

Kompetenzzentrum für Komplementärmedizin und Naturheilkunde (KoKoNat)
Klinikum rechts der Isar
der Technischen Universität München
Extraordinariat „Naturheilkunde und Komplementärmedizin“
(Leitung: Univ.-Prof. Dr. D. Melchart)

**Vergleich zweier Testapplikationen des „6 Minuten – Gehtests“ zur Ermittlung
der körperlichen Leistungsfähigkeit**

Benedikt Florian Löppert

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

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

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. D. Melchart
2. Univ.-Prof. Dr. M. Halle

Die Dissertation wurde am 23.10.2014 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 17.06.2015
angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Zunahme chronischer Erkrankungen	6
1.2 Gesundheitsförderung und Prävention	7
1.3 Das Individuelle Gesundheits – Management (IGM)	7
2 Theoretischer Hintergrund	9
2.1 Die Bedeutung der körperlichen Aktivität in der Prävention und Gehen als Trainingsinhalt des IGM	9
2.2. Der 6min Geh – Test	11
2.2.1 Der 6min Geh – Test als Test der funktionellen Leistungsfähigkeit	11
2.2.2 Belastungsformen beim 6min Geh – Test	16
2.2.3 Gehstrecke beeinflussende Faktoren	17
2.3 Einsatz von Schrittzählern zur Bestimmung der körperlichen Aktivität	19
2.4 Zweckmäßigkeit eines modifizierten 6min Geh – Tests zur Trainingsevaluation im Rahmen des Individuellen Gesundheitsmanagements (IGM)	25
3 Fragestellung	26
4 Methodik	26
4.1 Pilot – Versuch	26
4.2 Studiendesign	27
4.3 Fallzahlschätzung	29
4.4 Studienteilnehmer	30
4.4.1 Ort und Zeit der Datenerhebung und Einschlußkriterien	30
4.4.2 Stichprobe für Vergleich 6min Geh - Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)	30

4.4.3	Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzählerkontrolle (Testdurchgang 2)	32
4.5	Versuchsablauf	33
4.5.1	Messparameter	33
4.6	Randomisierung	35
4.7	Testverfahren	35
4.7.1	6min Geh - Test standardisiert	35
4.7.2	6min Geh - Test modifiziert	36
4.7.3	Herzfrequenzmessung	37
4.7.4	Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung	37
4.7.5	Messung der Schrittlänge	37
4.7.6	Messung der Schrittzahl	38
4.8	Auswertung und Statistik	38
5	Ergebnisse	40
5.1	Vergleich 6min Geh - Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)	40
5.1.1	Ergebnisse Gehstrecken und Belastungsparameter	40
5.1.2	Ergebnisse Äquivalenztestung	40
5.1.3	Ergebnisse Bland & Altman Analyse	42
5.2	Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzählerkontrolle (Testdurchgang 2)	43
5.2.1	Ergebnisse Gehstrecken und Belastungsparameter	43
5.2.2	Ergebnisse Äquivalenztestung	44
5.2.3	Ergebnisse Bland & Altman Analyse	45
5.2.4	Betrachtung der Schrittlänge und Schrittzahl	46
6	Diskussion	55
6.1	Methodik	55
6.2	Messgenauigkeit Schrittzähler	56
6.3	Ergebnisse Äquivalenztestung	58
6.4	Schlussfolgerung Bestimmung der funktionellen Leistungsfähigkeit im Rahmen des IGM	59

7 Zusammenfassung	62
8 Literaturverzeichnis	64
9 Tabellenverzeichnis	73
10 Abbildungsverzeichnis	74
11 Anhang	75
Messprotokoll	75
Danksagung	76

Abkürzungsverzeichnis

<i>a</i>	<i>Jahr</i>
<i>Abb.</i>	<i>Abbildung</i>
<i>ACSM</i>	<i>American College of Sport Medicine</i>
<i>AHA</i>	<i>American Heart Association</i>
<i>ATS</i>	<i>American Thoracic Society</i>
<i>CDC</i>	<i>U.S. Centre for Disease Control</i>
<i>CHI</i>	<i>Chronische Herzinsuffizienz</i>
<i>cm</i>	<i>Zentimeter</i>
<i>COPD</i>	<i>Chronisch obstruktive Lungenerkrankung</i>
<i>h</i>	<i>Stunde</i>
<i>HF</i>	<i>Herzfrequenz</i>
<i>ICC</i>	<i>Intra – Klassen - Korrelation</i>
<i>IGM</i>	<i>Individuelles Gesundheitsmanagement</i>
<i>kg</i>	<i>Kilogramm</i>
<i>KHK</i>	<i>Koronare Herzkrankheit</i>
<i>KI</i>	<i>Konfidenzintervall</i>
<i>Km/h</i>	<i>Kilometer pro Stunde</i>
<i>l</i>	<i>Liter</i>
<i>LoA</i>	<i>Limits of Agreement</i>
<i>LVEF</i>	<i>Linksventrikuläre Ejektionsfraktion</i>
<i>m</i>	<i>Meter</i>
<i>m²</i>	<i>Quadratmeter</i>
<i>min</i>	<i>Minuten</i>
<i>ml</i>	<i>Milliliter</i>
<i>mmHg</i>	<i>Millimeter Quecksilbersäule</i>
<i>mmol</i>	<i>Millimol</i>
<i>m/s</i>	<i>Meter pro Sekunde</i>
<i>Mw</i>	<i>Mittelwert</i>
<i>n</i>	<i>Probenanzahl</i>
<i>r</i>	<i>Korrelationskoeffizient</i>
<i>SD</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>TCM</i>	<i>Traditionelle Chinesische Medizin</i>
<i>VO_{2max}</i>	<i>maximale Sauerstoffaufnahme</i>
<i>WHO</i>	<i>World Health Organization</i>

1 Einleitung

1.1 Zunahme chronischer Erkrankungen

Auf Grund von weltweiten Fortschritten in der medizinischen Grundversorgung und Hygiene geht der relative Anteil an Infektions- oder so genannten übertragbaren Erkrankungen zurück. Umso mehr gelangen die im Gegensatz hierzu durch die WHO als nicht – übertragbare / chronische Krankheiten bezeichneten Pathologien in den Vordergrund. Diese fassen eine sehr heterogene Gruppe an Pathologien zusammen. Sie beinhaltet unter anderem kardiovaskuläre Erkrankungen, Krebs, Diabetes, Adipositas und chronische Atemwegserkrankungen. Der konsekutive Anstieg dieser Erkrankungen ist in erster Linie dem heutigen, westlich - zivilisierten Lebensstil geschuldet, welcher zu einem erheblichen Verlust essentieller Bestandteile der Gesundheit wie ausreichende körperliche Bewegung und die ausgewogene Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen geführt hat. Als Folge dieser Entwicklung und trotz des immensen technischen Fortschritts, nicht zuletzt im Bereich der Medizin, stagniert die allgemeine Lebenserwartung und die Prävalenz einiger Erkrankungen wie Adipositas und Diabetes steigen weiter an (vgl. Hossain et al. 2007, Wild et al. 2004, Finucane et al. 2011, Haslam und James 2005).

Nach den Zahlen der WHO 2013 stieg die Anzahl der durch nicht – übertragbare / chronischen Erkrankungen bedingten Todesfälle weltweit von 60% (31 Millionen) im Jahr 2000 auf nun mehr zwei Drittel (36 Millionen) aller Todesfälle im Jahr 2011 (vgl. WHO 2013). Diese Erkrankungen machen mittlerweile 87% aller Todesfälle in den Industrieländern aus, in den Schwellenländern sind es 81% und in den Entwicklungsländern 36%. Eine besondere Rolle kommt hierbei der Gruppe der kardiovaskulären Erkrankungen zu. Im Jahr 2011 starben 17 Millionen Menschen weltweit an einer kardiovaskulären Erkrankung. Diese stellen damit die weltweit häufigste Todesursache dar (vgl. WHO 2013). In den industrialisierten Nationen ist der relative Anteil der kardiovaskulären Erkrankungen an den jährlichen Todesfällen am höchsten. In Deutschland sind 40,2% und damit die meisten Todesfälle für das Jahr 2012 auf eine kardiovaskuläre Erkrankung zurückzuführen, wie die aktuellen Zahlen des Statistischen Bundesamtes belegen (vgl. Statistisches Bundesamt 2013).

Die Gruppe der nicht – übertragbaren / chronischen Erkrankungen stellt somit das beherrschende Gesundheitsproblem des 21. Jahrhunderts dar.

1.2 Gesundheitsförderung und Prävention

Dieses Gesundheitsproblem ist jedoch weitgehend vermeidbar. Durch das Wissen um den kausalen Zusammenhang gleicher Risikofaktoren und dem Auftreten nicht – übertragbarer / chronischer Erkrankungen herrscht allgemeine Einigkeit über die zu präferierende Strategie im Rahmen der Primärprävention: Die WHO schätzt, dass ca. 80% der vorzeitigen durch kardiovaskuläre Erkrankungen bedingte Todesfälle durch eine gesündere Ernährung, regelmäßige sportliche Betätigung und Vermeidung bzw. Reduktion von Nikotinabusus vermeidbar sind (vgl. WHO 2013).

Vor dem oben dargestellten Hintergrund, dem globalen Anstieg der Prävalenz chronischer nicht – übertragbarer Krankheiten und insbesondere der durch kardiovaskuläre Erkrankungen bedingten Mortalität bleibt die Intensivierung aktiver eigenständiger Maßnahmen zur Primärprävention und Gesundheitsförderung Thema Nummer eins hinsichtlich einer effektiven Prävention. Daher erscheint Forschung in dem Bereich der konkreten Umsetzung gesundheitsförderlicher primärpräventiver Maßnahmen von größtem Interesse.

1.3 Das Individuelle Gesundheits – Management (IGM)

Die Konzeption eines umfassenden und modernen Konzeptes zur Gesundheitsförderung, Krankheitsprävention und Lebensstiländerung im Gesundheits- und Krankheitsfall ist komplex. Beispielhaft soll anhand des Individuellen Gesundheits - Managements (IGM) des Kompetenzzentrums für Komplementärmedizin und Naturheilkunde (KoKoNat) der Technischen Universität München (TUM) ein solches Konzept im Folgenden vorgestellt werden.

Basierend auf dem Modell der Salutogenese soll der Klient / Patient im Rahmen eines ganzheitlich individuellen Therapie- und Trainingsregimes aktiv unterstützt werden, einen gesunden Lebensstil zu erlernen, seine Leistungsfähigkeit und Lebensfreude zu steigern und sich dadurch vor Krankheiten zu schützen oder zur

Selbstheilung im Krankheitsfall beizutragen (vgl. Melchart 2011, Melchart und Eustachi 2012). Ausgangspunkt des individuellen Therapieansatzes oder Gesundheitsmanagements ist hierbei ein individuelles Risiko- und Schutzfaktorenprofil, welches als Standortbestimmung fungiert und einen schnellen und umfassenden Überblick hinsichtlich der wichtigsten körperlichen, seelisch - geistigen sowie sozialen Basisfunktionen und Basiskompetenzen für die Gesunderhaltung gibt. Dieses wird anhand einer ausführlichen Anamnese, einer Eingangs - Untersuchung und einem Fragebogen – Screening zur Früherkennung von Erkrankungen und persönlicher Risiko- und Schutzfaktoren erstellt. Das Ergebnis dieses Assessments kann jederzeit in Form einer Abbildungsübersicht auf dem web - basierten Gesundheitsportal des IGM abgerufen werden. Somit wird für den Anwender deutlich ersichtlich, in welchen Bereichen eine dringende Intervention erfolgen sollte. Im Folgenden soll der Patient dann diese Veränderungen erfahren und angeleitet werden, diese möglichst selbstständig im Alltag umzusetzen. Unterstützt wird der Einzelne hierbei mit konkreten Handlungsanweisungen im Sinne von Beratungsrezepten (so genannten Info@zepten) für die Verbesserung der Basisfunktionen (Ernährung, Bewegung, Schlaf, etc.) und Basiskompetenzen (Stressverhalten, etc.), sowie Musterpläne für ein 12 Wochen Basistraining. Diese sind für die einzelnen Bereiche gebündelt und entsprechend dem ganzheitlichen Ansatz stehen dem Anwender ein Bewegungspaket, ein Ernährungspaket und ein Stressmanagementpaket zur Verfügung. Das eigentliche Gesundheitstraining beginnt mit einer verstärkten Selbstbeobachtung im Alltag (ermittelt durch konkrete Fragestellungen, wie z.B.: was entspannt mich, was verspannt mich? Wie viele Schritte gehe ich am Tag? etc.). Sämtliche Beratungsrezepte sind ebenfalls auf dem Gesundheitsportal hinterlegt und jederzeit abrufbar.

Gegenstand der vorgelegten Arbeit ist die Evaluation eines wesentlichen Bausteins des Bewegungspaketes im Zusammenhang mit dem IGM. Es handelt sich dabei um den 6min Geh – Test. Dieses Verfahren wird im Rahmen des Selbstbeobachtungspaketes für die zu Beginn notwendige Festlegung des Ist – Zustandes der Alltagsbewegung verwendet. Selbiger Geh – Test kommt auch im weiteren Verlauf zur Evaluation des Trainingsfortschrittes zum Einsatz.

Im Folgenden wird hierfür zunächst der wissenschaftlich theoretische Hintergrund des Bewegungspaketes des IGM sowie des 6min Geh – Tests wie auch der hier zum Einsatz kommenden Schrittzähler anhand der aktuellen Literatur aufgezeigt.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Die Bedeutung der körperlichen Aktivität in der Prävention und Gehen als Trainingsinhalt des IGM

Die Bedeutung der körperlichen Aktivität zur Gesunderhaltung und Prävention ist in der Literatur unbestritten. Bereits der Mindestumfang von 15min täglich oder 90min körperlicher Aktivität in der Woche reduziert die durch kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes oder Krebs verursachte Sterblichkeit (vgl. Wen et al. 2011). Eine gute Zusammenfassung der positiven Einflüsse körperlicher Aktivität auf die einzelnen Risikofaktoren der kardiovaskulären Erkrankungen wie arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Übergewicht bzw. Adipositas, Lipidprofil und Entzündung gibt der Übersichtsartikel von Kokkinos und Myers 2010.

Um diese Erkenntnisse umzusetzen und der breiten Öffentlichkeit zugänglich und verständlich zu machen, wurden so genannte Bewegungsempfehlungen formuliert. Zunächst publizierten das U.S Centre for Disease Control and Prevention (CDC) und das American College of Sports Medicine (ACSM), dass „jedem U.S. Bürger / jeder U.S. Bürgerin an den meisten oder allen Tagen der Woche insgesamt 30 Minuten oder mehr Bewegung mit mittlerer Intensität empfohlen werden“ (vgl. Pate et al. 1995, S. 404). Bewegungen mit mittlerer Intensität wurden als solche definiert, bei denen man während der Aktivität noch sprechen, aber nicht mehr singen kann. Die American Heart Association (AHA) und das American College of Sports Medicine (ACSM) präzisierten die früheren Empfehlungen im Jahre 2007. So empfehlen sie konkret, „dass alle gesunden Erwachsenen zwischen 18 und 65 Jahren zur Förderung und Aufrechterhaltung der Gesundheit mindestens 30 Minuten Ausdauerbelastung mit mindestens mittlerer Intensität an fünf Tagen der Woche (anstatt wie bisher „an den meisten oder allen Tagen“) oder zumindest 20 Minuten Ausdauerbelastung mit höherer Intensität an drei Tagen der Woche benötigen (vgl. Haskell et al. 2007, S. 1425). Außerdem gehen sie erstmals darauf ein, dass neben der Bewegung auch Übungen zur Erhaltung der Muskelkraft durchgeführt werden sollen. Acht bis

zehn dieser Kräftigungsübungen sollen an mindesten zwei Tagen in der Woche mit acht bis zwölf Wiederholungen ausgeführt werden. Eine zusätzliche Gewichtsbelastung, welche die notwendigen Wiederholungszahlen zulässt, wird angeraten (vgl. Haskell et al. 2007).

Eine gesonderte Empfehlung der AHA und des ACSM für ältere Menschen (>65 Jahre bzw. >50 Jahre mit chronischen Erkrankungen / funktionellen Einschränkungen) unterscheidet sich inhaltlich nicht wesentlich von der oben genannten Empfehlung. Letztlich sind nur die Wiederholungszahlen der Kräftigungsübungen mit 10 – 15 dem Alter entsprechend angepasst und es wird besonders auf die Notwendigkeit von Dehnübungen (zweimal die Woche für zehn Minuten) und Balance Training zur Sturzprophylaxe hingewiesen (vgl. Nelson et al. 2007).

Das aktuellste Dokument wurde 2008 vom U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS) herausgegeben. Die Empfehlungen für Erwachsene und ältere Menschen sind in Bezug auf die Gesamtdauer und Intensität denen aus dem Jahr 2007 ähnlich, jedoch wird hier der Fokus auf den Bewegungsumfang pro Woche (150 Minuten pro Woche) anstatt auf die Anzahl der Minuten pro Tag (Fünfmal 30 Minuten pro Woche) gelegt. Das Dokument aus dem Jahr 2008 enthält auch spezifische Bewegungsempfehlungen für Kinder und Jugendliche, für Menschen mit Behinderung sowie für Schwangere und Frauen nach der Geburt. Zur Förderung der Gesundheit sollten Kinder und Jugendliche im Alter von sechs bis 17 Jahren insgesamt mindestens 60 Minuten pro Tag mit zumindest mittlerer Intensität körperlich aktiv sein. Übungen zur Kräftigung der Muskeln und Stärkung der Knochen werden ebenso empfohlen wie die Unterbrechung von Sitzphasen, die länger als 60 Minuten dauern (vgl. Physical Activity Guidelines Advisory Committee 2008).

Die Art der Bewegung und die richtige Relation der Intensitäten sowie der Zeiten, die sitzend bzw. aktiv verbracht werden, werden unterschiedlich diskutiert. Trotzdem eignet sich das Gehen als hervorragender Einstieg für bislang inaktive Personen zu regelmäßigem Training (vgl. Lee und Buchner 2008).

Als entscheidender Schritt stellt sich nun die Implementierung besagter Empfehlungen in den Alltag dar.

Schrittzähler haben sich hier als eine geeignete Motivationshilfe und Feedbackinstrument herausgestellt (vgl. Ogilvie et al. 2007 und siehe 2.3).

Diesbezüglich haben Marshall et al. 2009 aus den oben genannten Bewegungsempfehlungen entsprechende Schrittzahlen abgeleitet. Sie kamen zu der Ansicht, dass man mindestens 3000 Schritte in 30 Minuten an fünf Tagen in der Woche oder alternativ täglich drei Zyklen mit 1000 Schritten in zehn Minuten gehen sollte, um die Empfehlungen zu erfüllen.

Diese Vorgaben wurden so für das Beratungsrezept in das Bewegungspaket des IGM übernommen. Für Gesunde gilt es demnach eine Gesamtschrittzahl von 10.000 Schritten zu erreichen und für den Bereich des Ausdauertrainings täglich 3000 Schritte in 30min zu absolvieren. Ergänzend sollten Kräftigungsübungen zweimal die Woche durchgeführt werden (acht bis zehn Übungen mit acht bis zwölf Wiederholungen). Die tägliche Umsetzung der Bewegungsvorgaben wird anhand eines Schrittzählers objektivierbar und kontrollierbar gemacht.

2.2. Der 6min Geh – Test

2.2.1 *Der 6min Geh – Test als Test der funktionellen Leistungsfähigkeit*

Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) wird als die klassische Messgröße zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit angesehen. „Sie gilt als „Bruttokriterium“ der kardio – pulmonal – metabolischen Kapazität, da sie alle an der Leistungserbringung beteiligten Mechanismen umfasst“ (vgl. Meyer und Kindermann 1999, S. 285). Die korrekte ergometrische Bestimmung mittels Rad- bzw. Laufbandergometrie setzt jedoch eine hohe Ausbelastung voraus (vgl. Meyer und Kindermann 1999). Zudem ist die Spirometrie ein sowohl zeitlich als auch apparativ und personell sehr aufwendiges Verfahren, das nur in spezialisierten Zentren zur Verfügung steht. Im Gegensatz hierzu erfordert ein submaximaler Test, wie der 6min Geh – Test, kein ärztliches oder medizinisch – technisch ausgebildetes Personal und kann ohne besondere apparative Ausrüstung durchgeführt werden.

Ursprünglich wurde der Gehetest erstmals von Mc Gavin et al. (1976) als 12min Geh – Test zur Objektivierung der funktionellen Leistungsfähigkeit von Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen entwickelt. Die systematische Untersuchung unterschiedlicher Belastungsdauern durch Butland et al. (1982) ergab, dass sich eine Gehzeit von 2 Minuten aufgrund der Kürze als zu ungenau erwies und für 12 Minuten keine Vorteile bezüglich Reproduzierbarkeit und

Diskriminierung unterschiedlicher Patientenkollektive im Vergleich zu einer Belastungsdauer von 6 Minuten nachzuweisen waren. Guyatt et al. (1985 a) waren die ersten, die den rascher durchführbaren 6min Geh - Test als präzises Messverfahren für klinische Zwecke beschrieben und ihn zur Objektivierung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz einsetzten.

Seither sind eine Vielzahl von Artikeln und eine systematische Übersichtsarbeit entstanden, welche an unterschiedlichen Patientenkollektiven und gesunden Menschen verschiedener Altersstufen den Zusammenhang zwischen der zurückgelegten Gehstrecke und der ergometrisch ermittelten Leistungsfähigkeit einerseits sowie der gesundheitsbezogenen körperlichen Leistungsfähigkeit andererseits belegten.

Mehrfach wird ein Zusammenhang zwischen der Gehstrecke beim 6min Geh - Test und der bei ergometrischen Verfahren gemessenen VO_{2max} bei Patienten und Patientinnen mit chronischer Herzinsuffizienz (CHI) berichtet (vgl. Opasich et al. 2001; Zugck et al. 2000; Lucas et al. 1999; Faggiano et al. 1997). Die spiroergometrisch ermittelten VO_{2max} - Werte auf dem Fahrradergometer korrelieren mit der Gehstrecke beim 6min Geh - Test zwischen $r = 0,57$ (p nicht angegeben; Lucas et al. 1999) und $r = 0,63$ ($p < 0,05$; Faggiano et al. 1997) bei einmaliger Messung. In Serienmessungen verbessert sich die Beziehung vom ersten Versuch $r = 0,68$ ($p < 0,01$) zum zweiten $r = 0,71$ ($p < 0,001$) und $r = 0,74$ ($p < 0,001$) im dritten Versuch nach $263,0 \pm 114,0$ bzw. $381,0 \pm 170,0$ Tagen (vgl. Zugck et al. 2000).

Ebenfalls deutlich korrelieren die Gehstrecken des 6min Geh - Tests und die VO_{2max} beim symptomlimitierten Fahrradergometerstufentest. Gayda et al. (2004) ermittelte das für 25 Patienten und Patientinnen mit koronarer Herzkrankheit (KHK) in der Kardiologischen Rehabilitationsphase 2 mit $r = 0,56$ (p nicht angegeben), Starobin et al. (2006) für 50 Patienten und Patientinnen mit COPD mit $r = 0,58$ ($p = 0,0001$) und Miyamoto et al. (2000) für 43 Patienten und Patientinnen mit primärer pulmonaler Hypertonie $r = 0,70$ ($p < 0,001$). Cahalin et al. 1995 fanden einen Zusammenhang von $r = 0,73$ ($p < 0,001$) bei 60 Patienten und Patientinnen mit fortgeschrittenen Lungenerkrankungen.

Rikli und Jones (1998) geben $r = 0,78$ ($KI_{0,95} = 0,62 < r < 0,88$) für die Zeit auf dem Laufband nach dem *Blake-Protokoll* bei Erreichen von 85% der HF_{max} bei gesunden Senioren und Seniorinnen an.

