENOB Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(9), 1535-1541
- Vanhees, L. Lefevre, J. Philippaerts, R. Martens, M. Huygens, W. Troosters, T. Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 12 (2), 102-114
- Wallymahmed, M. Morgan, C. Gill, G. MacFarlane, I. (2007). Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabetic Medicine* 24(11), 1296-1299.
- Weineck, J. (2003). *Optimales Training*. Spitta Verlag
- Weiß, O. et al. (2000). Sport und Gesundheit. Die Auswirkungen des Sports auf die Gesundheit - eine sozio-ökonomische Analyse. Auftrag des BM für soziale Sicherheit und Generationen von der Österreichischen Bundes-Sportorganisation. Zugriff am 9. Mai 2009 unter http://www.svl.ch/files/sport_und_gesundheit.pdf
- Wagner, P. Singer, R. (2003). Ein Fragebogen zur Erfassung habitueller körperlicher Aktivitäten verschiedener Bevölkerungsgruppen. *Sportwissenschaft*, 33, 383-397.
- Wilmore, J. Costill, D. Kenney, W. (2008). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung I: Bedeutung physischer Aktivität in der Prävention und Rehabilitation von Krankheiten. (Heyward 2006, Seite 2)	9
Abbildung II: Modell der sportlichen Leistungsfähigkeit (Weineck 2003, Seite 21)	16
Abbildung III: Veränderung der VO_2 -max in Abhängigkeit des Alters und des Aktivitätsniveaus (Wilmore et al. 2008, Seite 415).....	19
Abbildung IV: Astrand-Rhyming-Nomogramm (Noonan et al. 2000, Seite 788).....	26
Abbildung V: relative VO_2 -max im Altersverlauf (Hollmann und Strüder 2009, Seite 322)	29
Abbildung VI: absolute VO_2 im Altersverlauf im Vergleich zu Leistungssportlern (Hollmann und Strüder 2009, Seite 321)	30
Abbildung VII: Modell zur Bestimmung der körperlichen Aktivität und des Energieverbrauchs (übersetzt aus Ainsworth 2008, Seite 7)	31
Abbildung VIII: Chester-Step-Test-Kalkulator.....	39
Abbildung IX: Zeichnerische Darstellung der VO_2 Max-Berechnung	40
Abbildung X: Altersverteilung der Probanden/Innen.....	48
Abbildung XI: Verteilung des BMI im Altersverlauf	49
Abbildung XII: Waist-to-Hip Ratio im Altersverlauf	50
Abbildung XIII: Altersverteilung der drei Aktivitätsniveaus (BQHPA)	52
Abbildung XIV: Altersverteilung der drei Aktivitätsniveaus (IPAQ).....	53
Abbildung XV: BMI der drei Aktivitätsniveaus (BQHPA).....	54
Abbildung XVI: BMI der drei Aktivitätsniveaus (IPQA).....	55
Abbildung XVII: Relative Sauerstoffaufnahme im Altersverlauf	56
Abbildung XVIII: Relative Sauerstoffaufnahme der drei Aktivitätsniveaus (BQHPA).....	57

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messung der health-related Fitness.....	15
Tabelle 2: Normwerte maximale Sauerstoffaufnahme.....	19
Tabelle 3: Sauerstoffverbrauch bei unterschiedlicher Stufenhöhen.....	23
Tabelle 4: Übersicht Validitäts- und Reliabilitätsstudien IPAQ.....	35
Tabelle 5: Fitnessrating Männer (Chester Step Test).....	40
Tabelle 6: Fitnessrating Frauen (Chester Step Test).....	41
Tabelle 7: Borg-Skala	42
Tabelle 8: Deskriptive Statistik Frauen.....	47
Tabelle 9: Deskriptive Statistik Männer	47
Tabelle 10: Überblick anthropometrische Daten.....	50
Tabelle 11: Aktivitätslevel Männer bzw. Frauen	51
Tabelle 12: Prozentanteile der unterschiedlichen Aktivitätsniveaus.....	51
Tabelle 13: Vergleich der Zuordnung des Aktivitätsniveaus durch BQHPA und IPAQ.....	52
Tabelle 14: Korrelation zwischen den drei Aktivitätserhebungen.....	58
Tabelle 15: Modellzusammenfassung (abhängige Variable rel. VO ₂ -max)	59
Tabelle 16: Koeffizienten des Regressionsmodells	59