Die Eignung des 6min Geh - Tests als Testverfahren für die funktionelle Kapazität war ein weiterer Diskussionsgegenstand in der Literatur. Eine Korrelation der Gehstrecke mit der Subskala „körperliche Funktionsfähigkeit“ (KÖFU) des SF - 36, ein Messinstrument der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, zeigte sich bei Patienten und Patientinnen mit CHI deutlich mit $r = 0,56$ ($p < 0,001$; Juenger et al. 2002) und bei Patienten und Patientinnen mit KHK mit $r = 0,62$ ($p < 0,0001$; Hamilton und Haennel 2000). Eine schwache negative Korrelation zur Lebensqualität, gemessen mit dem *Minnesota Living With Heart Failure Questionnaire*, findet sich bei Demers et al. (2001) mit $r = -0,26$ ($p < 0,0001$) und $r = 0,21$ (p nicht angegeben) für den *Ferrans and Powers Quality of Life Index* bzw. die Subskalen Gesundheit und Funktion, bei Patienten und Patientinnen in ambulanten Rehabilitationsprogrammen in der Phase 2 (vgl. Verrill et al. 2003).

Rikli und Jones (1998) berichten eine Korrelation von $r = 0,63$ ($p < 0,0001$) zwischen Gehstrecke im 6min Geh - Test und selbsteingeschätzter funktioneller Fähigkeit, gemessen mit der *Composite Physical Function Scale* bei 77 Senioren und Seniorinnen. Der Bezug zur funktionellen Kapazität, ermittelt mit dem *Duke Activity Status Index*, findet sich mit $r = 0,50$ ($p < 0,001$) bei Patienten und Patientinnen mit KHK (vgl. Hamilton und Haennel 2000). Ebenso korrelieren die kürzeren Gehstrecken bei Personen mit Einschränkungen bei Aktivitäten des täglichen Lebens mit der Gehleistung im Geh - Test (vgl. Enright et al. 2003).

Der 2001 erschienene systematische Übersichtsartikel (im Folgenden synonym auch mit der Bezeichnung Review gebraucht) von Solway et al. untersuchte die Messeigenschaften unterschiedlicher funktioneller Geh – Tests für den Zeitraum 1966 – Januar 2000. Für den 6min Geh – Test wurden 31 Primärstudien identifiziert. Die Auswertung ergab, dass insgesamt die Korrelation der Gehstrecke des 6min Geh – Tests mit der VO_{2max} von $r = 0,51$ ($p < 0,01$) bis zu $r = 0,90$ ($p < 0,0001$) reicht. Die im Review dargestellten Primärstudien von Guyatt et al. 1985 b, Bernstein et al. 1994, Guyatt et al. 1985 a wiesen eine starke Korrelation der zurückgelegten Gehstrecke und der durch Fahrradergometrie ermittelten VO_{2max} bei COPD Patienten nach. Die Korrelationskoeffizienten betragen $r = 0,58$ ($p < 0,0001$; Guyatt et al. 1985 b und Guyatt et al. 1985 a) und

$r = 0,51$ (kein p angegeben; Bernstein et al. 1994). Die Arbeit von Wijkstra et al. (1994) verdeutlicht den Zusammenhang der Gehstrecke und der maximalen Arbeitskapazität (W_{\max}) ($r = 0,81$; $p < 0,01$) bei COPD Patienten.

Der Review beinhaltet darüber hinaus Arbeiten, die den Zusammenhang der Gehstrecke und der $VO_{2\max}$ bei Patienten mit CHI betrachten. Guyatt et al. (1985 b) und Guyatt et al. (1985 a) ermittelten eine Korrelation von $r = 0,58$ ($p < 0,0001$), bei Cahalin et al. (1996) betrug $r = 0,64$ ($p < 0,0001$). Zudem zeigt diese Arbeit die Möglichkeit auf, eine Berechnung zur Vorhersage der $VO_{2\max}$ und der prozentualen $VO_{2\max}$ unter Berücksichtigung verschiedener Variablen, wie z.B. Alter, Größe, Gewicht und Auswurfraction des linken Ventrikels (LVEF), durchzuführen (vgl. Cahalin et al. 1996). Die auf dem Laufband gemessenen $VO_{2\max}$ Werte von Riley et al. (1992) zeigten mit $r = 0,88$ ($p < 0,0001$) einen stärkeren Zusammenhang. Lipkin et al. (1986) belegten, dass bei Patientinnen und Patienten mit hoher $VO_{2\max}$ die Gehstrecke weniger variiert als bei denjenigen mit geringer $VO_{2\max}$. Roul et al. (1998) fanden mit $r = 0,65$ ($p = 0,011$) einen starken Zusammenhang für Gehstrecken $< 300m$ und der $VO_{2\max}$, welche durch einen symptomlimitierten Fahrradergometerstufentest ermittelt wurde.

Zwei Arbeiten befassten sich mit dem Zusammenhang des 6min Geh – Tests und der funktionellen Kapazität. Hierfür ermittelten O'Keefe et al. (1998) eine deutliche negative Korrelation ($r = -0,79$; $p < 0,01$) zur Lebensqualität bei älteren Patienten und Patientinnen mit CHI, gemessen mit dem *Chronic Heart Failure Questionnaire*. Eine gute Korrelation mit $r = 0,55$ ($p < 0,05$) zwischen der Subskala „körperliche Leistungsfähigkeit“ (KÖFU) des *SF - 36* bei Senioren und Seniorinnen findet sich bei Harada et al. (1999).

Der Review kommt zu dem Schluss, dass die Reliabilität des 6min Geh – Tests durch eine Standardisierung des Ablaufs und die Durchführung wenigstens zweier Probedurchgänge verbessert werden kann sowie „dass der 6min Geh-Test einfach durchzuführen ist, besser vertragen wird und im Vergleich zu den anderen Geh – Tests (12min Geh – Test, 2min Geh – Test, self – paced Geh – Test und Shuttle Geh – Test) die Aktivitäten des täglichen Lebens besser widerspiegelt. Deshalb ist der 6min Geh – Test derzeit der Test der Wahl bezüglich funktionellen Geh – Tests für klinische und Forschungszwecke“ (vgl. Solway et al. 2001, S. 268).

Die American Thoracic Society (ATS) verfasste im Jahr 2002 einen Leitfaden zur standardisierten Durchführung des 6min Geh – Tests. Neben den praktischen Hinweisen zur standardisierten Durchführung (siehe 4.7.1) hebt dieser Artikel nochmals die besondere Eignung des 6min Geh – Tests zur Bestimmung der funktionellen Leistungsfähigkeit hinsichtlich alltäglicher körperlicher Aktivität hervor. Dieses wird dadurch begründet, „dass der 6min Geh – Test das submaximale Beanspruchungsniveau der funktionalen Kapazität beurteilt und [...] die meisten Aktivitäten des täglichen Lebens auf diesem submaximalen Anstrengungslevel erfolgen“ (vgl. ATS 2002, S. 111). Zudem wird darauf hingewiesen, dass der 6min Geh – Test einfach durchzuführen ist, ohne aufwendiges Material bzw. intensive Schulung des betreuenden Personals. Mit dem 6min Geh – Test werden letztendlich alle Körpersysteme, welche bei Belastung beansprucht werden, bewertet. Das umfasst neben dem pulmonalen und kardiovaskulären System den systemischen Blutkreislauf sowie die periphere Blutversorgung, die neuromuskuläre Ansteuerung und den Muskelmetabolismus (vgl. ATS 2002).

Die Arbeit von Li et al. (2005) zeigte an einem Kollektiv von 78 gesunden Kindern, dass der 6min Geh – Test ein reliabler und valider funktioneller Test zur Beurteilung der Belastungstoleranz und Ausdauer bei Kindern ist. Es gab keinen signifikanten Unterschied der Gehstrecken bei zwei Messungen im Abstand von 2 bis 4 Wochen ($662,21 \pm 55,1$ vs. $677,23 \pm 50,8$ m; $p = 0,56$), zudem konnte eine signifikante Korrelation zwischen der Gehstrecke und der VO_{2max} von $r = 0,44$ ($p < 0,0001$) nachgewiesen werden.

Cataneo et al. (2010) belegten an 51 Patienten, welche aus unterschiedlicher Genese eine präoperative Spirometrie erhielten, eine gute Korrelation der Gehstrecke zur VO_{2max} mit $r = 0,611$ ($p < 0,005$). Dem 6min Geh – Test wird eine sehr gute Spezifität bescheinigt. Daher wurde mit großer Sicherheit geschlossen, dass Patienten mit einer Gehstrecke > 500 m mit hoher Wahrscheinlichkeit eine $VO_{2max} > 25$ ml/kg/min aufweisen. Der Umkehrschluss, dass Patienten mit einer Gehstrecke von < 500 m eine $VO_{2max} < 25$ ml/kg/min aufweisen, trifft aufgrund geringer Sensivität nicht zu.

Eine Formel zur Berechnung der VO_{2max} ausgehend von der Gehstrecke entwickelten Ross et al. (2010).

Eine Verbesserung der kardio – respiratorischen Fitness durch Training kann bei älteren Männer jedoch nicht exakt mit dem 6min Geh – Test beurteilt werden. Zu diesem Ergebnis gelangten Santana et al. (2012), nachdem keine signifikante Korrelation zwischen den Veränderungen (vorher – nachher) der zurückgelegten Gehstrecke sowie der VO_{2max} nach einer Interventionsphase von 24 Wochen, mit drei Trainingseinheiten pro Woche, zu erkennen war ($r = 0,38$, $p = 0,097$).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der 6min Geh – Test bei ordnungsgemäßer Durchführung ein geeignetes Messinstrument der funktionellen Leistungsfähigkeit insbesondere hinsichtlich alltäglicher körperlicher Aktivität darstellt, mit dem Vorteil eines geringen apparativen wie personellen Aufwandes.

2.2.2 *Belastungsformen beim 6min Geh – Test*

Gemäß dem Leitfaden der ATS gilt der 6min Geh – Test als submaximales Testverfahren mit Intensitäten im Bereich der ventilatorischen Schwelle (vgl. ATS 2002). Bestätigt wird dies durch die ermittelten VO_{2max} - Werte von Riley et al. (1992) zwischen $11,7 \pm 2,9$ und $12,6 \pm 2,8$ ml/kg/min bei Gehstrecken zwischen $352,0 \pm 81,0$ und $375,0 \pm 84,0$ m in drei aufeinander folgenden Tests bei Patienten und Patientinnen mit CHI, welche einer Beanspruchung der VO_{2max} zwischen 72% und 77% entspricht. Auch für Patienten und Patientinnen mit KHK ermittelte Gayda et al. (2004) VO_{2max} – Werte mittels 6min Geh – Test, welche sich nicht signifikant von den VO_{2max} – Werten im Bereich der ventilatorischen Schwelle des symptomlimitierten Ergometerstufentest unterschieden ($14,27 \pm 2,94$ vs. $13,4 \pm 2,65$ ml/kg/min; $p < 0,5$) und verweist auf das Potential des 6min Geh - Test zur Intensitätssteuerung bei der Trainingsplanung.

Kervio et al. (2003) kamen zu dem Ergebnis, dass der 6min Geh – Test einen submaximalen Belastungstest mit einem sehr hohen Intensitätslevel (80% der VO_{2max}), darstellt. In einer Studie bei gesunden Senioren und Seniorinnen fanden sie in fünf aufeinander folgenden Tests innerhalb von zwei Tagen Werte für die VO_{2max} ($22,0 \pm 1,2$ bis $23,8 \pm 1,8$ ml/kg/min, entsprechend $73,2 \pm 4,0$ bzw. $79,6 \pm 4,5\%$ der VO_{2max} bei einer Gehstrecke von $524,8 \pm 19,0$ bis $570,1 \pm 22,7$ m), die signifikant oberhalb der ventilatorischen Schwelle der Probanden lagen ($23,8 \pm 1,8$ vs. $19,5 \pm 0,9$ ml/kg/min; $p < 0,01$).

Diese Beobachtung teilen auch die Arbeiten von Kervio et al. (2004a; 2004b), Faggiano et al. (1997) und Foray et al. (1996). Sie finden eine Beanspruchung beim 6min Geh - Test über der ventilatorischen Schwelle. Im Einzelnen beträgt sie bei Kervio et al. (2004a) 75 bis 90%, bei Kervio et al. (2004b) $90,5 \pm 11,1$ bzw. $93,0 \pm 13,2\%$, bei Faggiano et al. (1997) 86% und bei Foray et al. (1996) $> 85\%$ der VO_{2max} , alle in Bezug auf Patienten und Patientinnen mit CHI. Die Autoren nehmen dementsprechend an, dass auch anaerobe Anteile der Energiebereitstellung bei der Durchführung eines 6min Geh – Test eine Rolle spielen. Diese vermuten ebenso Opasich et al. (2001) und auch Gayda et al. (2004) schließen insbesondere für ältere Patienten und Patientinnen mit KHK in der kardialen Rehabilitation die Möglichkeit einer maximalen Belastung durch den 6min Geh - Test nicht aus.

Aussagen zur metabolischen Beanspruchung während des 6min Geh - Tests findet man in zwei Studien. Beneke und Meyer (1997) ermittelten Blutlaktatwerte vor und nach einer Intervention von $1,0 \pm 0,3\text{mmol/l}$ bei $244,8 \pm 79,2\text{m}$ bzw. $1,1 \pm 0,2\text{mmol/l}$ bei $417,6 \pm 10,8\text{m}$ für Patienten und Patientinnen mit CHI, und Troosters et al. (1999) $2,9 \pm 2,0\text{mmol/l}$ bei $631,0 \pm 93,0\text{m}$ für gesunde Männer und Frauen.

2.2.3 *Gehstrecke beeinflussende Faktoren*

Grundsätzlich gilt es zu bedenken, dass sich sowohl beeinflussbare Modalitäten der Testdurchführung als auch zum Teil unbeeinflussbare personenbezogene Variablen auf die Gehleistungsfähigkeit beim 6min Geh – Test auswirken.

Die wichtigsten personenbezogenen Faktoren, welche die Gehleistung beeinflussen, sind bei Normalpersonen sowie Herzpatienten und Herzpatientinnen das Geschlecht und das Alter (vgl. Opasich et al. 2004; Gibbons et al. 2001; Enright und Sherrill 1998; Troosters et al. 1999; Bendall et al. 1989) sowie Größe und Gewicht (Troosters et al. 1999; Enright und Sherrill 1998; Bendall et al. 1989). Weiterhin kann die Wadenkraft (Bendall et al. 1989) ebenso wie der Gesundheitszustand (Enright et al. 2003; Bendall et al. 1989) Einfluss auf die Gehstrecke haben. Nach einem kardiologischen oder herzchirurgischen Eingriff sollten das Alter und Komorbidität, insbesondere Diabetes mellitus,

chronische Niereninsuffizienz, COPD sowie cerebrovaskuläre Erkrankungen und bei Männern zusätzlich die LVEF, berücksichtigt werden (Opasich et al. 2004).

Eine zentrale Rolle nimmt der Aktivitätsstatus der Probanden ein. Besonders prägnant zeigt sich dessen Einfluss anhand der deutlichen Unterschiede in der Gehstrecke bei älteren Menschen. So konnten Rikli und Jones (1998) zeigen, dass aktive Personen, welche sich mehr als drei mal wöchentlich körperlich regelmäßig belasten (so dass sie verstärkt atmen müssen, der Puls ansteigt und/oder sie ins Schwitzen kommen), durchschnittlich mehr als 25% weiter gehen als weniger Aktive ($591,9 \pm 74,9\text{m}$ vs. $469,1 \pm 71,2\text{m}$; $p < 0,0001$).

Auch Heimbewohner gehen 44% weniger ($p < 0,0001$) als selbstständig lebende Altersgenossen (Harada et al. 1999). Bendall et al. (1989) berichten ebenfalls über den Einfluss des Aktivitätslevels auf die Leistung im 6min Geh - Test.

Als ein weiterer Aspekt, welcher die Gehleistung beeinflussen kann, muss die Medikation der Patienten bedacht werden. Der Review von Olsson et al. (2005) fasst die Studienlage der Jahre 1988 – 2004 zusammen, mit dem Ziel, zu untersuchen inwieweit anhand des 6min Geh – Tests die Effektivität medikamentöser Interventionen bei Patienten mit CHI beurteilt werden kann. Im Rahmen des Review erhärtet sich der Verdacht, dass bei älteren und leistungsschwachen Patienten und Patientinnen mit CHI die Gabe von Angiotensin – Converting – Enzym - Hemmern (ACE - Hemmern) einen Einfluss auf die Gehstrecke im 6min Geh - Test haben könnte. Dies wird unterstützt durch die Feststellung, dass eine 10-wöchige Gabe von *Perindopril*® die Gehleistung bei älteren Patienten mit CHI signifikant erhöht ($37,1$ vs. $-0,3\text{m}$; $p < 0,001$) (vgl. Hutcheon et al. 2002).

Guyatt et al. (1984) fanden heraus, dass Aufmunterung während des Tests die erzielten Ergebnisse um mehr als 6% ($p < 0,02$) verbessert. Da dieser Einfluss in Größenordnungen von Interventionseffekten liegt, wird auf die Bedeutung der Standardisierung des Testverfahrens hingewiesen.

Dieser Standardisierung wird Folge geleistet durch den Leitfaden der ATS (siehe auch 2.2.1). Entsprechend beinhaltet der Leitfaden eine standardisierte verbale Testanweisung für die Probanden. Diese ist im Wortlaut auf das wesentliche reduziert und wird dem Probanden während des Tests jede Minute übermittelt (siehe auch 4.7.1). Des Weiteren wird auf die standardisierte Ausführung als Einzeltest auf einem Korridorparcours hingewiesen und auf die Bedeutung der

Parcourlänge eingegangen. So hat sich eine Länge von 30m als die am häufigsten verwendete herausgestellt. Kürzere Parcourslängen führen zu einer Reduzierung der Gehstrecke, da die Probanden genötigt sind öfter zu wenden und dabei Zeit verloren geht. Bezüglich der Parcoursgestaltung wird auf eine unveröffentlichte Studie von Weiss et al. (2000) verwiesen, die aufzeigte, dass Patienten mit schwerer COPD auf ovalem Parcours im Mittel bis etwa 30,0m weitere Gehstrecken erreichen (vgl. ATS 2002).

2.3 Einsatz von Schrittzählern zur Bestimmung der körperlichen Aktivität

Schrittzähler stellen kostengünstige und einfach zu handhabende Messgeräte dar, welche sich dementsprechend immer größerer Beliebtheit bei der Untersuchung klinischer wie experimenteller Fragestellungen erfreuen. Besonders häufig werden Schrittzähler zur Bestimmung der körperlichen Aktivität herangezogen.

Das Funktionsprinzip der in den 1990er Jahren entwickelten elektrischen Schrittzähler basiert auf einem federnd gelagerten Hebelarm, welcher durch die vertikale Beschleunigung der Hüften bei der Gehbewegung ausgelenkt wird (vgl. Bassett et al. 2008).

Ein Review von Tudor - Locke et al. (2002) untersuchte anhand von 25 Primärstudien (ab dem Jahre 1980) das Ausmaß des Zusammenhangs (konvergente Validität) von Schrittzählern im Vergleich zu anderen Messverfahren der körperlichen Aktivität, wie Beschleunigungsmessern, Beobachtung, Energieverbrauch oder Eigenangaben zur körperlichen Aktivität. Hierbei stellte sich eine sehr gute Übereinstimmung von Schrittzählern und Beschleunigungsmessern dar (median $r = 0,86$; p nicht angegeben). Ebenfalls stark korrelieren die Zeit, welche man mit einer beobachteten Aktivität verbringt, und das Ergebnis der Schrittzähler (median $r = 0,82$; p nicht angegeben). Deutlich geringer zeigte sich der Zusammenhang zwischen dem Ergebnis der Schrittzähler und dem Energieverbrauch (median $r = 0,68$; p nicht angegeben) und den Eigenangaben zur körperlichen Aktivität ($r = 0,33$; p nicht angegeben).

Ein weiterer Review (29 Primärstudien, Zeitraum 1980 – 2004; vgl. Tudor – Locke et al. 2004) zeigt eine schwach negative Korrelation zwischen der durch Schrittzähler bestimmten körperlichen Aktivität und dem Alter (median $r = -0,21$; p

nicht angegeben), dem BMI (median $r = -0,27$; p nicht angegeben) und dem prozentualen Übergewicht (median $r = -0,22$). Schwach bis mittelmäßige Zusammenhänge fanden sich für den 6min Geh – Test (median $r = 0,69$; p nicht angegeben), den *timed treadmill test* (median $r = 0,41$; p nicht angegeben) und die VO_{2max} (median $r = 0,22$, p nicht angegeben).

Des Weiteren liegen Publikationen vor, die sich dem Gebrauch von Schrittzählern bei Kindern und Jugendlichen widmen.

De Vries et al. (2006) stellten im Rahmen eines Review zur Qualität von Bewegungssensoren bei der Bestimmung der körperlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen (2 – 18 Jahre) eine schwache Reproduzierbarkeit für den *Digi – Walker* bei Kindern (8 – 12 Jahre) fest.

Selbige Autoren kommen mit ihrem Review 2009 zu der Erkenntnis, dass die Schrittzählermodelle *Digi - Walker*, *Walk4Life* und *Sun TrekLINQ* reliable, valide und praktikable Messinstrumente zur Bestimmung der körperlichen Aktivität bei Jugendlichen darstellen (vgl. de Vries et al. 2009). Im Einzelnen ergab der Review eine Zunahme der intrainstrumentellen Reliabilität mit Zunahme der Beobachtungstage beim Modell *Digi – Walker* (ICC = 0,69 bei zwei Tagen bis ICC = 0,83 bei sechs Tagen) und auch die interinstrumentelle Reliabilität des *Digi – Walkers* war hoch (ICC = 0,73 bis 0,96). Vergleichbare Ergebnisse fanden sich auch für die interinstrumentelle Reliabilität der Modelle *Walk4Life* und *Sun TrekLINQ*. Die Korrelation zwischen der gemessenen Schrittzahl des *Digi – Walkers* und den beobachteten Schritten war mittel bis hoch ($r = 0,59$ bis 0,90; p nicht angegeben) bei drei bis elfjährigen Kindern. Eine hohe Übereinstimmung zeigte sich zwischen den gemessenen und den beobachteten Schritten beim *Walk4Life* (ICC = 0,83) und etwas geringer (ICC = 0,64) für den *Sun TrekLINQ* Schrittzähler. Zudem zeigte sich ein großer Zusammenhang zwischen der gemessenen Schrittzahl des *Digi – Walkers* und den Ergebnissen ein- bzw. dreiachsiger Beschleunigungsmesser ($r = 0,66$ bis 0,88) sowie ein geringer bezüglich Selbstangaben zur körperlichen Aktivität ($r = 0,04$ bis 0,39).

Auch Mc Namara et al. (2010) folgern aus der Auswertung von 25 Primärstudien, dass Schrittzähler effektiv zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen (4 – 20 Jahre) eingesetzt werden können.

Rush et al. (2012) ermittelten in einer Studie mit 34 Kindern im Alter zwischen acht und elf Jahren einen mäßigen Zusammenhang (konvergente Validität)

zwischen dem Schrittzähler *Digiwalker SW 200* und dem Bewegungsmesser *Actical* ($r = 0,61$; $KI_{0,95} = 0,38; 0,76$) und empfehlen den Einsatz von Schrittzählern zur Identifikation von Kindern mit geringer körperlicher Aktivität sowie zur Überprüfung von Maßnahmen, welche der Steigerung der körperlichen Aktivität dienen.

Als ein valides, reliables und objektives Messgerät zur Bestimmung der Aktivität bei Kindern (> 5 Jahre) werden Schrittzähler bei Clemes und Biddle (2013) beschrieben.

De Craemer et al. (2014) belegen einen starken Zusammenhang (pro Stunde: $r = 0,92$; pro Tag: $r = 0,89$) zwischen den ermittelten Schrittzahlen des Schrittzählers *Omron Walking Style Pro* und der Schrittzählerfunktion des Bewegungsmesser *GT1M Actigraph* anhand eines Kollektivs von 41 Vorschulkindern ($5,43 \pm 0,63$ Jahre) und deklarieren beide Messinstrumente als valide zur Bestimmung der körperlichen Aktivität von Vorschulkindern.

Kenyon et al. verfassten 2013 einen Review bezüglich des Einsatzes von Schrittzählern bei Kindern und Erwachsenen mit körperlicher Behinderung. Die Auswertung der sieben Primärstudien ergab einen mittelmäßigen bis sehr guten Zusammenhang zwischen den gemessenen und den beobachteten Schrittzahlen (ICC 0,52 bis 0,87). Demzufolge schlussfolgern die Autoren, dass ein Einsatz von Schrittzählern im Rahmen klinischer oder Forschungszwecke bei Kindern und Erwachsenen mit körperlicher Behinderung gerechtfertigt erscheint.

Mit dem Vergleich unterschiedlicher Schrittzählermodelle befassten sich die Arbeiten von Le Masurier et al. (2004) Schneider et al. (2004) und Melanson et al. (2004).

Beim Vergleich der Schrittzähler *Yamax Digi - Walker SW – 200*, *Omron Hj – 105* und *Sportline 330* stellte sich das Modell *Yamax Digi - Walker SW – 200* als dasjenige heraus, welches sowohl unter kontrollierten als auch unter alltäglichen Rahmenbedingungen am exaktesten die Schrittzahl bestimmt. Als Referenz wurde der Bewegungsmesser CSA verwendet (vgl. Le Masurier et al. 2004). Die Untersuchung von Schneider et al. (2004) mit 13 verschiedenen Schrittzählern über einen Zeitraum von 24h ergab, dass sich die Modelle *Kenz Lifecorder* (Mittelwertunterschied: -703 ± 1537 ; $KI_{0,95} = -1472; 17$) , *New –Lifestyles 2000* (Mittelwertunterschied: 206 ± 1539 ; $KI_{0,95} = -514; 926$) und *Yamax Digi – Walker SW – 701* (Mittelwertunterschied: 426 ± 1547 ; $KI_{0,95} = -298; 1149$) nicht signifikant

von dem Referenz Schrittzähler *Yamax Digi – Walker – 200* bezüglich der Schrittzahl unterschieden. Daher erscheinen die eben genannten Modelle, inklusive Referenz Schrittzähler, für die meisten Verwendungszwecke als geeignet. Der *Sportline 330* (Mittelwertunterschied: 443 ± 1885 ; $KI_{0,95} = -439$; 1325) unterscheidet sich ebenfalls nicht signifikant vom Referenz Schrittzähler, jedoch hat er sich bereits in vorherigen Untersuchungen als nicht reliabel erwiesen. Daher kann für ihn nicht die gleiche Empfehlung gelten (vgl. Schneider et al. 2003).

Die übrigen untersuchten Modelle unterschieden sich signifikant im Vergleich zum Referenz Schrittzähler *Yamax Digi – Walker – 200* in Bezug auf die Schrittzahl. So unterschätzten die Modelle *Freestyle Pacer Pro* (Mittelwertunterschied: -2445 ± 2157 ; $KI_{0,95} = -3454$; -1436), *Accusplit Alliance 1510* (Mittelwertunterschied: -2189 ± 2697 ; $KI_{0,95} = -3451$; -926) *Yamax Skeletone EM – 180* (Mittelwertunterschied: -1161 ± 2279 ; $KI_{0,95} = -2228$; -94), *Colorado on the Move* (Mittelwertunterschied: -1042 ± -2146 ; $KI_{0,95} = -2407$; -38) und *Sportline 345* (Mittelwertunterschied: -997 ± 1872 ; $KI_{0,95} = -1873$; -121) signifikant ($p < 0,05$) die Schrittzahl. Wohingegen die Modelle *Walk4Life LS 2525* (Mittelwertunterschied: 1099 ± 1833 , $KI_{0,95} = 241$; 1957), *Omron Hj – 105* (Mittelwertunterschied: 2266 ± 3019 ; $KI_{0,95} = 853$; 3679) und *Oregon scientific PE316CA* (Mittelwertunterschied: 3636 ± 2662 ; $KI_{0,95} = 2390$; 4882) die Schrittzahl signifikant ($p < 0,05$) überschätzten.

Melanson et al. (2004) befassten sich mit dem Vergleich von Schrittzählermodellen mit unterschiedlichem Funktionsprinzip. Sie wiesen anhand eines Kollektivs von 32 Probanden nach, dass die Messgenauigkeit eines, auf einem piezoelektrischen Prinzip funktionierenden Schrittzählers (*Omron Hf - 100*) (>97%), die eines klassischen Schrittzählers (*Walk4Life LS – 2500* und *Step Keeper HSB – SKM*) mit federnd gelagertem Hebelarm (52 – 95%) bei einer Gehgeschwindigkeit von umgerechnet 2,9 bis 3,22km/h übertrifft. Selbiges Ergebnis zeigte sich auch für eine Gehgeschwindigkeit von umgerechnet 1,61km/h ($56,4 \pm 33,8\%$ vs. 7 – 20%).

Generell hat es den Anschein, dass die Messgenauigkeit der Schrittzähler dem Einfluss der Gehgeschwindigkeit unterliegt.

In diesem Zusammenhang fand Rowland et al. (2007) anhand von neun männlichen Läufern heraus, dass die mit dem *Yamax Digi – Walker – 200*

gemessene Schrittzahl sehr gut mit der tatsächlichen Schrittzahl bis zu einer Geschwindigkeit von 20km/h übereinstimmt ($r = 0,97$, $p < 0,001$). Ab einer Geschwindigkeit von mehr als 20km/h unterschätzt der Schrittzähler die tatsächliche Anzahl an Schritten. Cyarto et al. (2004) weisen daraufhin, dass eine langsame Gehgeschwindigkeit und Gangstörungen den Einsatz von Schrittzählern bei Senioren und Seniorinnen erschweren. So unterschätzte die Schrittzahlbestimmung mittels Schrittzähler (*Yamax Digi – Walker – 200*) bei 26 Bewohnern eines Altenheims die tatsächliche Anzahl an Schritten um 74% (bei langsamer Gehgeschwindigkeit), 55% (bei mittlerer Gehgeschwindigkeit) und 46% (bei schneller Gehgeschwindigkeit) ($p < 0,0001$). Weitere Hinweise auf eine mögliche Unter- bzw. Überschätzung der tatsächlichen Schrittzahl abhängig von der Gehgeschwindigkeit finden sich bei Bassett et al. 2008 sowie geringer Schrittlänge und Schrittzahl bzw. allgemein langsamer Gehgeschwindigkeit bei Mc Clain und Tudor – Locke 2009.

Jehn et al. (2009) ließen 50 Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz bei Durchführung eines 6min Geh – Tests einen Schrittzähler tragen. Dabei zeigte sich der Schrittzähler bei einer Gehgeschwindigkeit von 50m/min als unzuverlässig.

Ungeachtet ihrer Messgenauigkeit gelten Schrittzähler als ein wichtiges Instrument um Personen generell zu mehr körperliche Aktivität zu motivieren. Die Möglichkeit das eigene Fitnesslevel unkompliziert zu bestimmen, daraus individuelle (Tages-) Ziele zu definieren und selbige zu überprüfen, machen Schrittzähler zu einem äußerst nützlichen Hilfsmittel (vgl. Korkiagangas et al. 2010). Demzufolge wurden Schrittzähler bereits häufig nicht nur als valide Messinstrumente der individuellen Geleistung, sondern insbesondere als Feedbackinstrument und Motivationshilfe für Patienten bei einer Vielzahl von Interventionsprogrammen zur Steigerung der körperlichen Aktivität und Verbesserung der Lebensqualität verwendet. Wie der Review von Bravata et al. 2007, anhand der Auswertung von 26 Primärstudien belegt, hat die Verwendung von Schrittzählern dazu geführt, dass sich die tägliche Schrittzahl der Benutzer um 2491 Schritte ($KI_{0,95} = 1098$; 3885 Schritte/Tag; $p < 0,001$) erhöht hat im Vergleich zu Personen, die keinen Schrittzähler verwenden. Gemessen am eigenen Ausgangswert steigerten die Benutzer von Schrittzählern ihre körperliche Aktivität um 26,9%, was 2183 Schritten pro Tag ($KI_{0,95} = 1571$; 2796 Schritte/Tag;

$p < 0,0001$) entspricht. Die durch den Gebrauch von Schrittzählern vermehrte körperliche Aktivität führte zudem zu positiven Veränderungen bezüglich des BMI und des systolischen Blutdrucks. So senkte sich bei den Benutzern von Schrittzählern der BMI um 0,38 ($KI_{0,95} = 0,05; 0,72; p = 0,03$) und der systolische Blutdruck um 3,8mmHg ($KI_{0,95} = 1,7; 5,9\text{mmHg}; p < 0,001$) im Vergleich zu den Nicht – Benutzern. Wobei die Reduzierung des BMI stark mit einem höheren Alter ($p = 0,001$) und einem Tagesziel hinsichtlich der zu gehenden Schritte ($p = 0,04$) assoziiert war sowie die Reduzierung des systolischen Blutdrucks zusammenhing mit einem erhöhten Ausgangsblutdruck (vgl. Bravata et al. 2007). Ein weiterer Review von Richardson et al. 2008 verdeutlicht den effektiven Einsatz von Schrittzählern zur Gewichtsreduktion ($-1,27\text{kg } KI_{0,95} = -1,85; -0,70 \text{ kg}$) als Folge eines gezielten Gehtrainings. Der Cochrane Review von Freak – Poli et al. 2013 konnte allerdings keine ausreichende Evidenz nachweisen, um die Effektivität von Schrittzählerinterventionen am Arbeitsplatz zu bewerten. Der positive Effekt von Schrittzählern auf das körperliche Aktivitätslevel konnte bereits in zahlreichen Interventionen bei verschiedenen Krankheitsbildern nachgewiesen werden: Diabetes (vgl. Diedrich et al. 2010, Furber et al. 2008), COPD (Hospes et al. 2009), adipöse Senioren (Sugden et al. 2008, Pal et al. 2009), gesunde Erwachsene (Marshall et al. 2009, Tudor – Locke und Lutes 2009), Patienten mit unspezifischen Rückenschmerzen (Krein et al. 2010, McDonough et al. 2010) und Patienten mit muskuloskeletalen Erkrankungen (Mansi et al. 2014).

Vor allem bei Personen, die im Alltag viel sitzen, konnte durch den Gebrauch von Schrittzählern ein Anstieg der körperlichen Aktivität beobachtet werden (vgl. Clarke et al. 2007, Chan et al. 2004, De Cocker et al. 2008, Swartz et al. 2003, Aittasalo et al. 2006).

Insgesamt stellt sich die Studienlage zu Schrittzählern als äußerst heterogen dar. Neben klaren Empfehlungen zur Verwendung von Schrittzählern als valides Messinstrument zur Bestimmung der körperlichen Aktivität, weisen einige Quellen auf die abweichende Messqualität unterschiedlicher Modelle hin bzw. erscheint laut gesichteter Literatur eine grundsätzliche Divergenz der Messgenauigkeit bei entsprechenden körperlichen Einschränkungen vorzuherrschen. Ungeachtet dessen finden sich Belege dafür, dass Schrittzähler allein durch motivationspsychologische Aspekte zu vermehrter körperlicher Aktivität beitragen.

2.4 Zweckmäßigkeit eines modifizierten 6min Geh – Tests zur Trainingsevaluation im Rahmen des Individuellen Gesundheitsmanagements (IGM)

Die nähere Beleuchtung dieser Thematik erscheint aus oben genannten Gründen ebenso interessant wie notwendig: Der nach den Richtlinien der American Thoracic Society (ATS) standardisiert durchgeführte 6min Geh – Test hat sich als ein sicher durchführbares, valides und reliables Testverfahren der funktionellen Leistungsfähigkeit herausgestellt. Mit der vorliegenden Arbeit soll nun untersucht werden, inwieweit der 6min Geh – Test in einer modifizierten Version als valides Testverfahren zur Selbsttestung der individuellen Leistungsfähigkeit verwendet werden kann. In diesem Fall könnte der bisher verwendete Standard 6min Geh - Test als Verfahren zur Trainingssteuerung und Ergebnisevaluation eines moderat dosierten Trainingsprogramms, wie es im Rahmen des Individuellen Gesundheitsmanagements (IGM) angewendet wird, ersetzt werden. Die Modifikation beinhaltet, dass der Test nicht wie bisher im Rahmen eines festen Testaufbaus entlang eines vorgeschriebenen Parcours absolviert werden müsste, sondern die Streckenführung individuell gestaltet werden könnte. Eine einmalige Schrittlängenbestimmung eröffnet die Möglichkeit, fortan selbstständig über die in 6min zurückgelegte Schrittzahl (gemessen mit einem Schrittzähler) die Gehstrecke zu berechnen ($\text{Schrittzahl in 6min} \cdot \text{Schrittlänge [m]} = \text{Gehstrecke [m]}$). Die Implementierung der modifizierten Form des 6min Geh – Tests brächte für den Anwender eine deutliche Erleichterung im Sinne der selbständigen individuellen Überprüfung des persönlichen Leistungszuwachses. Es steht ihm ein Feedbackinstrument bezüglich seiner körperlichen Leistungsfähigkeit zur Verfügung, welches ihm erlaubt über Ort und Zeit der Testung frei zu entscheiden. Allerdings unter der Voraussetzung, dass der Ort bzw. das Testgelände eine ebene Fläche bildet. Die objektive Feststellung des Ist – Zustandes wie auch des Zugewinns an körperlicher Aktivität lägen in der Hand des Betroffenen. Der Anwender wird damit in seiner aktiven Rolle als Manager seiner eigenen Gesundheit bestärkt.

3 Fragestellung

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer Äquivalenzstudie nachzuweisen, dass die individuelle Leistungsfähigkeit anhand einer modifizierten Version des 6min Geh – Tests, mit individueller Schrittlängenbestimmung und freier Streckenwahl, im Wesentlichen gleich gut (äquivalent) bestimmt werden kann, wie mit dem nach den Richtlinien der ATS standardisiert durchgeführten 6min Geh – Test.

Die Arbeit verfolgt deshalb folgende Fragestellungen:

- 1) Bildet die verwendete Methode, die eine individuelle Schrittlänge anhand einer Teststrecke von 10 Schritten misst, die durchschnittliche Schrittlänge während eines 6min Geh – Tests zuverlässig ab?
- 2) Kann ein modifizierter 6min Geh – Test, basierend auf Messung der Schrittlänge und Schrittzahl, bei freier Wahl der Streckenführung und Zeitvorgabe 6min, die Gehstrecke im Wesentlichen gleich gut ermitteln, wie der standardisierte 6min Geh - Test über einen vorgegebenen Parcours?

4 Methodik

4.1 Pilot – Versuch

15 Probanden absolvierten im Rahmen einer Pilot Phase einen 6min Geh - Test entlang des vorgeschriebenen 30m Parcours und anschließend einen 6min Geh - Test mit Schrittzähler und frei wählbarer Streckenführung. Die Gruppe war im Durchschnitt $54,3 \pm 23$ Jahre alt, $173,2 \pm 10,8$ cm groß und wog $77,5 \pm 16,7$ kg. Sie setzte sich aus sieben Männern und acht Frauen zusammen (siehe Tab. 1).

Alle Probanden waren zum Zeitpunkt des Pilot – Versuchs im August 2011 Kurgäste der Stadt Bad Füssing und nahmen freiwillig an den Tests teil. Sie wurden von ihren jeweiligen Fachtherapeuten / Leistungserbringern im Bereich Nordic Walking im Vorfeld über die Studie informiert und zu ihrer Teilnahme befragt. Für die Fachtherapeuten fand ein Treffen am 18.05.2011 in Bad Füssing statt, in dem die Ziele und Umsetzung der Studie erläutert wurden.

Tab. 1: Anthropometrische Kenngrößen der Pilotstichprobe (n=15) gesamt und Aufteilung nach Geschlecht

Variable	Gesamt			Männer			Frauen		
	MW	±	SD	MW	±	SD	MW	±	SD
Alter [a]	54,3	±	23	47,9	±	26,7	60	±	17,9
Größe [cm]	173,2	±	10,8	181,7	±	6,9	165,8	±	6,5
Gewicht [kg]	77,5	±	16,7	81,3	±	16,7	74,1	±	14,8
BMI [kg/m ²]	26,3	±	5,3	25,2	±	3,5	27,2	±	6
Anzahl [n]	15			7			8		

Der Pilotversuch diente dazu, empirische Werte für die gemessenen Gehstrecken und damit Anhaltspunkte für die Verteilung der Werte und ihrer Differenzen aus den beiden Messdurchgängen zu erhalten. Diese Werte dienten als Orientierung für die Festsetzung des notwendigen Stichprobenumfangs für den Hauptversuch. Der Vorversuch erbrachte an 15 Probanden folgende Ergebnisse für die Gehstrecke:

Mw 1 (Standard/ATS) = 588,6m / SD = 110,0m

Mw 2 (modifiziert/IGM) = 590,9m / SD = 119,8m

Differenz Mw 1 – Mw 2 = -2,3m / SD = 58,3m

95%-Vertrauensbereich für die Differenz: -34,6 bis 30,0m

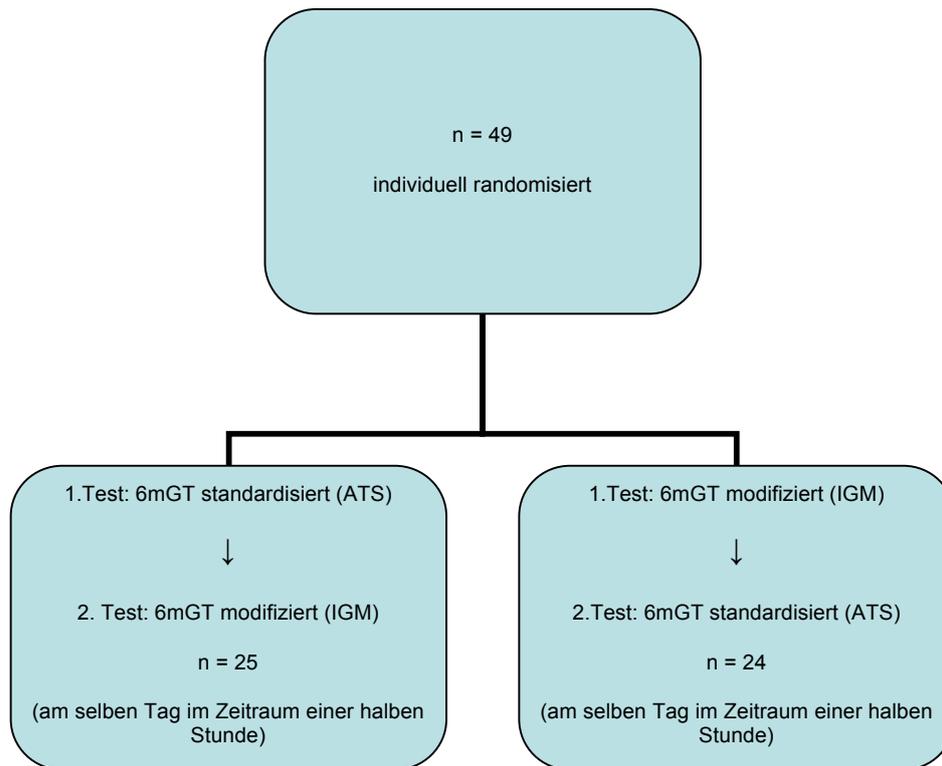
4.2 Studiendesign

Zur Überprüfung der Möglichkeit, den Standard 6min Geh – Test (ATS) durch eine modifizierte Testversion (IGM) zur Bestimmung der individuellen Leistungsfähigkeit ersetzen zu können, wurde an den Standorten Bad Füssing und Bad Kötzing eine Äquivalenzstudie mit individuell balancierter Randomisierung im cross - over Design durchgeführt.

Das Studienprotokoll wurde nach Beginn der Studie um eine Messung erweitert. Diese sollte Aufschluss über die Genauigkeit der verwendeten Schrittlängenbestimmung geben.

Die notwendigen n = 49 Probanden zur Untersuchung der Hauptfragestellung (im Folgenden synonym auch mit der Bezeichnung Testdurchgang 1 gebraucht) absolvierten am Testtag, im Abstand einiger Minuten Pause, hintereinander die zwei Geh – Tests. Die Reihenfolge (standardisierte gefolgt von modifizierter Variante, bzw. umgekehrt) wurde für jeden Probanden per Zufall individuell vor Testbeginn festgelegt (siehe 4.6) (siehe Abb. 1)

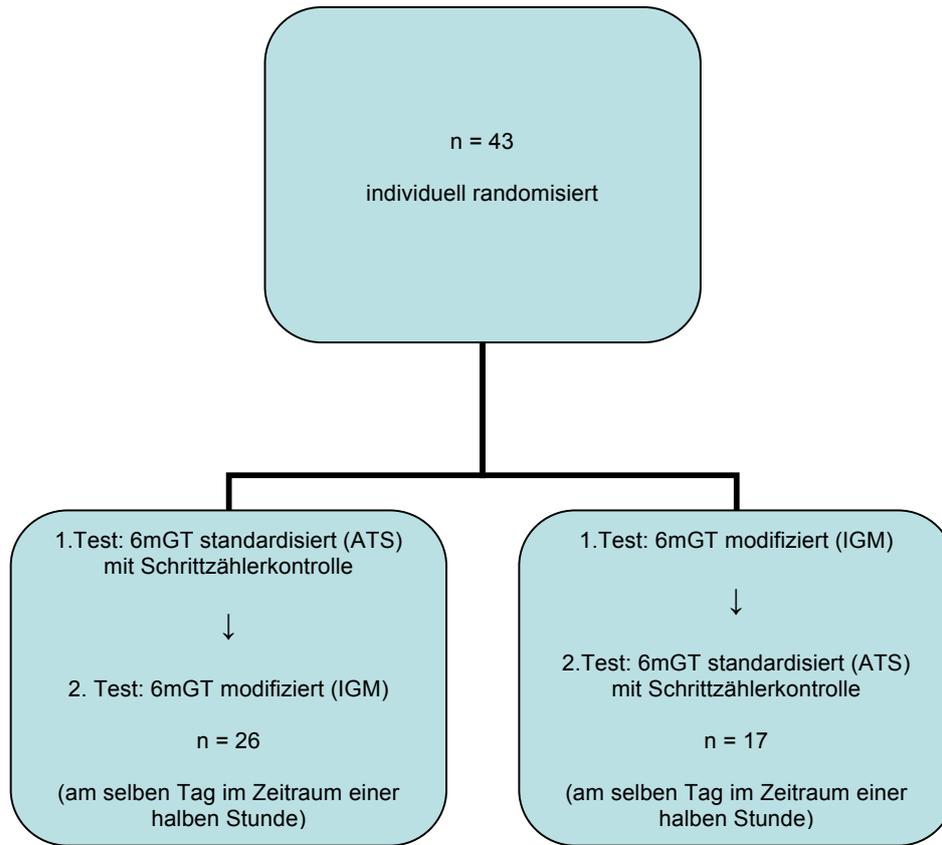
Abb. 1: Studiendesign für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)



Ein weiterer Test wurde an einer zusätzlichen Stichprobe von $n = 43$ Patienten durchgeführt (im Folgenden synonym auch mit der Bezeichnung Testdurchgang 2 gebraucht). Dieser folgte dem gleichen Ablauf, mit dem Unterschied, dass auch beim standardisierten Geh – Test die Schrittzahl mittels Schrittzähler bestimmt wurde (siehe Abb. 2). Somit konnte alternativ zur verwendeten Methode (siehe 4.7.5) über die zurückgelegte Gehstrecke und die Anzahl der Schritte die Schrittlänge der Probanden berechnet werden.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen wurden vorher über die Ziele und Risiken der Studie informiert und insbesondere über die Freiwilligkeit der Teilnahme aufgeklärt. Alle Probanden willigten mündlich ausdrücklich in die Teilnahme an der Studie ein.