8 Abkürzungsverzeichnis

ACSM	American College of Sports Medicine
BQHPA	Questionnaire for the Measurement of Habitual Physical Activity in Epidemiological Studies
BMI	Body-Mass-Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CEOPS	Center of Excellence for Orthopaedic Pain Management Speising Spine Unit
etc.	et cetera
d.h.	das heisst
IPAQ	International Physical Activity Questionnaires
kcal	Kilokalorie
m	männlich
M.	Musculus
METS	metabolic equivalent
Mm.	Musculi
mod.	modifiziert
n	Teilnehmeranzahl
PARQ	Physical Activity Readiness Questionnaire
relative $\text{Vo}_2\text{-max}$	relative Sauerstoffaufnahme (ml/min/kg)
SD	Standardabweichung
vgl.	vergleiche
w	weiblich
WHR	Waist to Hip Ratio
\bar{x}	Mittelwert

9 Anhang

Anhang A: Physical Activity Readiness Questionnaire (Par-Q) (Dwyer et al. 2008)

Anhang B: International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Craig 2003, Rütten et al. 2003 und 2004)

Anhang C: Questionnaire for the Measurement of Habitual Physical Activity in Epidemiological Studies (BQHPA) (Baecke et al. 1982)

Anhang D: Testprotokoll (Grubhofer und Klinger 2009)

Anhang E: Eidesstaatliche Erklärung

Anhang F: Lebenslauf

**Anhang A: Physical Activity Readiness Questionnaire (PARQ)
(Dwyer et al. 2008)**

PC _____

Name _____ Vorname _____

Geburtsdatum _____ Geschlecht weiblich männlich

Gewicht _____ kg Größe _____ cm BMI _____

Waist _____ cm Hip _____ cm WHR _____

Lesen Sie bitte die folgenden Fragen sorgfältig durch, und beantworten Sie sie nach bestem Wissen und Gewissen.

Wird eine Frage mit JA beantwortet, so nutzen Sie bitte die vorhandenen Zeilen für eine kurze Erklärung und zusätzliche Spezifikation.

1. Hat ein Arzt jemals zu Ihnen gesagt Sie hätten ein Herzproblem und sollten sich körperlich schonen bzw. Bewegung nur unter ärztlicher Kontrolle machen? JA NEIN

2. Haben Sie Schmerzen in der Brust wenn Sie sich körperlich betätigen? JA NEIN

3. Hatten Sie innerhalb des letzten Monats Schmerzen in der Brust, auch wenn Sie sich nicht körperlich betätigten? JA NEIN

4. Fühlen Sie sich öfters schwindelig und verlieren dann leicht das Gleichgewicht oder waren Sie jemals bewusstlos? JA NEIN

5. Haben Sie ein orthopädisches Problem (Knochen, Gelenke, Bindegewebe, Sehnen, Bänder) das durch körperliche Aktivität negativ beeinträchtigt werden könnte? JA NEIN

6. Nehmen Sie gegenwärtig ein vom Arzt verschriebenes Medikament zur Regulation des Blutdrucks oder andere Herzmedikamente? JA NEIN

7. Gibt es einen anderen Grund warum Sie nicht körperlich aktiv sein sollten? JA NEIN

Welche Antwort beschreibt Ihr Rauchverhalten am Besten?

- Ich habe nie geraucht, oder vor mehr als 6 Monaten damit aufgehört.
 Ich bin Raucher oder habe erst innerhalb der letzten 6 Monate damit aufgehört.

Welcher Satz kennzeichnet am besten Ihre körperlichen Aktivitäten während des letzten Jahres?