Abb. 2: Studiendesign für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)



4.3 Fallzahlschätzung

Aus den Ergebnissen des Pilot - Versuchs ergaben sich folgende Annahmen für die Stichprobenabschätzung:

Äquivalenzbereich für die Differenz: -30 bis 30m

Erwartete Differenz: 0m

Standardabweichung der Differenz: 50m

Signifikanzniveau (1-seitig): 0,05

Power: 0,80

Der verwendete Algorithmus (nQuery 4.0) erbrachte eine notwendige Fallzahl von 49 Probanden, die mit beiden Verfahren zu messen sind, d.h. bei einer Fallzahl von 49 pro Gruppe hat ein Zweigruppen- oder cross – over - Test eine Teststärke von 80%, die Nullhypothese auf dem 5%-Signifikanzniveau zu verwerfen, dass die Messwertdifferenz kleiner -30 oder größer +30 ist (beide Messungen sind nicht

äquivalent), unter der Annahme, dass die erwartete Differenz 0 ist und die gemeinsame Standardabweichung der Differenz 50 beträgt.

Die für den Hauptversuch zu planende Stichprobengröße wurde daher auf 50 Probanden festgesetzt (vgl. Elashoff 2002, S.32).

4.4 Studienteilnehmer

4.4.1 *Ort und Zeit der Datenerhebung und Einschlusskriterien*

Alle Teilnehmer der Studie waren zum Zeitpunkt der Messungen im November 2011 und April 2012 Patienten in der TCM Klinik Bad Kötzting. Der 6min Geh – Test ist ein fester Bestandteil der Therapiemaßnahmen in besagter Klinik. Im Vorfeld der Messungen wurden die Teilnehmer von der Physiotherapeutin der Klinik auf die Studie angesprochen. Die teilnehmenden Probanden wurden von ihr über den Ort und Zeitpunkt der Messung informiert und bereits im Voraus mit dem Ablauf des 6min Geh – Tests vertraut gemacht. Die Geh – Tests wurden in den Tagesablauf der Patienten integriert.

Ausgeschlossen wurden gemäß des Leitfadens der ATS Teilnehmer mit instabiler Angina pectoris oder stattgehabtem Herzinfarkt im letzten Monat. Unter ärztlicher Rücksprache wurden Teilnehmer und Teilnehmerinnen mit einem Ruhepuls über 120 Schlägen pro Minute, systolischem Blutdruck über 180mmHg oder diastolischem Blutdruck über 100mmHg in die Studie aufgenommen (vgl. ATS 2002, S.112).

4.4.2 *Stichprobe für Vergleich 6min Geh - Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)*

Insgesamt vier der ursprünglich 53 getesteten Probanden konnten nicht in die Studie aufgenommen werden. Zwei Probanden mussten verletzungsbedingt die Messungen komplett abbrechen, bei zwei Teilnehmerinnen versagte der Schrittzähler. Somit gingen letztendlich die Messwerte von den notwendigen $n = 49$ Probanden in die Auswertung ein.

Die Stichprobe ($n = 49$) setzte sich aus 10 Männern und 39 Frauen zusammen. Das Durchschnittsalter betrug $50,7 \pm 13,6$ Jahre. Die Stichprobe wog $71,6 \pm 14,6$ kg bei einer durchschnittlichen Körpergröße von $169,1 \pm 10$ cm (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Anthropometrische Kenngrößen der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49) gesamt und Aufteilung nach Geschlecht

Variable	Gesamt			Männer			Frauen		
	MW	±	SD	MW	±	SD	MW	±	SD
Alter [a]	50,7	±	13,6	47,9	±	7,3	51,4	±	14,8
Größe [cm]	169,1	±	10	182,9	±	9,5	165,6	±	6,5
Gewicht [kg]	71,6	±	14,6	86,2	±	19,6	67,8	±	10,3
BMI [kg/m ²]	24,9	±	3,9	25,6	±	3,8	24,8	±	3,9
Anzahl [n]	49			10			39		

Die häufigsten Diagnosen der Stichprobe sind der ICD – 10 Gruppe der Psychischen- und Verhaltensstörungen (F00-F99) (25,1%) zugeordnet, gefolgt von Krankheiten des Muskel – Skelett – Systems und des Bindegewebes (M00-M99) (22,2%) und der Kategorie: Symptome, abnorme klinische Befunde und Laborbefunden, andernorts nicht klassifiziert (R00-R99) (9,9%) (s. Tab. 3).

Tab.3: Klinische Daten der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (mit Mehrfachangaben; n=243 Diagnosenennungen)

Diagnosen nach ICD - 10	n	%
Psychische- und Verhaltensstörungen (F00-F99)	61	25,1
KH des Muskel-Skelett-Systems & des Bindegewebes (M00-M99)	54	22,2
Symptome, abnorme klinische und Laborbefunde, andernorts nicht klassifiziert (R00-R99)	24	9,9
KH des Nervensystems (G00-G99)	20	8,2
Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechsel KH (E00-E90)	16	6,6
KH des Kreislaufsystems (I00-I99)	13	5,3
KH des Verdauungssystems (K00-K93)	9	3,7
Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen (S00-T98)	7	2,9
KH des Ohres & Proc. Mastoideus (H60-H95)	6	2,5
KH des Urogenitalsystems (N00-N99)	6	2,5
Faktoren, die den Gesundheitszustand beeinflussen und zur Inanspruchnahme des Gesundheitswesens führen (Z00-Z99)	6	2,5
Neubildungen (C00-D48)	5	2,1
KH der Haut und der Unterhaut (L00-L99)	4	1,6
KH des Atmungssystems (J00-J99)	4	1,6
KH des Auges und der Augenanhangsgebilde (H00-H59)	3	1,2
Bestimmte infektiöse und parasitäre KH (A00-B99)	2	0,8
KH des Blutes, der blutbildenden Organen, sowie bestimmte Störungen mit Beteiligung des Immunsystems (D50-D90)	2	0,8
SS, Geburt und Wochenbett (O00-O99)	1	0,4

4.4.3 Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)

Eine Teilnehmerin der ursprünglich 44 getesteten Probanden musste den Geh – Test aufgrund starker Knieschmerzen komplett abbrechen und konnte somit nicht in die Studie aufgenommen werden.

Demzufolge konnten die Ergebnisse von n = 43 Probanden ausgewertet werden. Diese Stichprobe (n = 43) setzte sich aus 10 Männern und 33 Frauen zusammen. Das Durchschnittsalter betrug $50 \pm 14,7$ Jahre. Die Stichprobe wog $73,7 \pm 17,3$ kg bei einer durchschnittlichen Körpergröße von $169,2 \pm 8,1$ cm (siehe Tab. 4).

Tab. 4: Anthropometrische Kenngrößen (n=43) der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43) gesamt und Aufteilung nach Geschlecht

Variable	Gesamt			Männer			Frauen		
	MW	±	SD	MW	±	SD	MW	±	SD
Alter [a]	50	±	14,7	44	±	18,2	51,9	±	13,3
Größe [cm]	169,2	±	8,1	180,1	±	6,5	165,9	±	5,1
Gewicht [kg]	73,7	±	17,3	79	±	22,7	72,1	±	15,4
BMI [kg/m^2]	25,8	±	5,7	24,4	±	6,4	26,2	±	5,5
Anzahl [n]	43			10			33		

Die häufigsten Diagnosen der Stichprobe sind der ICD – 10 Gruppe der Krankheiten des Muskel – Skelett – Systems und des Bindegewebes (M00-M99) zuzuordnen (22,8%), gefolgt von Psychischen- und Verhaltensstörungen (F00-F99) (22,4%) und Endokrinen, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (E00-E90) (11%) (s. Tab. 5).

Tab. 5: Klinische Daten der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (mit Mehrfachangaben; n=228 Diagnosenennungen)

Diagnosen nach ICD - 10	n	%
KH des Muskel-Skelett-Systems & des Bindegewebes (M00-M99)	52	22,8
Psychische- und Verhaltensstörungen (F00-F99)	51	22,4
Endokrine-, Ernährungs- und Stoffwechsel KH (E00-E90)	25	11
KH des Nervensystems (G00-G99)	19	8,3
KH des Verdauungssystems (K00-K93)	14	6,1
KH des Kreislaufsystems (I00-I99)	14	6,1
Symptome, abnorme klinische und Laborbefunde, andernorts nicht klassifiziert (R00-R99)	11	4,8
Faktoren, die den Gesundheitszustand beeinflussen und zur Inanspruchnahme des Gesundheitswesens führen (Z00-Z99)	8	3,5

KH des Blutes, der blutbildenden Organen, sowie bestimmte Störungen mit Beteiligung des Immunsystems (D50-D90)	5	2,2
KH der Haut und der Unterhaut (L00-L99)	5	2,2
Neubildungen (C00-D48)	4	1,8
KH des Auges und der Augenanhangsgebilde (H00-H59)	4	1,8
KH des Ohres & Proc. Mastoideus (H60-H95)	4	1,8
Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen (S00-T98)	3	1,3
KH des Atmungssystems (J00-J99)	3	1,3
Bestimmte infektiöse und parasitäre KH (A00-B99)	3	1,3
KH des Urogenitalsystems (N00-N99)	3	1,3

4.5 Versuchsablauf

Die Probanden trafen zu ihrer vorgegebenen Uhrzeit am Messort ein. Die n = 49 Probanden für den Vergleich 6min Geh – Test standardisiert gegenüber modifiziert (Testdurchgang 1) wurden einzeln in der Eingangshalle der TCM Klinik gemessen. Die n = 43 Probanden für den Vergleich 6min Geh – Test standardisiert gegenüber modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) konnten, aufgrund der verbesserten personellen Situation und den Witterungsbedingungen, paarweise im Kurpark der Stadt Bad Kötzing gemessen werden.

Nach einer kurzen Einführung wurde für jeden Probanden die Testreihenfolge individuell bestimmt (siehe 4.6) und die Schrittlänge gemessen (siehe 4.7.5). Im Anschluss absolvierten die Probanden die zwei Geh - Tests im Zeitfenster von einer halben Stunde. Zwischen den Tests erholten sich die Probanden sitzend am Messort.

4.5.1 Messparameter

Folgende Parameter wurden zum entsprechenden Zeitpunkt bestimmt:

Zunächst wurden von jedem Probanden seine anthropometrischen Daten erhoben: Geschlecht, Alter, Körpergröße [cm], Körpergewicht [kg] und Schrittlänge [m]. Gleich zu Beginn wurde auch die Schrittlänge der Probanden ermittelt (siehe 4.7.5).

Unmittelbar vor dem jeweiligen 6min Geh - Test wurde die Uhrzeit, die Hf_{vor} [Schläge/min] und die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung (Borg – RPE – Skala; vgl. Borg 2004) bestimmt.

Unmittelbar nach Beendigung des standardisierten 6min Geh - Tests (ATS) wurde die Gehstrecke [m], die Hf_{nach} [Schläge/min] und die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung (Borg – RPE - Skala) gemessen.

Unmittelbar nach Beendigung des modifizierten 6min Geh - Tests (IGM) wurde die Schrittzahl, die Hf_{nach} [Schläge/min] und die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung (Borg – RPE - Skala) notiert. Aus der gemessenen Schrittzahl und der zuvor bestimmten Schrittlänge wurde die Gehstrecke [m] berechnet (Gehstrecke [m] = Schrittzahl • Schrittlänge [m]).

Die Hf_{Reg} [Schläge/min] wurde 2min nach Beendigung des jeweiligen Tests gemessen.

Wenn nötig, wurden die Gründe für einen Testabbruch bzw. die Gründe für ein Anhalten während eines Tests protokolliert. Zudem wurden mögliche Beschwerden (z.B. Atemnot, Gelenkschmerzen, Unwohlsein, etc.) während / nach dem jeweiligen Test vermerkt.

Alle oben genannten Daten wurden manuell in das eigens erstellte Testprotokoll eingetragen (siehe Anhang) und nach Abschluss der Tests in eine Microsoft® - Excel Tabelle übertragen.

Weiterhin wurden folgende klinische Daten erhoben: Diagnosen, Medikation und Therapie der Studienteilnehmer und Teilnehmerinnen.

Die Messungen der Herzfrequenz vor und unmittelbar nach dem Test (Hf_{vor} , Hf_{nach}) und die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung nach BORG, sowie eventuelle Gründe für einen Testabbruch bzw. Beschwerden waren Bestandteil des Originaltestprotokolls der ATS und wurden dementsprechend für beide Tests übernommen (vgl. ATS 2002, S. 117).

Neu in das Testprotokoll dieser Äquivalenzstudie wurden die Schrittlänge und Schrittzahl der Probanden beim modifizierten 6min Geh – Test aufgenommen, sowie die Bestimmung der Herzfrequenz 2min nach Testende (Hf_{Reg}).

Der Test auf Äquivalenz beider Messmethoden erfolgte mittels der bestimmten Gehstrecken. Die Hf_{Reg} wurde in das Testprotokoll mit aufgenommen, um über einen Parameter zur optimalen Pausengestaltung zwischen den zwei Tests zu verfügen.

Bei der nachträglich hinzugefügten Messung wurde im Gegensatz zum ursprünglichen Testprotokoll auch während dem standardisierten Geh – Test die Schrittzahl der Probanden mit einem Schrittzähler gemessen. Aus der

zurückgelegten Gehstrecke der Probanden und der Anzahl an Schritten wurde die Schrittlänge, ergänzend zur Schrittlängenmessung, berechnet (siehe 4.7.5).

4.6 Randomisierung

Die Reihenfolge, in der die Probanden die Tests absolvierten, wurde mittels individuell balancierter Randomisierung festgelegt. Dafür erhielten die Probanden vom Testleiter (B. Löppert) vier Umschläge. Jeweils zwei Umschläge beinhalteten Zettel mit der Aufschrift: $A \rightarrow B$, bzw. $B \rightarrow A$. Wobei die Reihenfolge $A \rightarrow B$ definiert war als: zunächst Standard 6min Geh -Test (ATS), gefolgt von modifizierter Version (IGM). Demzufolge entsprach $B \rightarrow A$, zuerst der modifizierte Test (IGM), danach der standardisierte (ATS).

4.7 Testverfahren

Nachfolgende Tests kamen in der Studie zur Anwendung und wurden ausschließlich vom Testleiter selbst sowie geschultem Fachpersonal durchgeführt.

4.7.1 6min Geh - Test standardisiert

Der standardisierte 6min Geh Test wurde gemäß den Leitlinien der American Thoracic Society (ATS), entlang einer 30m langen Bahn mit Längenmarkierung im Abstand von 1m und Markierung der Wendepunkte durch große Hütchen, durchgeführt (vgl. ATS 2002, S.113).

Die Probanden erhielten folgende einheitliche Testanweisung:

„Sie sollen bei diesem Test innerhalb 6 Minuten so weit wie möglich gehen. Sie gehen auf diesem Gang vor und zurück. 6 Minuten sind lange, sie können Ihre Gehgeschwindigkeit selbst bestimmen. Wenn sie außer Atem kommen oder erschöpft sind, dürfen Sie langsamer werden oder stehen bleiben. Sie dürfen sich gegen die Wand lehnen, sollen aber weiterlaufen, sobald sie sich dazu wieder in der Lage fühlen.

Sie gehen auf dem Gang vor und zurück. Sie sollen rasch um die Hütchen wenden und sofort wieder weitergehen. Ich zeige es Ihnen einmal“ (vgl. ATS 2002, S.113; DGPK 2006).

Nach einmaliger Demonstration (einmal die Strecke vor- und zurücklaufen):

„Sind Sie bereit? Ich zähle die Anzahl der Bahnen. Und denken Sie daran, Sie sollen so weit wie möglich in 6 Minuten gehen, nicht laufen, nicht rennen“ (vgl. ATS 2002, S.113; DGPK 2006).

Die Testperson wurde an der Startlinie positioniert, die Zeitnahme wurde gestartet sobald die Testperson losging, es wurde nicht mit der Testperson mitgegangen. Während des Tests wurde der Proband jede Minute (mit normalem Tonfall) motiviert: *„Sehr gut, Sie haben noch ... Minuten“ oder im Wechsel „Weiter so, Sie haben noch ... Minuten“ (vgl. ATS 2002, S.114; DGPK 2006).*

Sonst wurden keine zusätzlichen Worte oder Gesten zur Motivation verwendet.

Für den Fall, dass ein Proband stehen blieb, bekam er folgende Information:

„Sie können sich gegen die Wand lehnen, wenn Sie wollen. Aber gehen Sie weiter, sobald Sie wieder können“ (vgl. ATS 2002, S.114; DGPK 2006).

Brach die Testperson den Test vor Ende der 6min ab, wurden die bis dahin zurückgelegte Gehstrecke, die bis zum Abbruch vergangene Zeit und die Gründe für den Abbruch notiert.

Kurz vor Ablauf der Zeit (15 Sekunden) bekam der Proband diese Info: *„In Kürze werde ich Sie auffordern stehen zu bleiben. Ich komme dann zu Ihnen.“* Nach Ablauf der 6min wurde er mit: *„STOP!“* zum Stehen bleiben aufgefordert (vgl. ATS 2002, S.114; DGPK 2006). Unmittelbar nach Ende des Tests wurde am Ort die H_{nach} gemessen und die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung nach BORG notiert. Die Umrundungen des Testparcours wurden bereits schriftlich während des Tests festgehalten und am Ende mit 60m multipliziert. Die Differenz von der Stopp - Position des Probanden zur letzten Streckenmarkierung wurde mit Hilfe eines Maßbandes gemessen. Somit ergibt sich die Gesamtstrecke aus den zurückgelegten Rundenzahlen und der hinzukommenden Strecke der letzten angefangenen Runde.

4.7.2 6min Geh - Test modifiziert

Im Gegensatz zum Standard 6min Geh - Test absolvierten die Probanden hier ihre Gehleistung nicht entlang einer festgelegten 30m Strecke. Die Probanden waren angehalten ihre Strecke frei zu wählen. Ferner waren die Teilnehmer und Teilnehmerinnen mit einem Schrittzähler ausgerüstet, welcher mit der entsprechenden Schrittlänge programmiert wurde. Die Schrittlänge wurde vor

Testbeginn bestimmt (siehe 4.7.5). Die Testanweisungen vor, während und nach dem Test waren identisch mit denen des Standard Tests (siehe 4.7.1).

Die Gesamtgehstrecke in 6min wurde hier mittels Schrittzahl und Schrittlänge berechnet (Gesamtgehstrecke = Schrittlänge (m) • Schrittzahl).

4.7.3 *Herzfrequenzmessung*

Die Herzfrequenz der Probanden wurde zum entsprechenden Zeitpunkt mittels manueller Pulsmessung an der A. radialis durchgeführt.

4.7.4 *Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung*

Die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung wurde mit der BORG - RPE Skala zum gleichen Zeitpunkt wie die Herzfrequenzmessung ermittelt (vgl. BORG 2004, S. A1016).

4.7.5 *Messung der Schrittlänge*

Für die Bestimmung der Schrittlänge gingen die Probanden 10 Schritte entlang des markierten Streckenparcours in ihrem persönlichen Gehtempo des anschließenden Tests („so schnell als möglich – jedoch ohne zu rennen oder zu joggen“). Die zurückgelegte Strecke wurde exakt vermessen und die ermittelte Länge durch 10 Schritte geteilt (z.B. 7,5m / 10 Schritte = 0,75m pro Schritt).

Bei der hinzugefügten Messung mit n = 43 Probanden (Testdurchgang 2) absolvierten die Teilnehmer auch den standardisierten Geh – Test mit einem Schrittzähler. Dies ermöglichte eine zusätzliche vergleichende Schrittlängenberechnung anhand der gemessenen Gehstrecke [m] und der mittels Pedometer festgestellten Schrittzahl (Schrittlänge [m] = Gehstrecke [m] / Schrittzahl), welche mit der ebenfalls bei dieser Messung vorgenommenen Schrittlängenmessung (s.o.) verglichen werden konnte.

4.7.6 Messung der Schrittzahl

Die Messung der Schrittzahl erfolgte mit den Schrittzählern *Pedometer Plus* von *Silva* (Art. Nr. 56014-3) und *Reflects – Piombino* der Firma *Reflects* (Art. Nr. 51428). Die Schrittzähler wurden ausschließlich vom Doktoranden selbst, bzw. geschultem Fachpersonal vor Beginn des Tests programmiert. Zur Bestimmung der Schrittzahl wurden die Schrittzähler gemäß den Hinweisen des Herstellers an der entsprechenden Stelle (Hosenbund im Bereich der Hüfte) befestigt.

4.8 Auswertung und Statistik

Zur Überprüfung der oben genannten Fragestellungen, wurden die erhobenen Daten manuell in das eigens erstellte Testprotokoll eingetragen (siehe Tabellenanhang) und nach Abschluss der Tests in eine Microsoft® - Excel Tabelle zur elektronischen Datenverarbeitung übertragen. Zur Beschreibung der Merkmale im Text und den Tabellen wurde das arithmetische Mittel und die Standardabweichung ($MW \pm SD$) des jeweiligen Parameters berechnet.

Eine explorative Diagnose auf Normalverteilung erfolgte anhand von Histogrammen und Zusammenhänge wurden mit dem Pearson - Korrelationskoeffizient (r) bei Normalverteilung berechnet. Unterschiede zwischen zwei Gruppenmittelwerten wurden bei Normalverteilung mit entsprechendem T-Test auf Signifikanz überprüft.

Äquivalenztestung mittels Intervallinklusionstest:

Zur Prüfung der Äquivalenzfragestellung wurde zuerst ein Äquivalenzbereich von -30m bis +30m definiert (siehe 4.3). Demnach ist davon auszugehen, dass der modifizierte 6min Geh – Test als gleichwertig gegenüber dem standardisierten 6min Geh – Test anzusehen ist, wenn statistisch nachgewiesen werden kann, dass die mittlere Gehstrecke beim modifizierten Test nicht mehr wie +30m bzw. weniger wie -30m von der mittleren Gehstrecke des Standard Test (ATS) abweicht. Als Entscheidungsgrundlage für den statistischen Nachweis wurde gemäß den Empfehlungen von Lange et al. „ein 2 – seitiges Konfidenzintervall $1 - \alpha$, also 95%“, verwendet (vgl. Lange et al. 2007, S. e54).

Die gemessene Gehstrecke des modifizierten 6min Geh – Tests wurde mit P_{IGM} und die entsprechende Gehstrecke des standardisierten 6min Geh – Tests mit P_{ATS} bezeichnet. Die Nullhypothese H_0 lautet formell

$$H_0: P_{IGM} - P_{ATS} > +30m; < -30m$$

mit dem Ziel, diese abzulehnen und die Alternativhypothese

$$H_1: P_{IGM} - P_{ATS} < +30m; > -30m$$

annehmen zu können, als Entscheidung zugunsten von Äquivalenz (vgl. Lange et al. 2007).

Die berechneten Konfidenzgrenzen wurden graphisch zusammen mit dem Äquivalenzbereich abgebildet. Ziel ist es darzustellen, dass die obere und untere Konfidenzgrenze sich innerhalb des definierten Äquivalenzbereichs von -30m bis +30m befindet. Dies entspräche einer Entscheidung zugunsten von Äquivalenz (vgl. Wellek et al. 2012).

Äquivalenztestung mittels Bland & Altman Analyse:

Um den Unterschied beider Messmethoden quantifizieren zu können, wurde eine Bland & Altman Analyse durchgeführt. Die Analyse, welche neben dem Bland – Altman Diagramm die Berechnung des Bias (systematische Abweichung) sowie der Übereinstimmungsgrenzen (Limits of Agreement, LoA) beinhaltet, „hat sich als der bevorzugte Ansatz zum Vergleich zweier Messmethoden herausgestellt“ (vgl. Ryan und Woodall 2005, S. 465). Der Bias d wurde aus den Mittelwerten der Differenzen, inklusive Konfidenzintervall, berechnet.

Die Übereinstimmungsgrenzen (Limits of Agreement) wurden festgelegt als $[d - 1,96 \cdot s; d + 1,96 \cdot s]$, wobei s die Standardabweichung der Differenzen ist (vgl. Bland und Altman 1986, Bland und Altman 1999).

Die Berechnung der statistischen Kennwerte sowie die Durchführung der statistischen Testverfahren erfolgten mit den Programmen Microsoft® Excel 2003 und PASW Statistics 18 (SPSS 18.0 für Windows).