- Intensives Training und Leistungssport mehr als einmal pro Woche
 Jogging, andere Entspannungsarten oder Gartenarbeit, mindestens 4 Std. pro Woche
 Jogging, andere Entspannungsarten oder Gartenarbeit, weniger als 4 Std. pro Woche
 Spaziergang, Radfahren oder andere leichte Aktivitäten, mindestens 4 Std. pro Woche
 Spaziergang, Radfahren oder andere leichte Aktivitäten, weniger als 4 Stunden pro Woche
 Lesen. Fernsehen oder andere häusliche Aktivitäten

Wie würden Sie selbst Ihren Gesamtgesundheitszustand beurteilen?

- sehr gut gut durchschnittlich schlecht sehr schlecht

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Dieser Screeningfragebogen dient nur als Orientierung und ersetzt daher keine ärztliche Untersuchung. Seitens der betreuenden Personen oder Organisationen kann somit keine Haftung für eventuell auftretende Zwischenfälle übernommen werden.

Mit meiner Unterschrift bestätige ich die Richtigkeit der angegebenen Daten.

Unterschrift

Ort und Datum

Einverständniserklärung: Mit meiner Unterschrift erteile ich mein Einverständnis zur anonymen Speicherung der erhobenen Daten und zur Nutzung für wissenschaftliche Zwecke. Bei der Nutzung zu wissenschaftlichen Zwecken sind meine Personendaten so zu vercoden, dass kein Bezug zwischen den angegebenen Daten und meiner Person hergestellt werden kann. Meine personenbezogenen Daten sind für alle Benutzerkreise zu sperren, außer für die wissenschaftlichen Mitarbeiter von Projekten rund um das Gesundheitsprojekt. Die Weitergabe meiner Stammdaten bedarf zusätzlich meiner schriftlichen Genehmigung.

**Anhang B: International Physical Activity Questionnaire
(IPAQ) (Craig 2003, Rütten et al. 2003 und 2004)**

PC _____

Wir sind daran interessiert herauszufinden, welche körperlichen Aktivitäten Menschen in ihrem alltäglichen Leben vollziehen. Die Befragung bezieht sich auf die Zeit, die Sie während der **letzten 7 Tage** mit körperlicher Aktivität verbracht haben. Bitte beantworten Sie alle Fragen (auch wenn Sie sich selbst nicht als aktive Person ansehen). Bitte berücksichtigen Sie die Aktivitäten im Rahmen Ihrer Arbeit, in Haus und Garten, um von einem Ort zum anderen zu kommen und in Ihrer Freizeit für Erholung, Leibesübungen und Sport.

Denken Sie an all Ihre **anstrengenden** Aktivitäten in den **vergangenen 7 Tagen**. **Anstrengende** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten, die starke körperliche Anstrengungen erfordern und bei denen Sie deutlich stärker atmen als normal. Denken Sie dabei nur an körperliche Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben.

1. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie anstrengende körperliche Aktivitäten wie schweres Heben, Graben, Aerobic oder schnelles Fahrradfahren betrieben?

_____ **Tage pro Woche**

Keine anstrengenden körperlichen Aktivitäten.

➔ **Springen Sie weiter zu Frage 3**

2. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **anstrengender** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

Weiß ich nicht/Nicht sicher

Denken Sie nun an alle **moderaten** körperlichen Aktivitäten **innerhalb der letzten 7 Tage**. **Moderate** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten mit moderater körperlicher Anstrengung, bei denen Sie ein wenig stärker atmen als normal. Denken Sie dabei nur an körperliche Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben.

3. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **moderate** körperliche Aktivitäten wie Tragen leichter Lasten, Radfahren mit gemütlicher Geschwindigkeit oder ein Doppel-Tennis verrichtet? Fußwegstrecken bitte nicht mit einbeziehen.

_____ **Tage pro Woche**

Keine moderaten körperlichen Aktivitäten.

➔ **Springen Sie weiter zu Frage 5**

4. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **moderater** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

Weiß ich nicht/Nicht sicher

Denken Sie jetzt an **Fusswege (das zu Fuß Gehen)** in den letzten **7 Tagen**. Dies beinhaltet Wege in der Arbeit, zu Hause, Botenwege, sowie für Wegstrecken um von einem Ort zum anderen zu gelangen und andere Spaziergänge, die Sie nur zur Erholung, Sport, Training oder als Freizeitaktivität gemacht haben.

5. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **Fußwegstrecken** von mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung zurückgelegt.

_____ **Tage pro Woche**

Keine Fußwegstrecken

Springen Sie weiter zu Frage 7



6. Wie viel Zeit haben Sie an einem dieser Tage für gewöhnlich mit **Wegstrecken** zu Fuss verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

Weiß ich nicht/Nicht sicher

Bei der letzten Frage handelt es um die Zeit, die Sie (**unter der Woche**) **im Sitzen** innerhalb der letzten **7 Tage** verbracht haben. Dies kann Zeit beinhalten (innerhalb Ihrer Arbeit, zu Hause, Freizeit), wie Sitzen am Schreibtisch, Besuchen von Freunden, lesen und sitzen oder liegen vor dem Fernseher.

7. Wie viel Zeit haben Sie in den **vergangenen 7 Tagen** mit **Sitzen** an **Wochentagen** verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

Weiß ich nicht/Nicht sicher

Anhang C: Questionnaire for the Measurement of Habitual Physical Activity in Epidemiological Studies (BQHPA) (Baecke et al. 1982)

Welche Tätigkeit üben Sie hauptberuflich aus?

Bei der Arbeit sitze ich (zutreffende Antwort bitte ankreuzen)

nie selten manchmal häufig
immer

Bei der Arbeit stehe ich

nie selten manchmal häufig
immer

Bei der Arbeit gehe ich

nie selten manchmal häufig
immer

Bei der Arbeit hebe ich schwere Gewichte

nie selten manchmal häufig
immer

Bei der Arbeit schwitze ich

sehr häufig häufig manchmal selten sehr
selten

Im Vergleich zu anderen Personen meines Alters finde ich meine Arbeit

viel schwerer schwerer genauso schwer leichter viel
leichter

Treiben Sie Sport?

ja nein

Wenn ja,

welche Sportart betreiben Sie am häufigsten?

Wie viele Stunden in der Woche betreiben Sie diesen Sport?

< 1 h 1-2 h 2-3 h 3-4 h > 4 h

Wie viele Monate im Jahr betreiben Sie diese Sportart?

< 1 Monat 1-3 Monate 4-6 Monate 7-9 Monate > 9 Monate

Fall Sie noch eine weitere Sportart betreiben, um welche Sportart handelt es sich?

Wie viele Stunden in der Woche betreiben Sie diesen Sport?

< 1 h 1-2 h 2-3 h 3-4 h > 4 h

Wie viele Monate im Jahr betreiben Sie diese Sportart?

< 1 Monat 1-3 Monate 4-6 Monate 7-9 Monate > 9 Monate

Im Vergleich zu anderen Personen meines Alters ist meine körperliche Aktivität in der Freizeit

viel größer größer etwa gleich geringer viel geringer

In meiner Freizeit schwitze ich

sehr oft oft manchmal selten nie

In der Freizeit treibe ich Sport

nie selten manchmal oft sehr oft

In meiner Freizeit gehe ich zu Fuß

nie selten manchmal oft sehr oft

In meiner Freizeit fahre ich mit dem Fahrrad

nie selten manchmal oft sehr oft

Wie viele Minuten gehen Sie zu Fuß und/oder fahren Sie mit dem Fahrrad pro Tag zur Arbeit, Schule und zum Einkaufen? (Hin- und Rückweg)

< als 5 min 5-15 min 15-30 min 30-45 min >als 45 min

Das ist das Ende der Befragung, danke für Ihre Unterstützung

Anhang D: Testprotokoll (Grubhofer und Klinger 2009)

Testort: Orthopädisches Spital Speising (Physiotherapie Pav.II)