5 Ergebnisse

5.1 Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)

5.1.1 Ergebnisse Gehstrecken und Belastungsparameter

Die n = 49 Probanden gingen beim standardisierten Geh – Test (ATS) im Durchschnitt $534,4 \pm 124,2$ m. Die Herzfrequenz vor dem Test betrug durchschnittlich $79,2 \pm 11,6$ Schläge/min, die Herzfrequenz nach dem Test $104,2 \pm 14,6$ Schläge/min und die Herzfrequenz 2min nach Belastung $85 \pm 11,7$ Schläge/min. Die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung nach BORG wurde vor dem Test mit durchschnittlich $6 \pm 0,29$ angegeben und nach dem Test mit $12,3 \pm 2,3$ (siehe Tab. 6).

Im Vergleich dazu legten die Probanden beim modifizierten Geh – Test (IGM) durchschnittlich $510,6 \pm 135$ m zurück. Die Herzfrequenz betrug durchschnittlich $80,7 \pm 12,2$ Schläge/min vor dem Test, $103,7 \pm 15,8$ Schläge/min nach dem Test und $85,1 \pm 13,3$ Schläge/min 2min nach dem Test. Die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung nach BORG wurde vor dem modifizierten Test mit durchschnittlich 6 ± 0 angegeben und nach dem Test mit $12,1 \pm 2,2$ (siehe Tab. 6).

Tab. 6: Gehstrecken und Belastungsparameter der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)

Variable	Test ATS	Test IGM
	MW \pm SD	MW \pm SD
Gehstrecke [m]	$534,4 \pm 124,2$	$510,6 \pm 135$
Hf _{vor} [Schläge/min]	$79,2 \pm 11,6$	$80,7 \pm 12,2$
Hf _{nach} [Schläge/min]	$104,2 \pm 14,6$	$103,7 \pm 15,8$
Hf _{reg} [Schläge/min]	$85 \pm 11,7$	$85,1 \pm 13,3$
Borg _{vor} RPE scale	$6 \pm 0,29$	6 ± 0
Borg _{nach} RPE scale	$12,3 \pm 2,3$	$12,1 \pm 2,2$

5.1.2 Ergebnisse Äquivalenztestung

Der Hauptversuch zum Nachweis der Gleichwertigkeit beider Messmethoden erbrachte an den n = 49 Probanden folgende Ergebnisse für die Gehstrecke:

Mw 1 (Standard/ATS) = 534,4m / SD = 124,2m

Mw 2 (modifiziert/IGM) = 510,6m / SD = 135m

Differenz Mw1 – Mw2 = 23,84m

Das zugehörige 95% Konfidenzintervall ist $KI_{0,95} = [9,37m; 38,32m]$ (siehe Tab. 7).

Tab. 7: Mittelwertunterschied der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)

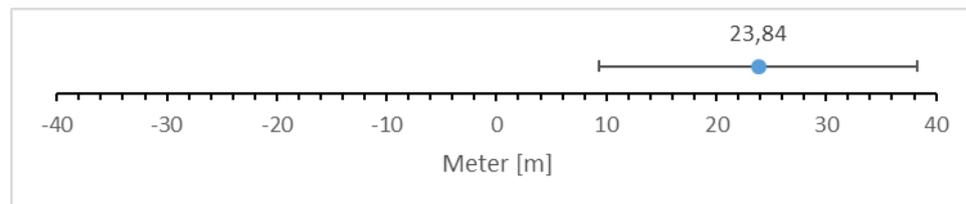
Variable	Mittelwertunterschied	SD	95% KI	Äquivalenzbereich
Gehstrecke [m]	23,84	50,39	9,37;38,32	-30;+30

Anmerkung: KI: Konfidenzintervall

Hinsichtlich der erbrachten Gehstrecken ergibt sich eine Differenz von 23,84m, jedoch liegt das Konfidenzintervall $KI_{0,95} = [9,37m; 38,32m]$ des Mittelwertunterschiedes nicht vollständig im definierten Äquivalenzbereich.

Die Abbildung 3, welche die untere Konfidenzschranke $C_u = 9,37m$ und die obere Konfidenzschranke $C_o = 38,32m$ in Relation zum definierten und für die Praxis relevanten Äquivalenzbereich abbildet, verdeutlicht dies.

Abb. 3: Mittelwertunterschied mit Konfidenzintervall für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)



Da auf der Zahlenachse der Punkt 9,37m rechts von -30m, jedoch 38,32m rechts von +30m liegt, ist die Intervallinklusions – Regel, im Sinne von $C_u > -30m$ als auch $C_o < +30m$ nicht erfüllt. Die Nullhypothese relevanter Testunterschiede zwischen den Messmethoden standardisiert (ATS) und modifiziert (IGM) kann somit nicht abgelehnt werden. Folglich kann keine Entscheidung zugunsten von Äquivalenz getroffen werden.

5.1.3 Ergebnisse Bland & Altman Analyse

Die Bland & Altman Analyse zur Beurteilung der Übereinstimmung beider Testmethoden ergab für die Stichprobe mit $n = 49$ Probanden folgende Ergebnisse:

Der Mittelwert der Differenzen, der so genannte Bias (systematische Abweichung), beträgt $23,84 \pm 50,39\text{m}$. Das zugehörige 95% Konfidenzintervall des Bias ist $KI_{0,95} = [9,37\text{m}; 38,32\text{m}]$. Die Übereinstimmungsgrenzen (limits of agreement, LoA) betragen $-74,92\text{m}$ und $122,60\text{m}$ (siehe Tab. 8).

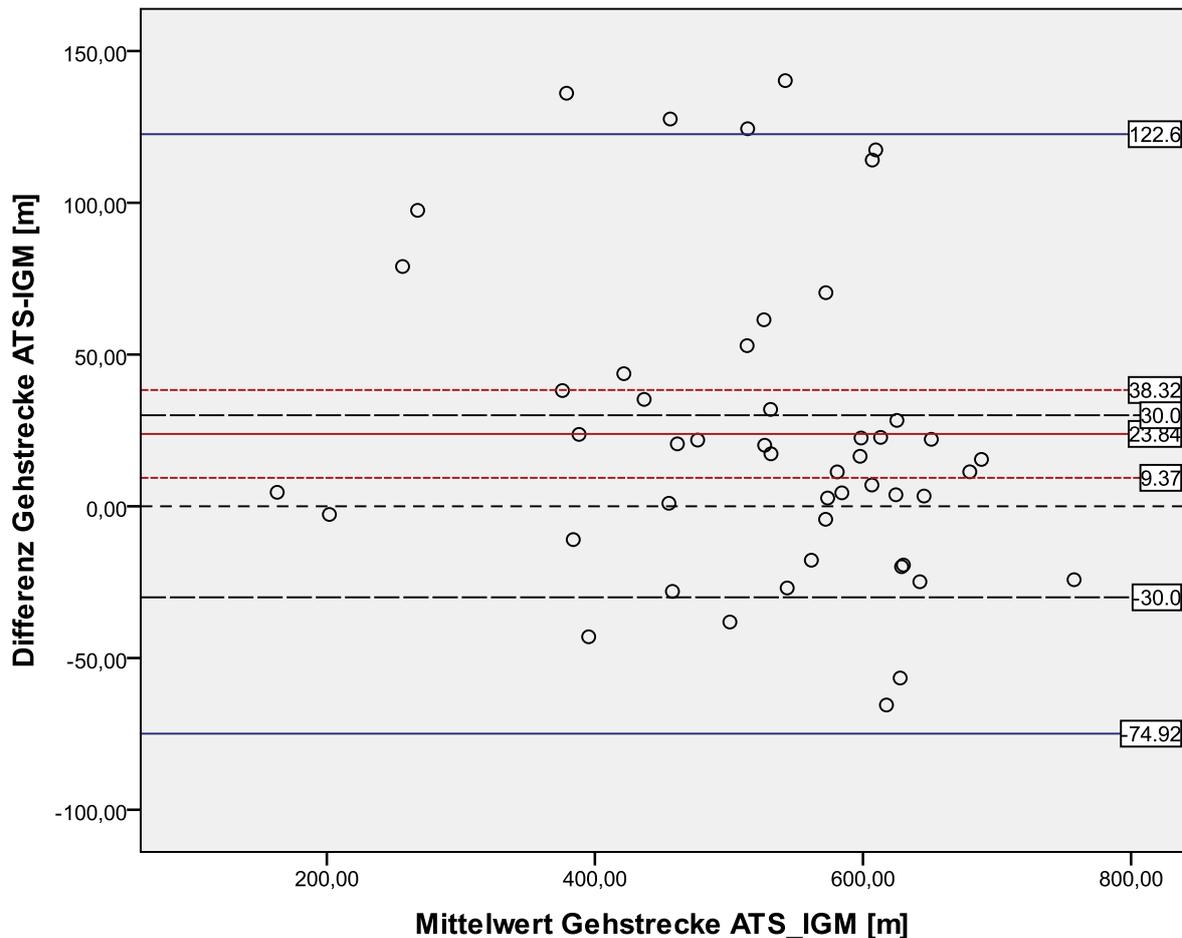
Tab. 8: Messwertabweichung der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) ($n=49$)

Variable	Bias	SD	95% KI	LoA
Gehstrecke [m]	23,84	50,39	9,37;38,32	-74,92;122,60

Anmerkung: Bias - systematische Messwertabweichung; LoA - Limit of Agreement; KI: Konfidenzintervall

Das entsprechende Bland – Altman Diagramm verdeutlicht, dass sich 45 der 49 Messwerte (91,8%) innerhalb der berechneten Übereinstimmungsgrenzen befinden (siehe Abb. 4). Darüber hinaus finden sich 30 der 49 Messwerte (61,2%) innerhalb des relevanten Äquivalenzbereichs von $\pm 30\text{m}$.

Abb. 4: Bland und Altman Graph der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)



5.2 Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)

5.2.1 Ergebnisse Gehstrecken und Belastungsparameter

Die n = 43 Probanden gingen beim standardisierten Geh – Test (ATS) im Durchschnitt $558,1 \pm 75,2$ m. Die Herzfrequenz vor dem Test betrug durchschnittlich $78,8 \pm 13,3$ Schläge/min, die Herzfrequenz nach dem Test $103,6 \pm 18,5$ Schläge/min und die Herzfrequenz 2min nach Belastung $82 \pm 13,4$ Schläge/min. Die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung nach BORG wurde vor dem Test mit durchschnittlich 6 ± 0 angegeben und nach dem Test mit $10,5 \pm 3,1$.

Im Vergleich dazu legten die Probanden beim modifizierten Geh – Test (IGM) durchschnittlich $560,8 \pm 93,1$ m zurück. Die Herzfrequenz betrug durchschnittlich $77,8 \pm 14$ Schläge/min vor dem Test, $102,8 \pm 19,4$ Schläge/min nach dem Test

und $82,8 \pm 15$ Schläge/min 2min nach dem Test. Die Selbstbeurteilung der wahrgenommenen Anstrengung nach BORG wurde vor dem modifizierten Test mit durchschnittlich 6 ± 0 angegeben und nach dem Test mit $10,9 \pm 2,9$ (siehe Tab. 9).

Tab. 9: Gehstrecken und Belastungsparameter der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43)

Variable	Test ATS	Test IGM
	MW \pm SD	MW \pm SD
Gehstrecke [m]	558,1 \pm 75,2	560,8 \pm 93,1
Hf _{vor} [Schläge/min]	78,8 \pm 13,3	77,8 \pm 14
Hf _{nach} [Schläge/min]	103,6 \pm 18,5	102,8 \pm 19,4
Hf _{reg} [Schläge/min]	82,0 \pm 13,4	82,8 \pm 15
Borg _{vor} RPE scale	6 \pm 0	6 \pm 0
Borg _{nach} RPE scale	10,5 \pm 3,1	10,9 \pm 2,9

5.2.2 Ergebnisse Äquivalenztestung

Die zweite Messung erbrachte zum Nachweis der Gleichwertigkeit beider Messmethoden an den 43 Probanden folgende Ergebnisse für die Gehstrecke:

Mw 1 (Standard/ATS) = 558,1m / SD = 75,2m

Mw 2 (modifiziert/IGM) = 560,8m / SD = 93,1m

Differenz Mw1 – Mw2 = -2,72m

Das zugehörige 95% Konfidenzintervall ist $KI_{0,95} = [-18,63m; 13,19m]$ (siehe Tab. 10).

Tab. 10: Mittelwertunterschied der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43)

Variable	Mittelwertunterschied	SD	95% KI	Äquivalenzbereich
Gehstrecke [m]	-2,72	51,7	-18,63;13,19	-30;+30

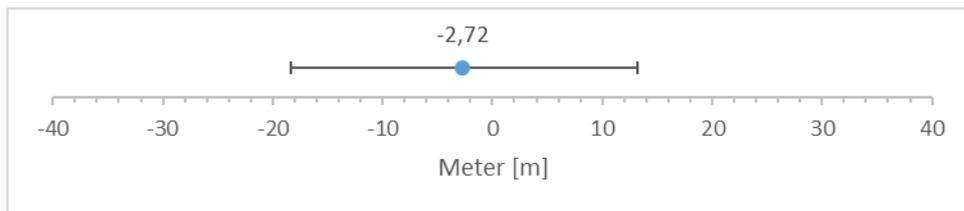
Anmerkung: KI: Konfidenzintervall

Hinsichtlich der erbrachten Gehstrecken ergibt sich eine Differenz von -2,72m und das Konfidenzintervall $KI_{0,95} = [-18,63m; 13,19m]$ des Mittelwertunterschiedes liegt vollständig im definierten Äquivalenzbereich. Daher kann die Nullhypothese ($H_0: P_{IGM} - P_{ATS} > +30m; < -30m$) einer mehr als irrelevanten Unterlegenheit des modifizierten Geh – Tests (IGM) gegenüber des standardisierten Geh – Tests

(ATS) verworfen und die Alternativhypothese ($H_1: P_{IGM} - P_{ATS} < +30m; > -30m$) einer höchstens irrelevanten Unterlegenheit akzeptiert werden.

In Abbildung 5 sind die untere Konfidenzschranke $C_u = -18,36m$ und die obere Konfidenzschranke $C_o = 13,19m$ in Relation zum definierten und für die Praxis relevanten Äquivalenzbereich dargestellt.

Abb. 5: Mittelwertunterschied mit Konfidenzintervall für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43)



Da auf der Zahlenachse der Punkt $-18,36m$ rechts von $-30m$ und $13,19m$ links von $+30m$ liegt, ist die Intervallinklusions – Regel, im Sinne von $C_u > -30m$ als auch $C_o < +30m$ erfüllt. Die Nullhypothese relevanter Testunterschiede zwischen den Messmethoden standardisiert (ATS) und modifiziert (IGM) kann somit abgelehnt werden. Folglich kann eine Entscheidung zugunsten von Äquivalenz getroffen werden.

5.2.3 Ergebnisse Bland & Altman Analyse

Die Bland & Altman Analyse zur Beurteilung der Übereinstimmung beider Testmethoden ergab für die Stichprobe mit $n = 43$ Probanden folgende Ergebnisse:

Der Mittelwert der Differenzen, der so genannte Bias (systematische Abweichung), beläuft sich auf $-2,72 \pm 51,7m$. Das zugehörige 95% Konfidenzintervall des Bias ist $KI_{0,95} = [-18,63m; 13,19m]$. Die Übereinstimmungsgrenzen (limits of agreement, LoA) betragen $-104,04m$ und $98,61m$ (siehe Tab. 11).

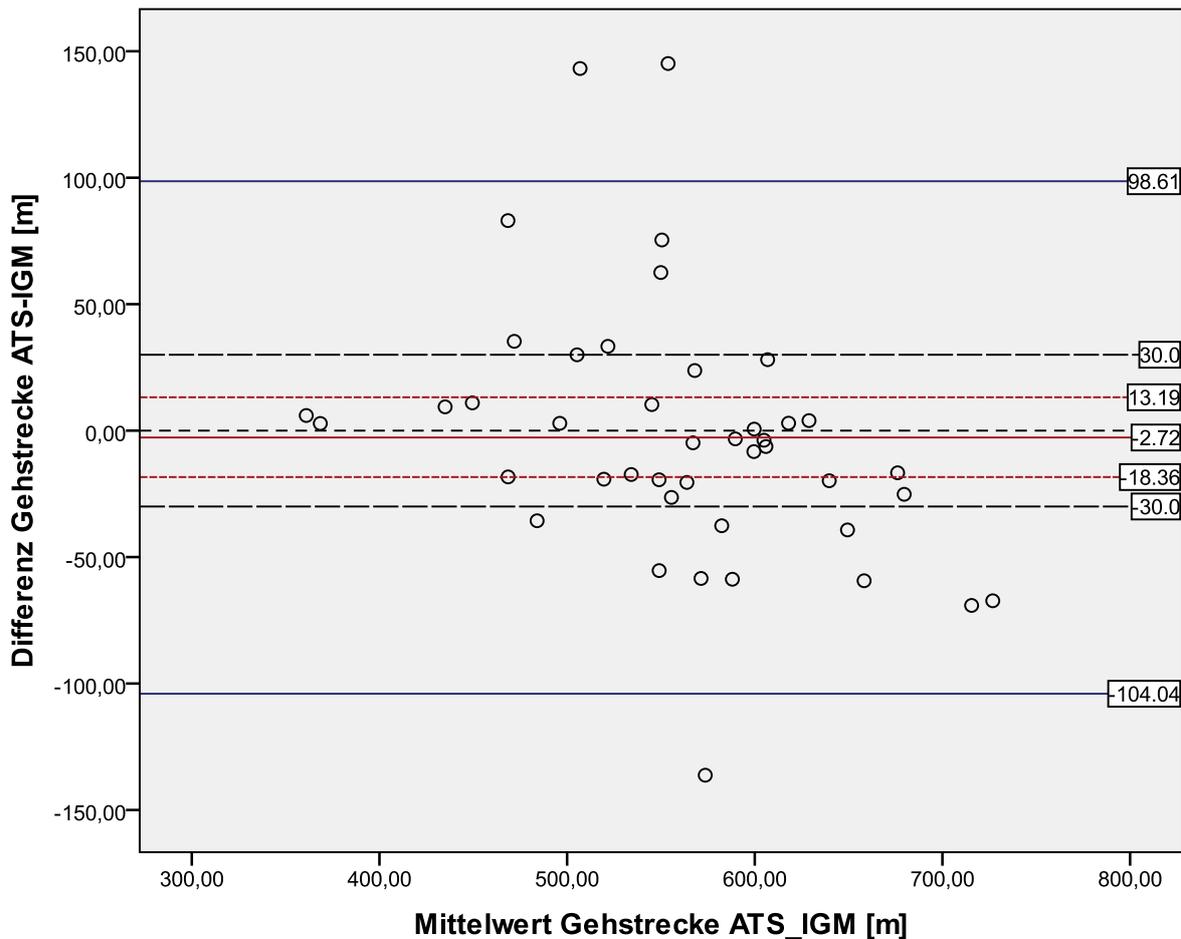
Tab. 11: Messwertabweichung der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43)

Variable	Bias	SD	95% KI	LoA
Gehstrecke [m]	-2,72	51,7	-18,63;13,19	-104,04;98,61

Anmerkung: Bias - systematische Messwertabweichung; LoA - Limit of Agreement

Die graphische Darstellung lässt erkennen, dass sich 40 von 43 Messwerten (93%) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen befinden. Ferner befinden sich 26 der 43 Messwerte (60,5%) innerhalb des relevanten Äquivalenzbereichs von $\pm 30\text{m}$ (vgl. Abb. 6)

Abb. 6: Bland und Altman Graph der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (n=43)



5.2.4 Betrachtung der Schrittlänge und Schrittzahl

Bei einer Teilnehmerin der Stichprobe von $n = 43$ Probanden versagte der Schrittzähler beim standardisierten 6min Geh – Test (ATS), dementsprechend waren keine Werte bezüglich der Schrittzahl vorhanden und es konnte nicht die durchschnittliche Schrittlänge berechnet werden. Folglich standen die Daten von $n = 42$ Probanden für die Betrachtung der Schrittlängen und der Schrittzahl zur Verfügung.

Die berechnete durchschnittliche Schrittlänge (siehe 4.7.5) der n = 42 Probanden während dem standardisierten Geh – Test (ATS) betrug $0,76 \pm 0,091\text{m}$, wobei die Probanden durchschnittlich $738 \pm 50,4$ Schritte bei besagtem Test gingen.

Die Messungen der Schrittlänge für den modifizierten Geh – Test (IGM) (siehe 4.7.5) erbrachten eine durchschnittliche Schrittlänge der Probanden von $0,77 \pm 0,097\text{m}$. Die Probanden machten beim modifizierten Geh – Test durchschnittlich $733,5 \pm 65,4$ Schritte (siehe Tab. 12).

Tab. 12: Schrittlänge und Schrittzahl der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (n=42)

Variable	Test ATS	Test IGM
	MW \pm SD	MW \pm SD
Schrittlänge ¹⁾ [m]	$0,76 \pm 0,091$	$0,77 \pm 0,097$
Schrittzahl	$738 \pm 50,4$	$733,5 \pm 65,4$

Anmerkung: ¹⁾ bei ATS berechnet (Gehstrecke : Schrittzahl laut Pedometer);
bei IGM gemessen (siehe 4.7.5)

Sowohl die berechnete Schrittlänge beim standardisierten Geh – Test (ATS), wie auch die gemessene Schrittlänge des modifizierten Geh – Tests (IGM) zeigen keine gravierende Abweichung von der Normalverteilungskurve (siehe Abb. 7 & 8).

Abb. 7: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die berechnete Schrittlänge beim standardisierten Geh – Test (ATS)

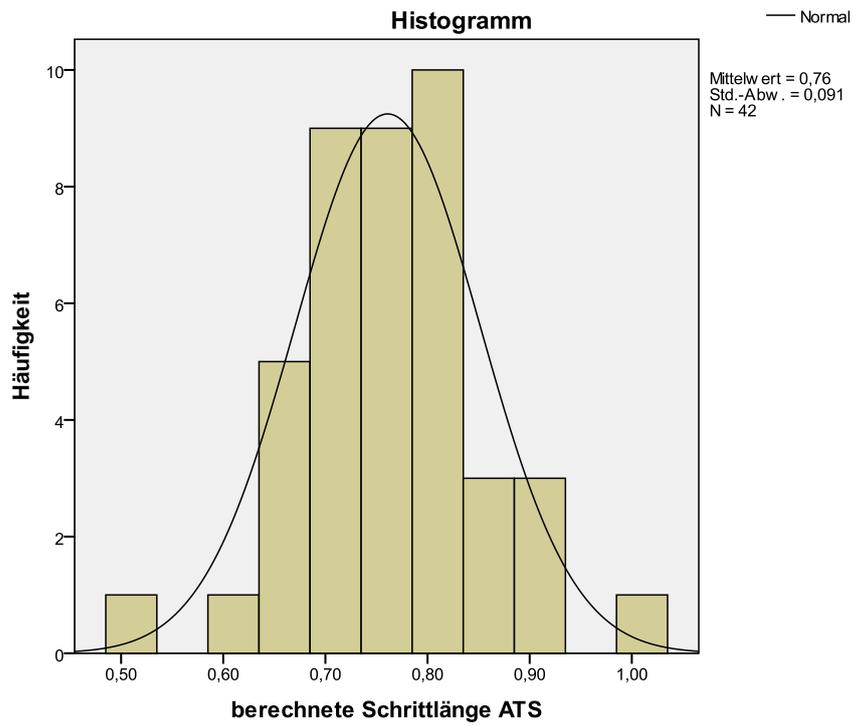
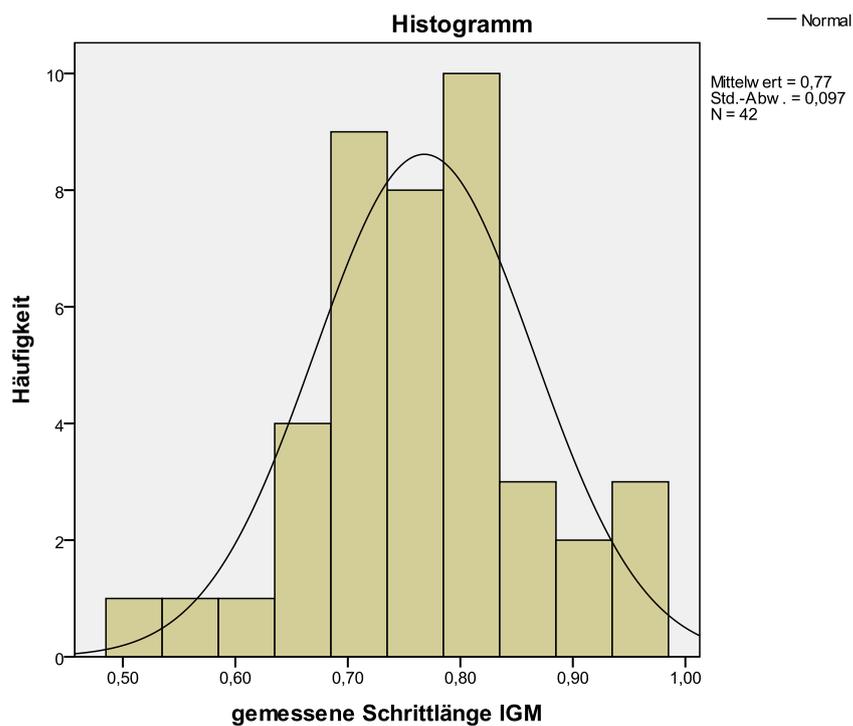


Abb. 8: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die gemessene Schrittlänge beim modifizierten Geh – Test (IGM)



Die Abbildung 9 verdeutlicht den linearen Zusammenhang zwischen der berechneten Schrittlänge des standardisierten Geh – Tests (ATS) und der gemessenen Schrittlänge des modifizierten Geh – Tests (IGM).