Uhrzeit: zwischen 12:00 und 21:00

Testleiter/in: Klinger Meike und Grubhofer Michael

Testprocedere

Primär kann der Testbetrieb in folgende drei Hauptbereiche unterteilt werden

1. Fragebogenerhebung
2. Chester-Step-Test
3. Kraftausdauerleistung

Fragebogenerhebung

- Der Proband kommt zur Testung (dieser wurde vor der Testung telefonisch oder via Email informiert zwei Stunden vorher keinen Kaffee, Zigarette oder schweres Essen zu sich zu nehmen.)
- Der Proband bekommt drei Fragebögen (PARQ, IPAQ und BQHPA), wobei der PARQ zuerst ausgehändigt wird, um einen etwaigen Ausschlussgründe sofort zu entdecken. Falls keinen Kontraindikationen gegeben sind, wird nun der IPAQ und BQHPA ausgefüllt. (Bei unklaren Fragestellungen stehen die Testleiter für Fragen zu Verfügung)
- Währenddessen wird der Brustgurt des Pulsmessers (Polar - FS2c) angelegt, um die Funktion des Pulsmessers beim Ausfüllen des Fragebogens testen zu können.
- Anschließend werden die anthropometrischen Daten in eine Exceltabelle (einzelne Probandensheets mit direkter Verlinkung zur Datentabelle) ermittelt und sofort eingegeben. Dazu wird das Gewicht (mittels Soehnle CARIBIC-Personenwaage) und die Körpergröße (mittels „Kawe“ Wandmassband) und das Waist to Hip Verhältnis (mittels Massband „hoechstmass“ 150cm) gemessen. Die maximale Herzfrequenz wird, so das Chester Step Test Manual (2008), durch die Berechnung: $220 - \text{Lebensalter}$ ermittelt.

Chester-Step-Test

- Nach Abschluss der Fragebogenerhebung bereitet Frau Klinger Meike die Probanden durch eine Einführung auf den Chester-Step-Test vor.

- Die Probanden werden über die Zielsetzung und Durchführung bzw. die Abbruchkriterien des Tests informiert. Sollten Abweichungen von der erforderlichen Bewegung bzw. des Rhythmus passieren, wird die Testperson sofort darüber in Kenntnis gesetzt.

Nach dem Chester Step Test ruhten die Probanden für 3 bis 5 Minuten, wobei sie aufgefordert wurden etwas zu trinken.

Kraftausdauertests

- Nach Beendigung des Chester Step Tests führt der Autor der Diplomarbeit die Probanden/innen in die Durchführung der Krafttests ein. Durch den Step Test war ein ausreichendes Aufwärmen gewährleistet. Die Kraftausdauertests wurden in folgender fixen Reihenfolge durchgeführt:
 - Partial Curl up Test
 - Push up Test
 - Modifizierter Biering Sorensen Test
- Die Probanden/innen wurden vom Kollegen Grubhofer Michael über folgende Punkte informiert
 - Den Probanden über Ziel und Sinn des Tests aufklären
 - Normierte Ausgangsstellung einnehmen
 - Bewegung exakt einüben. Die Bewegungsumkehr soll fließend sein, ein Stopp am Umkehrpunkt vermeiden.
 - Die Bewegungen durchführen, dabei das vorgegebene Tempo überprüfen
 - Trick- und Ausweichbewegungen müssen sofort korrigiert werden (bei zweimaliger Korrektur erfolgte ein Testabbruch)
 - Sobald die geforderte Stellung nicht mehr gehalten werden kann, wird der Test abgebrochen
- Zwischen den Tests erfolgte eine Pausenzeit von einer Minute.
- Die genauen Testbewegungen sind in der Arbeit von Grubhofer Michael beschrieben.

Anhang E: Eidesstaatliche Erklärung

„Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde daher weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.“

Wien, im Juni 2009

Klinger Meike

Anhang F: Lebenslauf

Name: Klinger Meike, Bakk. rer. nat.

Geburtsdatum: 17.05.1978

Geburtsort: Wien

Schulbildung: 06/1996 Matura

Berufsausbildung: 1996-1999: Diplom Gesundheits- und Krankenpflege
1999-2002: Diplom Physiotherapie

Universitäre Ausbildung: 2004-2007: Bakk. Abschluss Leistungssport