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson beträgt 0,818 und ist auf einem Niveau von 0,01 (2 – seitig) signifikant. Es besteht somit eine starke positive Korrelation zwischen der berechneten Schrittlänge beim standardisierten Geh – Test (ATS) und der gemessenen Schrittlänge des modifizierten Geh – Tests (IGM).

Der t – Test auf signifikanten Mittelwertunterschied erbrachte für die $n = 42$ Probanden folgendes Ergebnis:

Mw 1 (Standard/ATS) = 0,7610m / SD = 0,09060m

Mw 2 (modifiziert/IGM) = 0,7679m / SD = 0,09724m

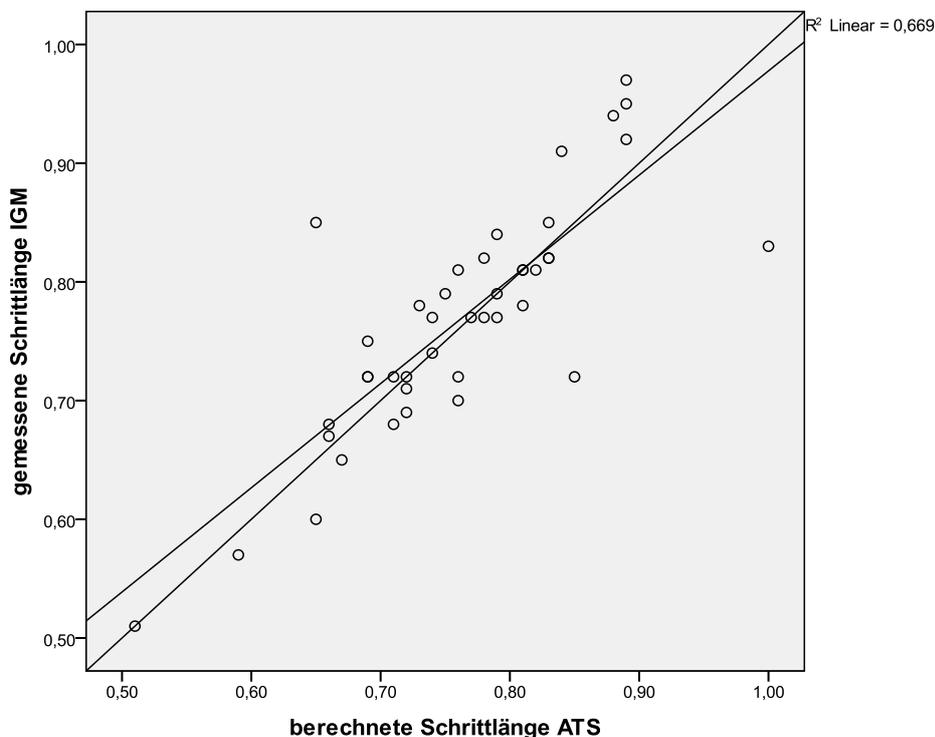
Differenz Mw 1 – Mw 2 = 0,00690m / SD = 0,05702m

95%-Vertrauensbereich für die Differenz: -0,01086 bis 0,02467m

Signifikanz (2 – seitig): 0,437

Da die 2 – seitige Signifikanz (0,437) größer ist als p (0,05), wird die H_0 (Mw1 = Mw2) beibehalten, es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der Schrittlängen vor.

Abb. 9: Streudiagramm Schrittlänge



Eine Bland & Altman Analyse zur Beurteilung der Übereinstimmung der Schrittlängen bei beiden Tests ergab für die n = 42 Probanden folgende Ergebnisse:

Der Mittelwert der Differenzen, der so genannte Bias (systematische Abweichung), beträgt 0,0069m ± 0,0570m. Das zugehörige 95% Konfidenzintervall des Bias ist $KI_{0,95} = [-0,0109m; 0,0247m]$. Die Übereinstimmungsgrenzen (limits of agreement, LoA) betragen -0,1049m und 0,1187m (siehe Tab. 13).

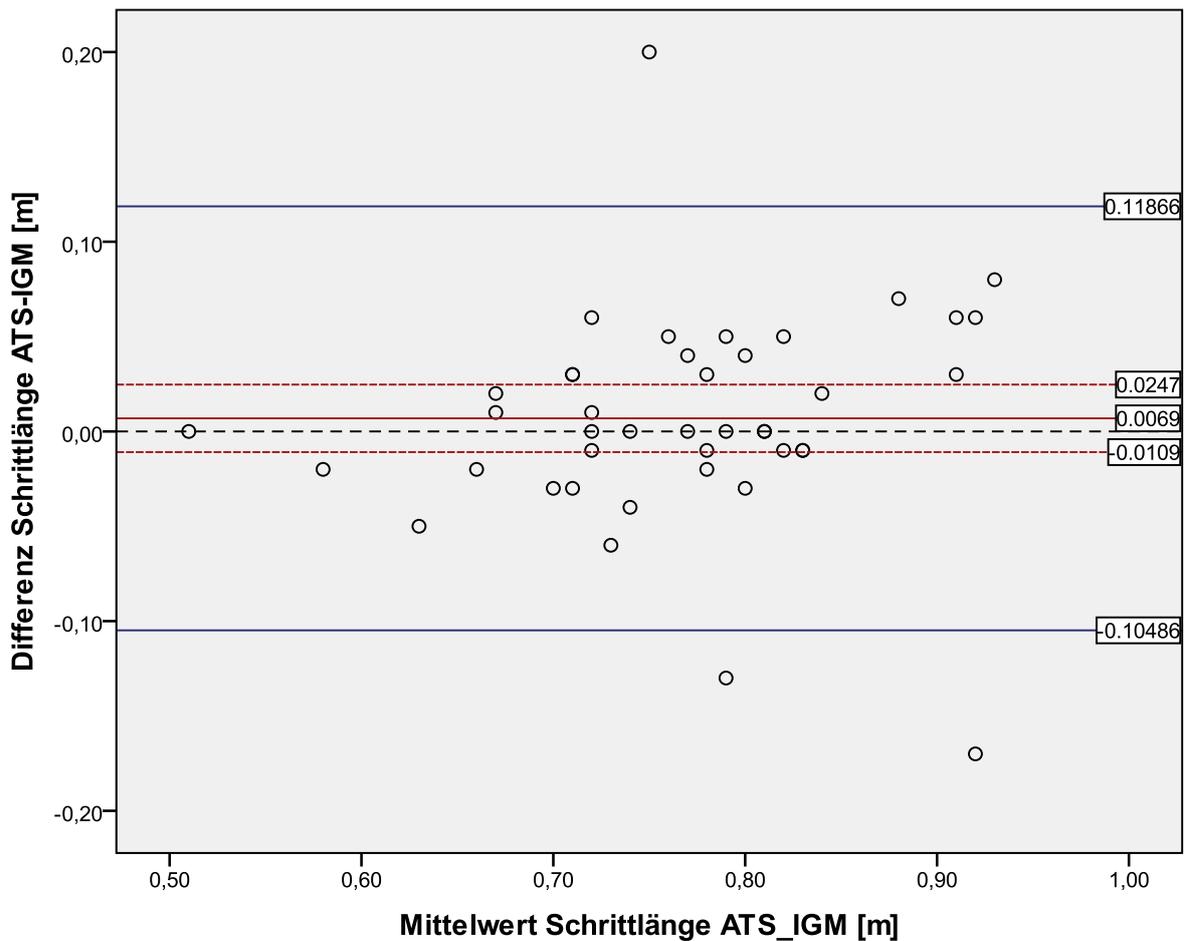
Tab. 13: Messwertabweichung der Stichprobe für Betrachtung der Schrittlänge (n=42)

Variable	Bias	SD	95% KI	LoA
Gehstrecke [m]	0,0069	0,0570	-0,0109;0,0247	-0,1049;0,1187

Anmerkung: Bias - systematische Messwertabweichung; LoA - Limit of Agreement

Die zugehörige graphische Darstellung (siehe Abb. 10) lässt erkennen, dass sich 39 der 42 Messwertpaare (92,9%) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen befinden.

Abb. 10: Bland & Altman Graph Schrittlänge



Auch hinsichtlich der Schrittzahl zeigen sich keine gravierenden Abweichungen von der Normalverteilungskurve (siehe Abb. 11 & 12).

Die Schrittzahlen beider Geh - Tests (siehe Abb. 13.) korrelieren geringer als die entsprechenden Schrittängen (vgl. Abb. 9). Die Korrelation nach Pearson für die Schrittzahlen bei beiden Tests beträgt 0,507 und ist auf einem Niveau von 0,01 (2 – seitig) signifikant.

Abb. 11: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die Schrittzahl beim standardisierten Geh – Test (ATS)

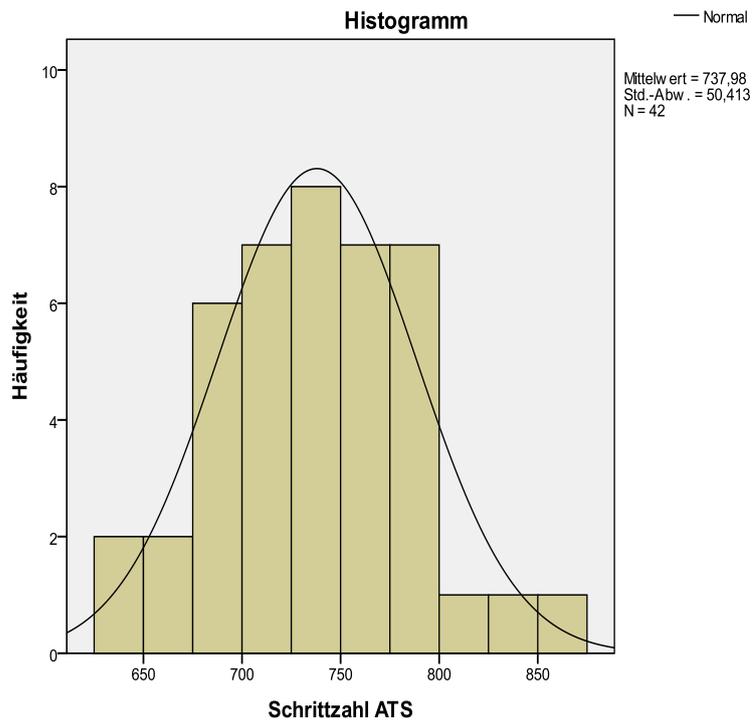


Abb. 12: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die Schrittzahl beim modifizierten Geh – Test (IGM)

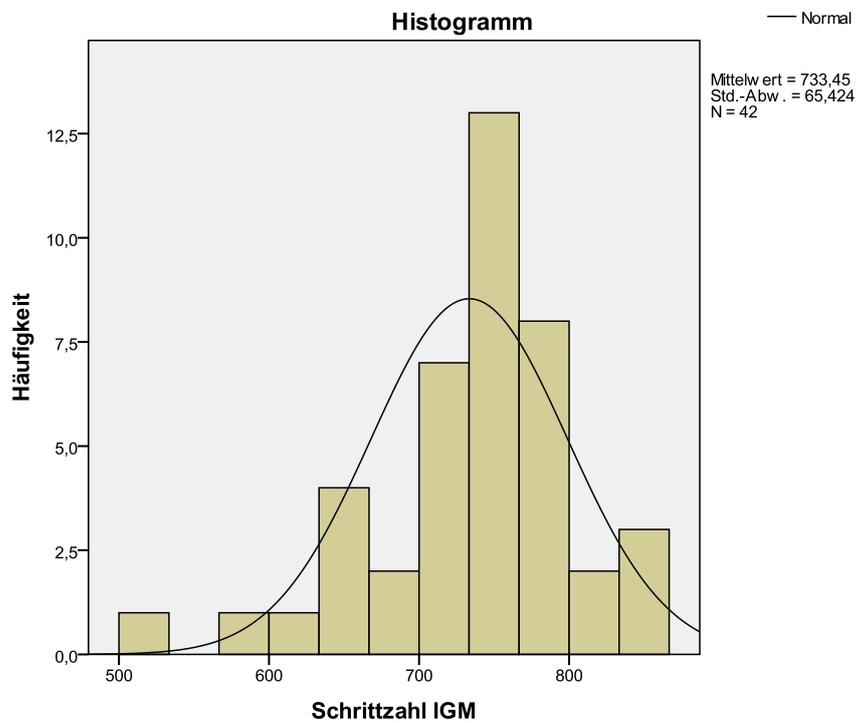
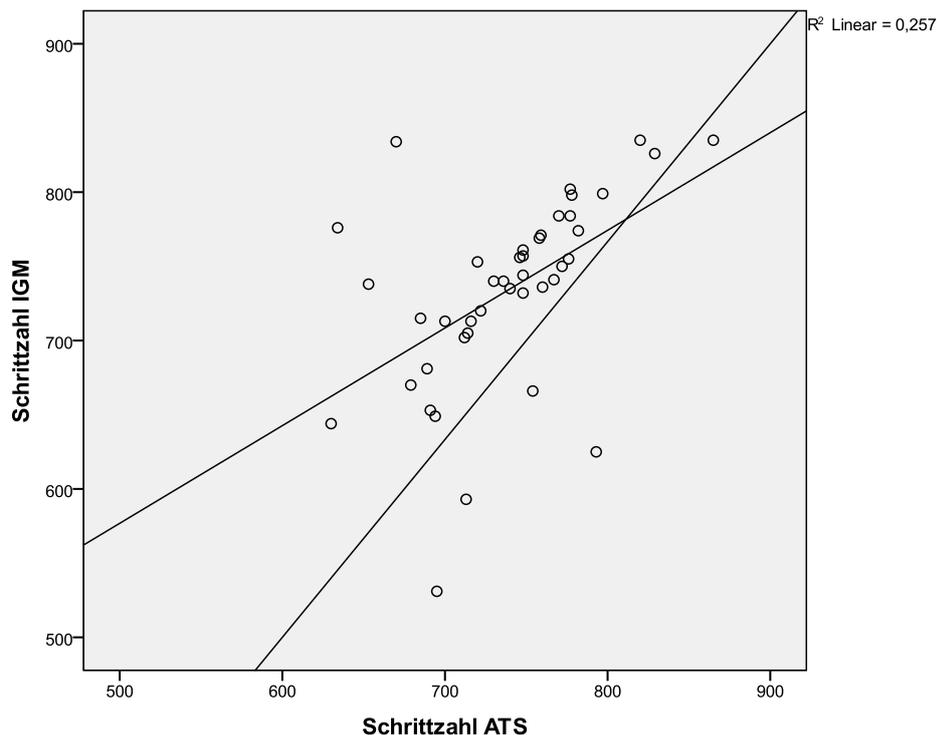


Abb. 13: Streudiagramm Schrittzahl



Der t – Test auf signifikanten Mittelwertunterschied erbrachte für die $n = 42$ Probanden folgendes Ergebnis:

Mw 1 (Standard/ATS) = 737,98m / SD = 50,413m

Mw 2 (modifiziert/IGM) = 733,45m / SD = 65,424m

Differenz Mw 1 – Mw 2 = 4,524m / SD = 58,960m

95%-Vertrauensbereich für die Differenz: -13,849 bis 22,897m

Signifikanz (2 – seitig): 0,622

Da die 2 – seitige Signifikanz (0,622) größer ist als p (0,05), wird die H_0 (Mw1 = Mw2) beibehalten, es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der Schrittzahlen vor.

Eine Bland & Altman Analyse zur Beurteilung der Übereinstimmung der Schrittzahl bei beiden Tests ergab für die $n = 42$ Probanden folgende Ergebnisse:

Der Mittelwert der Differenzen, der so genannte Bias (systematische Abweichung), beläuft sich auf 4,52m \pm 58,96m. Das zugehörige 95% Konfidenzintervall des Bias ist $KI_{0,95} = [-13,85m; 22,9m]$. Die Übereinstimmungsgrenzen (limits of agreement, LoA) betragen -111,04m und 120,09m (siehe Tab. 14).

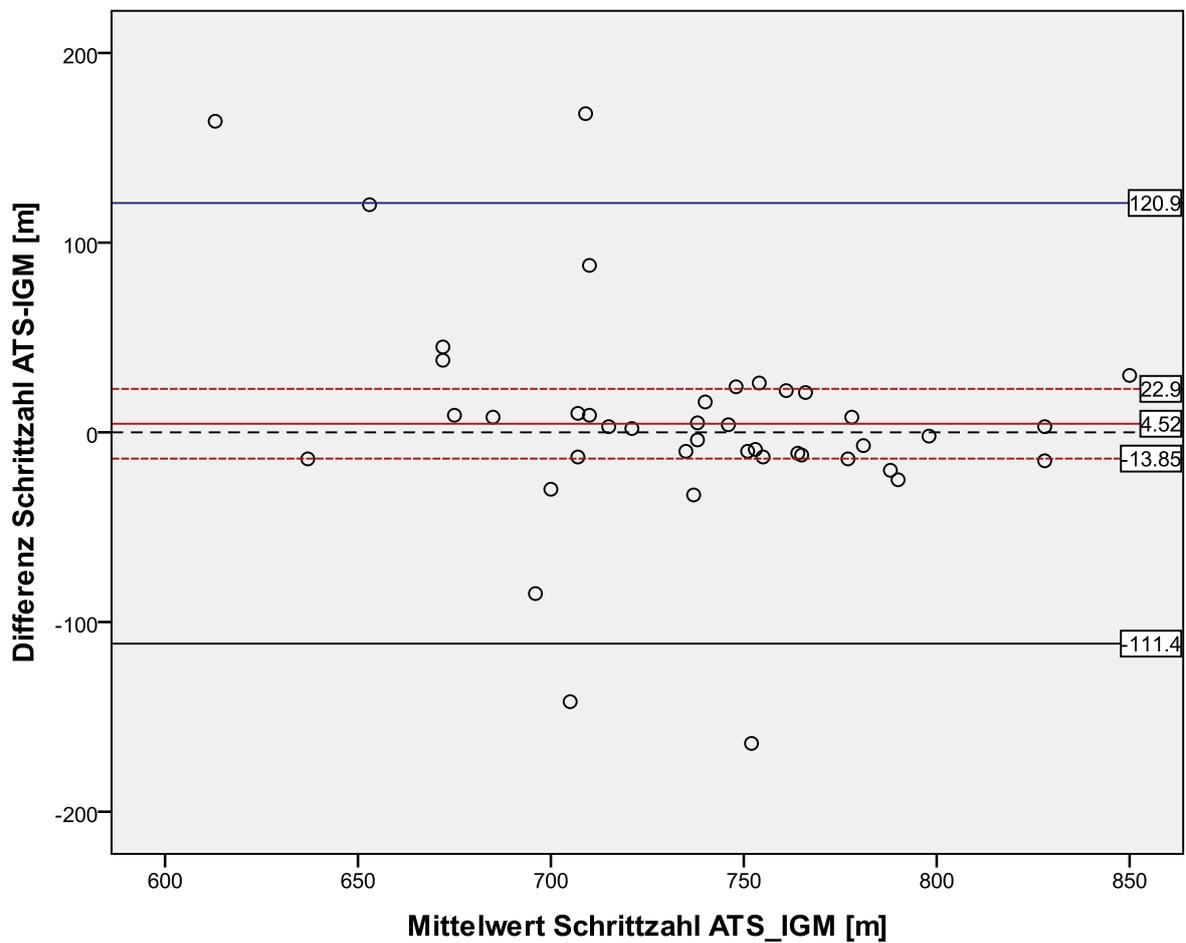
Tab.14: Messwertabweichung der Stichprobe für Betrachtung der Schrittzahl (n=42)

Variable	Bias	SD	95% KI	LoA
Gehstrecke [m]	4,52	58,96	-13,85;22,9	-111,04;120,09

Anmerkung: Bias - systematische Messwertabweichung; LoA - Limit of Agreement

Die zugehörige graphische Darstellung lässt erkennen, dass sich 38 der 42 Messwertpaare (90,5%) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen befinden (vgl. Abb. 14).

Abb. 14.: Bland & Altman Diagramm Schrittzahl



6 Diskussion

6.1 Methodik

Das gewählte Studiendesign mit einer individuell balancierten Randomisierung und dem Vergleich mittels Cross – over Test ermöglicht es, die wichtigsten personenbezogenen Störfaktoren auf die Gehstrecke weitestgehend zu kontrollieren. Der Einfluss von Geschlecht und Alter (vgl. Opasich et al. 2004; Gibbons et al. 2001; Enright und Sherrill 1998; Troosters et al. 1999; Bendall et al. 1989), Größe und Gewicht (Troosters et al. 1999; Enright und Sherrill 1998; Bendall et al. 1989), Wadenkraft (Bendall et al. 1989), Gesundheitszustand (Enright et al. 2003; Bendall et al. 1989) bzw. Komorbiditäten (Opasich et al. 2004), Medikation (vgl. Olsson et al. 2005; Hutcheon et al. 2002) und Aktivitätsstatus (vgl. Rikli und Jones 1998; Harada et al. 1999; Bendall et al. 1989) verteilen sich gleichermaßen auf beide Testdurchgänge, da jeder Proband mit sich selbst verglichen wird. Weiteren, die Gehstrecke beeinflussende Störvariablen, wurde durch Verwendung des original Testprotokolls der ATS für den standardisierten Geh – Test und soweit möglich auch für den modifizierten Geh - Test entgegengewirkt. Insbesondere wurde hierdurch dem leistungssteigernden Einfluss entsprechender Aufmunterung (vgl. Guyatt et al. 1984) vorgebeugt.

Auf die Durchführung eines Probedurchgangs wurde trotz seiner, durch die Leitlinie der ATS hervorgehobenen Relevanz, auf Grund praktikabler Gründe verzichtet. Da alle Probanden Patienten der TCM Klinik Bad Kötzing waren, durfte davon ausgegangen werden, dass diese bereits mit dem 6min Geh – Test vertraut sind, da dieser einen festen Bestandteil des Therapieregimes der Klinik darstellt.

Als der am schwersten zu kontrollierende Parameter wurde bereits im Vorfeld der Studie die exakte individuelle Schrittlängenbestimmung ausgemacht. Hierzu gab es Überlegungen, dass die Methode, zehn Schritte gehen zu lassen, die Strecke zu messen und durch Division durch zehn die Schrittlänge zu ermitteln, verzerrte Werte ergeben kann. Man musste davon ausgehen, dass Leute z.B. über die Distanz von zehn Schritten deutlich längere Schritte machen als durchschnittlich über eine Dauer von sechs Minuten. Ein Messwert, der eher dem Goldstandard entsprechen würde ließe sich ermitteln, wenn der Proband den standardisierten

6min Geh – Test mit Schrittzähler zur Registrierung der Schrittzahl absolviert und man dann aus der Gesamtstrecke und Anzahl der Schritte die mittlere Schrittlänge berechnet (Gehstrecke [m]: Anzahl Schritte = mittlere Schrittlänge). Diese Messung besticht durch größere Genauigkeit, lässt sich aber nicht in die alltägliche Praxis der Anwender des IGM integrieren. Demzufolge hat man sich dazu entschieden, die Schrittlänge über die zehn Schritte zu ermitteln. Zur Erlangung konkreter Hinweise bezüglich dieser Problematik, hat man sich entschlossen, zusätzlich die Messung mit den n = 43 Probanden in die Studie aufzunehmen. In selbiger führte man die oben erwähnte Schrittzählerkontrolle während des standardisierten Geh - Tests durch. Diese zeigt keinen signifikanten Unterschied bezüglich des Vergleichs von gemessener Schrittlänge des modifizierten Geh - Tests zu berechneter durchschnittlicher Schrittlänge während des standardisierten 6min Geh - Test ($0,76 \pm 0,041$ vs. $0,77 \pm 0,097$ m; $p = 0,05$). Dies spricht dafür, dass die Schrittlänge welche bei den Probanden individuell über die zehn Schritte ermittelt wurde hinreichend korrekt die durchschnittliche Schrittlänge über die Zeit von 6 Minuten während des Geh – Tests abbildet.

Der im Vorfeld durchgeführte Pilot – Versuch darf als eine Stärke dieser Arbeit gelten. Durch ihn wurde gewährleistet, dass das Zustandekommen sowohl der exakten Fallzahl wie auch des relevanten Äquivalenzbereichs objektiv nachvollziehbar sind und letzterer vor der Hauptmessung definiert wurde. Bei der Mehrheit an bislang publizierten Studien mit Nicht – Unterlegenheits- bzw. Äquivalenzfragestellung war dieser Aspekt nicht adäquat berichtet worden (vgl. Lange et al. 2005, Wangge et al. 2010 a, Wangge et al. 2010 b, Parienti et al. 2006, Le Henanff et al. 2006, Schiller et al. 2012).

Kritisch betrachtet werden muss die Tatsache, dass die beiden Messungen nicht im gleichen räumlichen Umfeld stattgefunden haben. Die ursprüngliche Messung mit den n = 49 Probanden im November 2011 fand in den Räumen der TCM Klinik Bad Kötzting statt, wohingegen die Messung mit n = 43 Probanden im April 2012 im anliegenden Kurpark der Stadt Bad Kötzting stattfand.

6.2 Messgenauigkeit Schrittzähler

Die vielfältigen Einflussfaktoren auf die Messgenauigkeit der Schrittzähler sind hinlänglich bekannt (vgl. 2.3). Soweit möglich wurden diese durch standardisierte

Maßnahmen kontrolliert, insbesondere die Vermeidung von Fehlmessungen geschuldet durch falsches Anbringen der Schrittzähler, vor allem bei adipösen Anwendern (vgl. Tudor – Locke et al. 2002; Mc Clain und Tudor – Locke 2009). Kritisch betrachtet werden muss, dass von den Vorgängermodellen des in dieser Studie verwendeten Schrittzählers der Marke *SILVA* unzureichende Ergebnisse im Rahmen frühere Studien bekannt sind. So geben Clemes et al. (2010) zu Bedenken, dass der Schrittzähler *Silva model 56012* aufgrund seiner Ungenauigkeit nicht für Zwecke geeignet erscheint, welche auf die Förderung der körperlichen Aktivität abzielen. Insbesondere gilt dies für übergewichtige und adipöse Erwachsene. Eine Untersuchung an 68 Probanden, welche mit zwei Schrittzählern ausgestattet waren (befestigt an der linken und rechten Hüfte), ergab, dass die gemessenen Schrittzahlen signifikant unter den tatsächlich gegangenen Schritten lag ($p < 0,008$). Zudem unterschieden sich die gemessenen Schrittzahlen signifikant im Seitenvergleich rechter zu linker Hüfte bei den umgerechneten Gehgeschwindigkeiten von 3,22 und 4,02km/h. Eine weitere Untersuchung der Studie umfasste 134 Probanden, welche über einen Zeitraum von 24h sowohl einen *Silva* Schrittzähler als auch zur Referenz einen Bewegungsmesser (*ActiGraph*) trugen. Hierbei zeigte sich, dass der Schrittzähler die Tagesschrittzahl durchschnittlich um 2025 ± 1903 Schritte ($KI_{0,95} = \pm 3806$ Schritte/Tag) unterschätzte. Ein ähnliches Resultat erhält auch Wiklund et al. (2012). Die mit dem Schrittzähler *Pedometer plus 56013-3* der Marke *SILVA* an 40 adipösen Frauen ermittelten Schrittzahlen unterscheiden sich signifikant von den tatsächlich gegangenen Schritten ($p < 0,001$). Die Schrittzähler wurden entweder an der linken Hüfte ($ICC = 0,13$) oder am Rücken ($ICC = 0,20$) in Verlängerung der Wirbelsäule befestigt. Bei der nun vorliegenden Studie konnten insgesamt drei von 92 Probanden aufgrund einer fehlerhaften Messung ihres Schrittzählers nicht gewertet werden. Für die Messung mit den $n = 43$ Probanden kann eine Verzerrung des Messergebnisses durch fehlerhafte Schrittzahlbestimmung ausgeschlossen werden, da auch während dem standardisierten 6min Geh – Test die Schrittzahl mittels Schrittzähler ermittelt wurde. Die im Rahmen dieser Schrittzahl - Messung erhaltenen Daten weisen keinen signifikanten Unterschied zwischen dem standardisierten gegenüber dem modifizierten Geh – Test auf.

6.3 Ergebnisse Äquivalenztestung

Die zwei durchgeführten Messungen zur Beantwortung der Äquivalenzfragestellung liefern unterschiedliche Ergebnisse. Gemäß dem Ergebnis der Messung mit den $n = 43$ Probanden (Testdurchgang 2) mit einem Mittelwertunterschied von $-2,72 \pm 51,7\text{m}$ und einem $KI_{0,95} = [-18,63\text{m}; 13,19\text{m}]$, welches vollständig im Äquivalenzbereich von $\pm 30\text{ m}$ liegt, lässt sich auf Äquivalenz schließen. Allerdings lassen das Ergebnis der Messung mit den $n = 49$ Probanden (Testdurchgang 1) mit einem Mittelwertunterschied von $23,84 \pm 50,39\text{m}$ und dem entsprechenden $KI_{0,95} = [9,37\text{m}; 38,32\text{m}]$, welches nicht vollständig im Äquivalenzbereich liegt, selbigen Rückschluss auf Gleichwertigkeit der beiden Messmethoden nicht zu. Zur Erklärung dieser unterschiedlichen Ergebnisse lässt sich anführen, dass die Messung mit den $n = 43$ Probanden im Freien (Kurpark der Stadt Bad Kötzting) stattfand, wohingegen die Messung mit den $n = 49$ Probanden in den Räumlichkeiten der TCM Klinik Bad Kötzting durchgeführt wurde. Die Vermutung liegt nahe, dass angesichts der räumlichen Situation die Probanden bei dieser Messung mit $n = 49$ Probanden bei der freien Streckenwahl im Rahmen des modifizierten Geh – Tests häufiger als gewünscht zu einer Streckenanpassung gezwungen wurden, sprich wenden mussten, was eine ständig angepasste Schrittlänge bzw. falsch hohe Schrittzahlen nach sich zog und entsprechend zu unterschiedlichen Ergebnissen führen konnte, wie die Arbeiten von Weiss et al. (2000) und Justine et al. (2014) nahe legen.

Die zu bearbeitende Hauptfragestellung, ob der modifizierte 6min Geh – Test im Vergleich zum standardisierten 6min Geh – Test ein gleichwertiges Messinstrument zur Bestimmung der individuellen Leistungsfähigkeit darstellt, kann nach Zusammenschau aller Ergebnisse letztendlich nicht eindeutig beantwortet werden. Da sich in der Literatur zum gegebenen Zeitpunkt keine Studien mit ähnlicher Äquivalenzfragestellung finden, ist eine Einordnung der Ergebnisse in das bisher bekannte nicht möglich.

6.4 Schlussfolgerung Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Rahmen des IGM

Der 6min Geh – Test gilt als ein bewährter Test zur Beurteilung der funktionellen Leistungsfähigkeit (vgl. ATS 2002), nicht nur im Zusammenhang mit der kardiopulmonalen Rehabilitation (vgl. vgl. Opasich et al. 2001; Zugck et al. 2000; Lucas et al. 1999; Faggiano et al. 1997). Unter den verschiedenen Geh – Tests wird er hierfür als der am meisten geeignete angesehen (vgl. Solway et al. 2001), mit dem Vorteil, dass er die Aktivitäten des täglichen Lebens, welche primär auf einem submaximalen Anstrengungslevel erfolgen, am besten abzubilden vermag (vgl. ATS 2002). Demgegenüber ist es erwähnenswert, dass der 6min Geh – Test auch eine klare Abgrenzung erfährt. So ist es mit ihm nicht möglich, Aussagen über Spitzenwerte der Sauerstoffaufnahme zu tätigen, die Ursache einer Belastungsdyspnoe zu diagnostizieren oder Gründe für eine eingeschränkte Belastbarkeit zu eruieren (vgl. Weisman et al. 1994). Dementsprechend sollte berücksichtigt werden, dass bezüglich der meisten klinischen Fragestellungen die Erkenntnisse, welche ein 6min Geh – Test liefert, in Zusammenschau mit anderen kardiopulmonalen Testverfahren wie der Belastungsergometrie / Spirometrie betrachtet werden sollten. Es ist und wird nie der Anspruch des 6min Geh – Tests sein die Belastungsergometrie zu ersetzen (vgl. ATS 2002).

Gemäß seiner Eigenschaft als sicher durchführbares, valides und reliables Testverfahren der funktionellen Leistungsfähigkeit wurde der 6min Geh – Test bislang in seiner standardisierten Durchführung als Messinstrument im Bereich des Bewegungspaketes des IGM zur Überprüfung des individuellen Leistungszuwachses eingesetzt. Neben dem 6min Geh – Test kommen in diesem Zusammenhang auch Schrittzähler zum Einsatz, welche eine Rückmeldung über das tägliche Bewegungspensum in Form der zurückgelegten Schritte bieten. Personalisierte Ziele bezüglich der täglichen Schrittzahl und das Erreichen / Überprüfen selbiger anhand eines Schrittzählers sind klar zu favorisieren gegenüber allgemeinen Zeitvorgaben im Rahmen einer konkreten Lebensstilintervention wie dem IGM (vgl. Yates et al. 2009). Diese wiederum ist unabdingbar hinsichtlich des Ziels einer langfristigen und nachhaltigen Veränderung von gesundheitsschädlichen Gewohnheiten (vgl. Opdenacker et al. 2008).

Der aktuelle Stand der Literatur zum Gebrauch von Schrittzählern präsentiert sich äußerst heterogen. Neben eindeutiger Evidenz für den Gebrauch als valide Messinstrumente (vgl. Tudor – Locke et al. 2002, Tudor – Locke et al. 2004, de Vries et al. 2009, Mc Namara et al. 2010, Rush et al. 2012, Clemes und Biddle 2013, De Craemer et al. 2014, Kenyon et al. 2013) finden sich auch kritische Hinweise vor allen Dingen in Anbetracht ihrer Fehleranfälligkeit (vgl. De Vries et al. 2006, Rowland et al. 2007, Cyarto et al. 2004, Bassett et al. 2008, Mc Clain und Tudor - Locke 2009, Jehn et al. 2009, Freak - Poli et al. 2013). Dieser Aspekt scheint je nach Modeltyp unterschiedlich ausgeprägt zu sein (vgl. Le Masurier et al. 2004, Schneider et al. 2004, Melanson et al. 2004).

Eindeutig gerechtfertigt scheint ihr Einsatz als motivierendes Hilfsmittel im Rahmen von Interventionen zur Steigerung der körperlichen Aktivität (vgl. Korkiakangas et al. 2010, Bravata et al. 2007, Richardson et al. 2008, Diedrich et al. 2010, Furber et al. 2008, Hospes et al. 2009, Sugden et al. 2008, Pal et al. 2009, Marshall et al. 2009, Tudor – Locke und Lutes 2009, Krein et al. 2010, McDonough et al. 2010, Mansi et al. 2014, vgl. Clarke et al. 2007, Chan et al. 2004, De Cocker et al. 2008, Swartz et al. 2003, Aittasalo et al. 2006).

Genau hier liegt die entscheidende Schnittstelle für die Verwendung der Schrittzähler im Zusammenhang mit dem IGM. Als individuelles Feedbackinstrument gedacht, sollen sie in erster Linie als Motivator dienen, sich mehr körperlich zu bewegen. Die einfache und ohne großen zeitlichen wie apparativen Aufwand mögliche Rückmeldung über das tägliche Ausmaß der körperlichen Bewegung ist dabei von entscheidendem Vorteil. Dieser tägliche Abgleich zwischen Ist- und Soll – Wert darf als enorm förderlich angesehen werden, was die Selbstwirksamkeit des Anwenders und die erfolgreiche Umsetzung des individuellen Bewegungsprogrammes anbelangt. Das im zeitlichen Verlauf mittels modifiziertem 6min Geh – Test selbständig ermittelte Stadium der körperlichen Leistungsfähigkeit trägt das seinige dazu bei. Trotz der eindeutigen Hinweise in der Literatur, welche auf Messungenauigkeiten von Schrittzählern bei unterschiedlichen Gehgeschwindigkeiten bzw. körperlichen Beeinträchtigungen hinweisen, scheint die Verwendung von Schrittzählern legitim. Für das im Rahmen des IGM primär verfolgte Ziel, allgemein motivierend auf das Bewegungsverhalten einzuwirken und eine grobe Abschätzung sowohl des täglichen Pensums im Vergleich zu vorgegebenen Richtwerten sowie ein

Zuwachs der individuellen Gehstrecke im zeitlichen intraindividuellen Vergleich zu liefern, findet sich ausreichende Evidenz. Ein entsprechender Kompromiss zwischen objektiv genauem Messinstrument und individuellem Feedbackmechanismus scheint mit der hier vorgestellten Version des 6min Geh – Tests inklusive der Verwendung von Schrittzählern gefunden zu sein. Dabei ist die Selbstreferenz höher zu bewerten als die objektive exakte Messgenauigkeit. Inwieweit der Ansatz mit Schrittzählern noch den immer häufiger auftkommenden neueren Möglichkeiten der Testung mittels Applikation für Smartphones standhält, wird Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten sein (vgl. Casey et al. 2014).

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Äquivalenztestung Ergebnisse sowohl pro als auch contra einen gleichwertigen Einsatz in Bezug auf die Durchführung des 6min Geh – Tests liefert. Das Zustandekommen dieses Ergebnisses scheint durch den oben genannten Aspekt der unzureichenden räumlichen Gegebenheiten zumindest teilweise erklärbar.

Nach Zusammenschau aller Ergebnisse kann dennoch davon ausgegangen werden, dass der modifizierte 6min Geh – Test im Vergleich zu der standardisierten Version als ein gleichwertiges Messinstrument zur Bestimmung der funktionellen Leistungsfähigkeit angesehen werden kann. Es ist empfehlenswert, dass eine Selbsttestung mittels modifiziertem 6min Geh – Test in weitläufigem freiem Gelände, mit der Möglichkeit längere Strecken geradeaus zu gehen, absolviert werden sollte, da dies insbesondere die Wahrscheinlichkeit einer Fehleinschätzung der zurückgelegten Gehstrecke in Folge falsch hoher Schrittzahlen minimiert. Ein Einsatz selbigen Tests in Verbindung mit Schrittzählern vor dem primär edukativen Hintergrund der ausreichend korrekten selbstständigen Überprüfung eines Leistungszuwachses im Rahmen des IGM erscheint gerechtfertigt. Der Einsatz der einfach durchzuführenden Selbstmessung dürfte die Umsetzung von Empfehlungen zur Bewegungssteigerung in der Praxis deutlich erleichtern und damit die Erfolgsaussichten im Sinn einer alltagsnahen Lebensstiländerung erhöhen.

7 Zusammenfassung

In dieser Äquivalenzstudie wird der Frage nachgegangen, ob eine modifizierte Version des 6min Geh – Tests, mit individueller Schrittlängenbestimmung und freier Streckenwahl, im Wesentlichen gleich gut (äquivalent) die individuelle Leistungsfähigkeit bestimmt wie der nach den Richtlinien der ATS standardisiert durchgeführte 6min Geh – Test.

Hierfür wurde zunächst in einem Pilot - Versuch mit $n = 15$ Personen der entsprechende Äquivalenzbereich von $\pm 30\text{m}$ definiert und die notwendige Stichprobengröße von $n = 49$ Probanden bestimmt.

Insgesamt wurden 92 Probanden gemessen, wobei eine Teilstichprobe mit $n = 49$ Probanden zur Überprüfung der Hauptfragestellung diente (Testdurchgang 1). Eine weitere Teilstichprobe mit $n = 43$ Probanden lieferte neben der Überprüfung der Äquivalenzfragestellung auch Hinweise bezüglich der Korrektheit der zur individuellen Schrittlängenbestimmung benutzten Methode (Testdurchgang 2).

Die Ergebnisse beider Messungen fallen hinsichtlich der Äquivalenzfragestellung unterschiedlich aus. Gemäß dem Ergebnis der Messung mit den $n = 43$ Probanden mit einem Mittelwertunterschied von $-2,72 \pm 51,7\text{m}$ und einem $KI_{0,95} = [-18,63\text{m}; 13,19\text{m}]$, welches vollständig im Äquivalenzbereich von $\pm 30\text{m}$ liegt, lässt sich auf Äquivalenz schließen. Allerdings lassen das Ergebnis der Messung mit den $n = 49$ Probanden mit einem Mittelwertunterschied von $23,84 \pm 50,39\text{m}$ und dem entsprechenden $KI_{0,95} = [9,37\text{m}; 38,32\text{m}]$, welches nicht vollständig im Äquivalenzbereich liegt, selbigen Rückschluss auf Gleichwertigkeit der beiden Messmethoden nicht zu. Die im Rahmen der Messung mit $n = 43$ Probanden anhand der Schrittzählerkontrolle gewonnenen Daten zeigen weder beim Vergleich der individuell bestimmten Schrittlänge beim modifizierten Geh - Test mit der durchschnittlichen Schrittlänge während des standardisierten Geh – Tests ($0,76 \pm 0,041$ vs. $0,77 \pm 0,097\text{m}$; $p = 0,05$) noch beim Vergleich der Schrittzahlen beider Geh – Tests ($738 \pm 50,4$ vs. $733,5 \pm 65,4$; $p = 0,05$) einen signifikanten Unterschied.

Zusammenfassend stellt sich heraus, dass die Äquivalenztestung Ergebnisse sowohl pro als auch contra einen gleichwertigen Einsatz in Bezug auf die Durchführung des 6min Geh – Tests liefert. Zum Zustandekommen dieses uneinheitlichen Befundes tragen zu einem Teil die unterschiedlichen

Testbedingungen (indoor gegenüber outdoor) bei. Dennoch darf davon ausgegangen werden, dass der modifizierte 6min Geh – Test im Vergleich zu der standardisierten Version als ein gleichwertiges Messinstrument zur Bestimmung der funktionellen Leistungsfähigkeit angesehen werden kann. Hierbei ist zu empfehlen, dass eine Selbsttestung mittels modifiziertem 6min Geh – Test in weitläufigem freiem Gelände, mit der Möglichkeit längere Strecken geradeaus zu gehen, absolviert werden sollte, da dies insbesondere die Wahrscheinlichkeit einer Fehleinschätzung der zurückgelegten Gehstrecke in Folge falsch hoher Schrittzahlen minimiert. Ein Einsatz selbigen Tests in Verbindung mit Schrittzählern vor dem primär edukativen Hintergrund der ausreichend korrekten selbstständigen Überprüfung eines Leistungszuwachses im Rahmen des IGM erscheint gerechtfertigt.

8 Literaturverzeichnis

Aittasalo M, Miilunpalo S, Kukkonen-Harjula K, Pasanen M. A randomized intervention of physical activity promotion and patient self-monitoring in primary health care. *Prev Med* 2006; 42:40-46

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS Statement: Guidelines for the Six – Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166:111 – 117

Bassett DR, Mahar MT, Rowe DA, Morrow JR. Walking and Measurement. *Med Sci Sport Exerc*. 2008; 40:S529-536

Bendall MJ, Bassey EJ, Pearson MB. Factors affecting walking speed of elderly people. *Age Ageing*. 1989; 18:327-332

Beneke R, Meyer K. Walking performance and economy in chronic heart failure patients pre and post exercise training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997; 75:246-251

Bernstein ML, Despars JA, Singh NP, Avalos K, Stansbury DW, Light RW. Reanalysis of the 12-min walk in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*. 1994; 105:163–167

Bland JM, Altman DG. Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 307-310

Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res*. 1999; 8:135-160

Borg G. Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Dtsch Arztebl*. 2004; 101:A 1016–1021 [Heft 15]

Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, Stave CD, Olkin I, Sirard JR. Using Pedometers to Increase Physical Activity and Improve Health. A Systematic Review. *JAMA*. 2007; 298:2296-2304

Butland RJA, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six- and twelve-minute walking test in respiratory disease. *BMJ*. 1982; 284:1007–1008

Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, William J, Di Salvo TG. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996; 110:325–332

Cahalin LP, Pappagianopoulos P, Prevost S, Wain J, Ginns L. The Relationship of the 6-Min Walk Test to Maximal Oxygen Consumption in Transplant Candidates With End-Stage Lung Disease. *Chest*. 1995; 108:452-459

Casey M, Hayes PS, Glynn F, O’Laighin G, Heaney D, Murphy AW, Glynn LG. Patients’ experiences of using a smart phone application to improve physical activity: the SMART MOVE qualitative study in primary care. *Br J Gen Pract*. 2014; 64: [http://bjgp.org/content/64/625/e500.full.pdf+html, Zugriff am 01.08.2014]

Cataneo CD, Kobayasi S, de Carvalho LR, Paccanaro RC, Cataneo AJ. Accuracy of six minute walk test, stair test and spirometry using maximal oxygen uptake as gold standard. *Acta Chirurgica Brasileira*. 2010; 25:194-200

Chan CB, Ryan DA, Tudor-Locke C. Health benefits of a pedometer-based physical activity intervention in sedentary workers. *Prev Med* 2004; 39:1215-1222

Clain Mc JJ, Tudor – Locke C. Objective monitoring of physical activity in children: considerations for instrument selection. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009; 12:526-533

Clarke KK, Freeland-Graves J, Klohe-Lehman DM, Milani TJ, Nuss HJ, Laffrey S. Promotion of physical activity in low-income mothers using pedometers. *J Am Diet Assoc* 2007;107:962-967

Clemes SA, Biddle SJ. The use of pedometers for monitoring physical activity in children and adolescents: measurement considerations. *J Phys Act Health*. 2013; 10:249-262

Clemes SA, O'Connell S, Rogan LM, Griffiths PL. Evaluation of a commercially available pedometer used to promote physical activity as part of a national program. *Br J Sports Med*. 2010; 44:1178-1183

Cocker De KA, De Bourdeaudhuij IM, Cardon GM. The effect of pedometer use in combination with cognitive and behavioral support materials to promote physical activity. *Patient Educ Couns* 2008;70:209-214

Craemer De M, De Decker E, Santos-Lozano A, Verloigne M, De Bourdeaudhuij I, Deforche B, Cardon G. Validity of the Omron pedometer and the actigraph step count function in preschoolers. *J Sci Med Sport*. 2014; Jun 12. pii: S1440-2440(14)00112-1. doi: 10.1016/j.jsams.2014.06.001. [http://www.jsams.org/article/S1440-2440%2814%2900112-1/abstract; Zugriff am: 12.07.2014]

Cyarto EV, Myers AM, Tudor – Locke C. Pedometer Accuracy in Nursing Home and Community – Dwelling Older Adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36:205-209

Demers C, McKelvie RS, Negassa A, Yusuf S, RESOLVD Pilot Study Investigators. Reliability, validity, and responsiveness of the six-minute walk test in patients with heart failure. *Am Heart J*. 2001; 142:698-703

Diedrich A, Munroe DJ, Romano M. Promoting physical activity for persons with diabetes. *Diabetes Educ*. 2010; 36:132-140

DGPK (Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie). Positionspapier zum 6 Minuten Gehstest der Arbeitsgruppe Belastungsuntersuchungen der DGPK vom 23.10.2006.[http://www.kinderkardiologie.org/Dokumente/dgpk_AGBelastung_Positionspapier_6MGT.pdf, Zugriff am 21.02.2011]

Donough Mc SM, Tully MA, O'Connor SR, Boyd A, Kerr DP, O'Neill SM, Delitto A, Bradbury I, Tudor-Locke C, Baxter DG, Hurley DA. The Back 2 Activity Trial: education and advice versus education and advice plus a structured walking programme for chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010; 11:163

Elashoff JD: nQuery Advisor™... Version 5.0 User's Guide. 2002.

Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, Tracy RP, McNamara R, Arnold A, Newman AB, Cardiovascular Health Study. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003; 123:387-398

Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the sixminute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158:1384-1387

Faggiano P, D'Aloia A, Gualeni A, Lavatelli A, Giordano A. Assessment of oxygen uptake during the 6-minute walking test in patients with heart failure: preliminary experience with a portable device. *Am Heart J.* 1997; 134:203-206.

Finucane M, Stevens G, Cowan M, Danaei G, Lin J, Paciorek C, Singh GM, Gutierrez HR, Lu Y, Bahalim AN, Farzadfar F, Riley LM, Ezzati M, on behalf of the Global Burden of Metabolic Risk Factors of Chronic Diseases Collaborating Group. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet.* 2011; 377:557-567

Foray A, Williams D, Reemtsma K, Oz M, Mancini D: Assessment of submaximal exercise capacity in patients with left ventricular assist devices. *Circulation.* 1996; 94:II222-226

Freak – Poli RLA, Cumpston M, Peeters A, Clemes SA. Workplace pedometer interventions for increasing physical activity (Review). *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 4. [<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD009209.pub2/pdf>; Zugriff am 12.07.2014]

Furber S, Monger C, Franco L, Mayne D, Jones L, Laws R, Waters L. The effectiveness of a brief intervention using a pedometer and step-recording diary in promoting physical activity in people diagnosed with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance. *Health Promot J Austr.* 2008; 19:189-195

Gavin Mc CR, Gupta SP, McHardy GJR. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ.* 1976; 1:822–823

Gayda M, Temfemo A, Choquet D, Ahmaïdi S. Cardiorespiratory requirements and reproducibility of the sixminute walk test in elderly patients with coronary artery disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85:1538-1543

Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil.* 2001; 21:87-93

Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, Thompson PJ, Berman L, Jones NL, Fallen EL, Taylor DW. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax.* 1984; 39:818-822

Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Follen EJ, Pugsley SO, Taylor DW, Berman LB. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J.* 1985 a; 132:919–923

Guyatt GH, Thompson PJ, Berman LB, Sullivan MJ, Townsend M, Jones NL, Pugsley SO. How should we measure function in patients with chronic heart and lung disease? *J Chronic Dis.* 1985 b; 38:517–524

Hamilton DM, Haennel RG: Validity and reliability of the 6- minute walk test in a cardiac rehabilitation population. *J Cardiopulm Rehabil.* 2000; 20:156-164

Harada ND, Chiu V, Stewart AL. Mobility-related function in older adults: assessment with a 6-minute walk test. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80:837-841

Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical Activity and Public Health: Updated

Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39:1423-1434

Haslam DW, James WP. Obesity. *Lancet.* 2005; 366:1197-1209

Henanff Le A, Giaradeau B, Baron g, Ravaud P. Quality of reporting of noninferiority and equivalence randomized trials. *JAMA.* 2006;295:1147-1151

Hospes G, Bossenbroek L, Ten Hacken NH, van Hengel P, de Greef MH. Enhancement of daily physical activity increases physical fitness of outclinic COPD patients: results of an exercise counseling program. *Patient Educ Couns.* 2009; 75:274-278

Hossain P, Kavar B, Nahas M. Obesity and Diabetes in the Developing World - A Growing Challenge. *N Engl J Med.* 2007; 356:213-215

Hutcheon SD, Gillespie ND, Crombie IK, Struthers AD, McMurdo ME. Perindopril improves six minute walking distance in older patients with left ventricular systolic dysfunction: a randomised double blind placebo controlled trial. *Heart.* 2002; 88:373-377

Jehn M, Schmidt-Trucksass A, Schuster T, et al. Accelerometer based quantification of 6-minute walk test performance in patients with chronic heart failure: applicability in telemedicine. *J Card Fail.* 2009; 15:334-340

Juenger J, Schellberg D, Kraemer S, Haunstetter A, Zugck C, Herzog W, Haass M. Health related quality of life in patients with congestive heart failure: comparison with other chronic diseases and relation to functional variables. *Heart.* 2002; 87:235-241

Justine M, Haidzir M, Affeenddie S, Shahir Razi, Hani Asilah A. Sharp turning and corner turning: comparison of energy expenditure, gait parameters and level of fatigue among community dwelling elderly. *BioMed Research international.* 2014; [http://dx.doi.org/10.1155/2014/640321, Zugriff am 05.07.2014]

Kenyon A, Mc Evoy M, Sprod J, Maher C. Validity of pedometers in people with physical disabilities: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94:1161-1170

Kervio G, Carré F, Ville NS. Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 69-174

Kervio G, Ville NS, Leclercq C, Daubert JC, Carré F. Cardiorespiratory adaptations during the six-minute walk test in chronic heart failure patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2004; 11:171-177 (a)

Kervio G, Ville NS, Leclercq C, Daubert JC, Carré F. Intensity and daily reliability of the six-minute walk test in moderate chronic heart failure patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85:1513-1518 (b)

Kokkinos P, Myers J. Exercise and Physical Activity: Clinical Outcomes and applications. *Circulation.* 2010; 122:1637-1648

Korkiakangas EE, Alahuhta MA, Husman PM, Keinänen-Kiukaanniemi S, Taanila AM, Laitinen JH. Pedometer use among adults at high risk of type 2 diabetes, Finland, 2007-2008. *Prev Chronic Dis.* 2010;7:A37, [http://www.cdc.gov/pcd/issues/2010/mar/09_0035.htm, Zugriff am 13.03.2012]

Krein SL, Metreger T, Kadri R, Hughes M, Kerr EA, Piette JD, Kim HM, Richardson CR. Veterans walk to beat back pain: study rationale, design and protocol of a randomized trial of a pedometer-based Internet mediated intervention for patients with chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010; 11:205. [<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2474-11-205.pdf>, Zugriff am 12.07.2014]

Lange S, Bender R, Ziegler A. Äquivalenzstudien und Nicht – Unterlegenheitsstudien – Artikel Nr. 20 der Statistik – Serie in der DMW. *Dtsch Med Wochenschr.* 2007; 132:e53-e56

Lange S, Freitag G. Choice of delta: requirements and reality – results of a systematic review. *Biom J.* 2005;47:99-107

Lee I-M, Buchner DM. The importance of walking to public health. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40:S512-518.

Li AM, Yin J, YU CCW, Tsang T, So HK, Wong E, Chan D, Hon EKL, Sung R. The six minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005; 25:1057-1060

Lipkin DP, Scriven AJ, Crake T, poole – Wilson PA. Six minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. *BMJ.* 1986; 292:653–655

Lucas C, Stevenson LW, Johnson W, Hartley H, Hamilton MA, Walden J, Lem V, Eagen-Bengsten E. The 6-min walk and peak oxygen consumption in advanced heart failure: Aerobic capacity and survival. *Am Heart J.* 1999; 138:618-624

Mansi S, Milosavljevic S, Baxter GD, Tumilty S, Hendrick P. Complete manuscript title: A systematic review of studies using pedometers as an intervention for musculoskeletal diseases. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15:231 [<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2474-15-231.pdf>, Zugriff am 12.07.2014]

Marshall SJ, Levy SS, Tudor-Locke CE, Kolkhorst FW, Wooten KM, Ji M, Macera CA, Ainsworth BE. Translating Physical Activity Recommendations into a Pedometer-Based Step Goal: 3000 Steps in 30 Minutes. *Am J Prev Med.* 2009; 36:410–415

Masurier Le GC, Lee SM, Tudor – Locke C. Motion Sensor Accuracy under controlled and Free - Living conditions. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36:905-910

Melanson EL, Knoll JR, Bell ML, Donahoo WT, Hill JO, Nysse LJ, Lanningham – Foster L, Peters JC, Levine JA. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. *Preventive Medicine.* 2004; 39:361-368

Melchart D. Lebensstil und Gesundheit – am Beispiel eines modernen Individuellen Gesundheits-Managements (IGM). In Hoefert, HW, Klotter C (Hrsg.) *Gesunde Lebensführung – kritische Analyse eines populären Konzepts.* Bern: Verlag Hans Huber, 2011; 143-158

Melchart D, Eustachi A. Das Individuelle Gesundheits-Management (IGM) – ein Lebensstilkonzept zur Früherkennung, Vermeidung und Selbstbehandlung von Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel- und Stresserkrankungen für Lehrerinnen und Lehrer. *Das Gymnasium in Bayern* 2012; 5:26-29

Meyer T, Kindermann W. Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}). Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 1999; 50:285-286

Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M, Nakanishi N, Miyatake K. Clinical Correlates and Prognostic Significance of Six-minute Walk Test in Patients with Primary Pulmonary Hypertension Comparison with Cardiopulmonary Exercise Testing. Am J Respir Crit Care Med. 2000; 161:487-492

Namara Mc E, Hudson Z, Taylor S. Measuring activity levels of young people: the validity of pedometers. British Medical Bulletin. 2010; 95:121-137

Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda – Sceppa C. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Med Sci Sports Exerc. 2007; 39:1435-1445

Ogilvie D, Foster CE, Rothnie H, Cavill N, Val H, Fitzsimons C, Mutrie N & Scottish Physical Activity Research Collaboration. Interventions to promote walking: systematic review. BMJ. 2007; 334:1204-1213

O'Keeffe ST, Lye M, Donnellan C, Carmichael DN. Reproducibility and responsiveness of quality of life assessment and six minute walk test in elderly heart failure patients. Heart. 1998; 80:377-382

Olsson LG, Swedberg K, Clark AL, Witte KK, Cleland JG. Six minute corridor walk test as an outcome measure for the assessment of treatment in randomized, blinded intervention trials of chronic heart failure: a systematic review. Eur Heart J. 2005; 26:778-793

Opasich C, De Feo S, Pinna GD, Furgi G, Pedretti R, Scrutinio D, Tramarin R. Distance walked in the 6-minute test soon after cardiac surgery: toward an efficient use in the individual patient. Chest. 2004; 126:1796-1801

Opasich C, Pinna GD, Mazza A, Febo O, Riccardi R, Riccardi PG, Capomolla S, Forni G, Cobelli F, Tavazzi L. Six-minute walking performance in patients with moderate- to -severe heart failure: is it a useful indicator in clinical practice? Eur Heart J. 2001; 22:488-496

Opdenacker J, Boen F, Coorevits N, Delecluse C. Effectiveness of a lifestyle intervention and a structured exercise intervention in older adults. Prev Med. 2008; 46:518-524

Pal S, Cheng C, Egger G, Binns C, Donovan R. Using pedometers to increase physical activity in overweight and obese women: a pilot study. BMC Public Health. 2009; 9:R309. [<http://www.biomedcentral.com.eaccess.ub.tum.de/content/pdf/1471-2458-9-309.pdf>, Zugriff am 12.07.2014]

Parienti JJ, Verdon R, Massari V. Methodological standards in non-inferiority AIDS trials: moving from adherence to compliance. BMC Med Res Methodol. 2006;6:46

Pate R, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, Kriska A, Leon AS, Marcus BH, Morris J, Paffenbarger Jr RS, Patrick K, Pollock ML, Rippe JM, Sallis J, Wilmore JH. Physical Activity and Public Health: A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. Jama. 1995; 273:402-407

Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC: US Department of Health and Human

- Services. 2008; [<http://www.health.gov/paguidelines/Report/pdf/CommitteeReport.pdf>, Zugriff am 05.02.2014]
- Richardson CR, Newton TL, Abraham JL, Sen A, Jombo M, Swartz AM. A Meta-Analysis of Pedometer-Based Walking Interventions and Weight Loss. *Annals of Family Medicine*. 2008; 6:69-77
- Rikli RE, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60 - 94. *J Aging Phys Act*. 1999; 7:162-181
- Rikli RE, Jones CJ. The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of endurance in older adults. *J Aging Phys Act*. 1998; 6:363-375
- Riley M, Mc Parland J, Stanford CF, Nicholls DP. Oxygen consumption during corridor walk testing in chronic cardiac failure. *Eur Heart J*. 1992; 13:789-793
- Ross RM, Murthy JN, Wollak ID, Jackson AS. The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulmonary Medicine*. 2010; 10:31-39
- Roul G, Germain P, Bareiss P. Does the 6-min walk test predict the prognosis in patients with NYHA class II or III chronic heart failure? *Am Heart J*. 1998; 136:449-457
- Rowland AV, Stone MR, Eston RG. Influence of Speed and Step Frequency during Walking and Running on Motion sensor Output. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2007; 39:716-727
- Rush E, Coppinger T, Obolonkin V, Hinckson E, Mc Grath L, Mc Lennan S, Graham D. Use of pedometers to identify less active children and time spent in moderate to vigorous physical activity in the school setting. *Journal of Science and Medicine in Sports*. 2012; 15: 226-230
- Ryan TP, Woodall WH. The most-cited statistical papers. *J Appl Stat*. 2005; 32:461-474
- Santana MG, de Lira CA, Passos GS, Santos CA, Silva A, Yoshida CH, Tufik S, de mello MT. Is the six minute walk test appropriate for detecting changes in cardiorespiratory fitness in healthy elderly men? *J Sci Med Sport*. 2012; 15:259-265
- Schiller P, Burchardi N, Niestroj M, Kieser M. Quality of reporting of clinical non-significance and equivalence randomized trials-update and extension. *Trials*. 2012; 13:214
- Schneider PL, Crouter SE, Bassett DR. Pedometer Measures of Free-living Physical Activity: Comparison of 13 Models. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2004; 36:331-335
- Schneider PL, Crouter SE, Lukajic O, Bassett DR. Accuracy and reliability of ten pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2003; 35:1779-1784
- Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119:256-270
- Starobin D, Kramer MR, Yarmolovsky A, Bendayan D, Rosenberg I, Sulkes J, Fink G. Assessment of functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: correlation between cardiopulmonary exercise, 6 minute walk and 15 step exercise oximetry test. *Isr Med Assoc J*. 2006; 8:460-463

Statistisches Bundesamt. Gesundheit, Todesursachen in Deutschland. Fachserie 12, Reihe 4, 2012; erschienen am 12.12.2013

Sugden JA, Sniehotta FF, Donnan PT, Boyle P, Johnston DW, McMurdo ME. The feasibility of using pedometers and brief advice to increase activity in sedentary older women—a pilot study. *BMC Health Serv Res.* 2008; 8:169. [<http://www.biomedcentral.com.eaccess.ub.tum.de/content/pdf/1472-6963-8-169.pdf>, Zugriff am 12.07.2014]

Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR, Moore JB, Redwine BA, Groer M, et al. Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight women. *Prev Med* 2003; 37:356-362.

Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J.* 1999; 14:270-274

Tudor-Locke C, Lutes L. Why do pedometers work? A reflection upon the factors related to successfully increasing physical activity. *Sports Med.* 2009; 39:981-993

Tudor – Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of Pedometers for Assessing Physical Activity. Convergent Validity. *Sports Med.* 2002; 32:795-808

Tudor – Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of Pedometers for Assessing Physical Activity. Construct Validity. *Sports Med.* 2004; 34:281-291

Verrill DE, Barton C, Beasley W, Lippard M, King CN. Sixminute walk performance and quality of life comparisons in North Carolina cardiac rehabilitation programs. *Heart Lung.* 2003; 32:41-51

Vries De SI, Bakker I, Hopman – Rock M, Hirasing RA, van Mechelen W. Clinimetric Review of Motion Sensors in Children and adolescents. *J Clin Epidemiol:* 2006; 59:670-680

Vries De SI, van Hirtum HW, Bakker I, Hopman – Rock M, Hirasing RA, van Mechelen W. Validity and Reproducibility of Motion Sensors in Youth: a Systematic Update. *Med Sci Sport Exerc.* 2009; 41:818-827

Wangge G, Klungel OH, Roes KCB, de Boer A, Hoes AW, Knol MJ. Interpretation and interference in noninferiority randomized controlled trials in drug research. *Clin Pharmacol Ther.* 2010; 88:420-423 (a)

Wangge G, Klungel OH, Roes KCB, de Boer A, Hoes AW, Knol MJ. Room for improvement in conducting and reporting non-inferiority randomized controlled trials on drugs: a systematic review. *PLoS One.* 2010;5:e13550 [<http://www.plosone.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0013550&representation=PDF>, Zugriff am 26.07.2014]

Weisman IM, Zeballos RJ. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *Clin chest Med.* 1994; 15:421-445

Weiss RA: Six minute walk test in severe COPD. Reliability and effect of walking course layout and length. Paper presented at ACCP Conference 2000; San Francisco.

Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee MC, Chan HT, Tsao CK, Tsai SP, Wu X. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet.* 2011; 378:1244-1253

Wellek S, Blettner M. Establishing equivalence or noninferiority in clinical trials – part 20 of a series of evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int.* 2012; 109:674-679

WHO (World Health Organisation). The top 10 causes of death. Fact sheet N° 310, July 2013. [<http://who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html>, Zugriff am 11.02.2014]
Wijkstra PJ, Ten Vergert EM, van der Mark ThW, Postma DS, van Altena R, Kraan J, Koeter GH. Relation of lung function, maximal inspiratory pressure, dyspnoea, and quality of life with exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1994; 49:468–472

Wiklund M, Cider A, Olsen MF. Accuracy of a Pedometer and an accelerometer in Women with Obesity. *The Open Obesity Journal.* 2012; 4:11-17

Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care.* 2004; 27:1047-1053

Yates T, Davies M, Gorely T, Bull F, Khunti K. Effectiveness of a pragmatic education program designed to promote walking activity in individuals with impaired glucose tolerance: a randomized controlled trial. *Diabetes Care.* 2009; 32:1404-1410

Zugck C, Krüger C, Dürr S, Gerber SH, Haunstetter A, Hornig K, Kübler W, Haass M. Is the 6-minute walk test a reliable substitute for peak oxygen uptake in patients with dilated cardiomyopathy? *Eur Heart J.* 2000; 21:540-549

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anthropometrische Kenngrößen der Pilotstichprobe (n=15) gesamt und Aufteilung nach Geschlecht	27
Tabelle 2: Anthropometrische Kenngrößen der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49) gesamt und Aufteilung nach Geschlecht	31
Tabelle 3: Klinische Daten der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)	31
Tabelle 4: Anthropometrische Kenngrößen der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43) gesamt und Aufteilung nach Geschlecht	32
Tabelle 5: Klinische Daten der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)	32
Tabelle 6: Gehstrecken und Belastungsparameter der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)	40
Tabelle 7: Mittelwertunterschied der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)	41
Tabelle 8: Messwertabweichung der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)	42
Tabelle 9: Gehstrecken und Belastungsparameter der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)	44
Tabelle 10: Mittelwertunterschied der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)	44
Tabelle 11: Messwertabweichung der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)	45
Tabelle 12: Schrittlänge und Schrittzahl der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)	47
Tabelle 13: Messwertabweichung der Stichprobe für Betrachtung der Schrittlänge	50
Tabelle 14: Messwertabweichung der Stichprobe für Betrachtung der Schrittzahl	54

10 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Studiendesign für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)	28
Abbildung 2: Studiendesign für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzählerkontrolle (Testdurchgang 2)	29
Abbildung 3: Mittelwertunterschied mit Konfidenzintervall für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1) (n=49)	41
Abbildung 4: Bland und Altman Graph der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert (Testdurchgang 1)	43
Abbildung 5: Mittelwertunterschied mit Konfidenzintervall für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2) (n=43)	45
Abbildung 6: Bland und Altman Graph der Stichprobe für Vergleich 6min Geh – Test standardisiert vs. modifiziert mit Schrittzähler Kontrolle (Testdurchgang 2)	46
Abbildung 7: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die berechnete Schrittlänge beim standardisierten Geh – Test (ATS)	48
Abbildung 8: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die gemessene Schrittlänge beim modifizierten Geh – Test (IGM)	48
Abbildung 9: Streudiagramm Schrittlänge	49
Abbildung 10: Bland & Altman Graph Schrittlänge	51
Abbildung 11: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die Schrittzahl beim standardisierten Geh – Test (ATS)	52
Abbildung 12: Histogramm mit Normalverteilungskurve für die Schrittzahl beim modifizierten Geh – Test (IGM)	52
Abbildung 13: Streudiagramm Schrittzahl	53
Abbildung 14: Bland & Altman Diagramm Schrittzahl	54

Messprotokoll

Name: _____

Datum: _____

Geschlecht: M W

Alter: _____

Größe: _____ cm

Gewicht: _____ kg

1) 6min Gehstest standardisiert nach ATS:

Baseline:

Ende des Tests:

2min nach Ende des Tests:

Uhrzeit: ____:____

Puls_{vor}: _____

Puls_{nach}: _____

Puls_{REG}: _____

BORG_{vor}: _____

BORG_{nach}: _____

- Mussten Sie vor Ende des Tests anhalten? Nein / Ja, Gründe: _____
- Beschwerden während/nach dem Test? z.B. Atemnot, Gelenkschmerzen, Unwohlsein, etc.:
- Rundenzahl: _____ (× 60m) + zusätzliche Teilstrecke: _____ m =

Gesamtgehstrecke in 6min: _____ m

- Referenzwert*: _____ m

2) 6min Gehstest: Eigenmessung/IGM:

Schrittlänge: _____

Baseline:

Ende des Tests:

2min nach Ende des Tests:

Uhrzeit: ____:____

Puls_{vor}: _____

Puls_{nach}: _____

Puls_{REG}: _____

BORG_{vor}: _____

BORG_{nach}: _____

- Mussten Sie vor Ende des Tests anhalten? Nein / Ja, Gründe: _____
- Beschwerden während/nach dem Test? z.B. Atemnot, Gelenkschmerzen, Unwohlsein, etc.:
- Schrittzahl: _____ x Schrittlänge: _____ =

Gesamtgehstrecke in 6min: _____ m

- Referenzwert*: _____ m

Danksagung

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. D. Melchart gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas und die eingehende wissenschaftliche Betreuung während der gesamten Zeit der Arbeit.

Ebenso herzlich danke ich Herrn Dr. phil. Dr. rer. biol. hum. W. Weidenhammer für die wissenschaftliche Betreuung und die Hilfe bei den statistischen Fragestellungen.

Herrn Dr. med. S. Hager, Ärztlicher Direktor der TCM Klinik Bad Kötzting, danke ich für die Bereitstellung der Räumlichkeiten.

Für Ihre Hilfe bei der Organisation der Geh – Tests, insbesondere der Akquise der Probanden und der Erstellung des Zeitplanes, danke ich Frau H. Nüssler.

Frau C. Schmid danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Geh – Tests.

Herrn G. Winklhofer vom Treffpunkt Gesundheit Service Center der Gemeinde Bad Füssing danke ich für die Hilfestellung bei der Durchführung des Pilot – Versuchs.

Von meinen Großeltern Hanns und Josefine Noder wurde ich tatkräftig unterstützt und gefördert.

