

# BACHELORARBEIT II

Titel der Bachelorarbeit

Auswirkungen von körperlicher Inaktivität auf Gleichgewicht,  
Koordination und Sturzrisiko bei Jugendlichen und  
Erwachsenen um das 60. Lebensjahr

Verfasser

Florentina Gareiß

Benedikt Öhner

angestrebter Akademischer Grad

Bachelor of Science in Health Studies (BSc)

St. Pölten, 2018

Studiengang:

Studiengang Physiotherapie

Jahrgang

PT 15

Betreuerin / Betreuer :

Anna-Maria Raberger

# EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

# EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

# I Zusammenfassung

## **Auswirkungen von körperlicher Inaktivität auf Gleichgewicht, Koordination und Sturzrisiko bei Jugendlichen und Erwachsenen um das 60. Lebensjahr**

**Einleitung:** Körperliche Aktivität ist fundamental für die physische und mentale Gesundheit des Menschen und ist ein archaisches Erbe, denn der menschliche Körper ist für die Bewegung konzipiert. Jede Form von Bewegung trägt zu einem aktiven und gesünderen Lebensstil bei. Bewegungsmangel kann differente negative Auswirkungen haben. Inwieweit Inaktivität sich auch auf die körperlichen Fähigkeiten Koordination, Gleichgewicht und Sensorik auswirken, die einen grundlegenden Aspekt im Schutz gegen Stürze darstellen, wurde bisher wenig erforscht. Ziel der Studie ist es daher die Auswirkungen von Inaktivität auf die genannten körperlichen Fähigkeiten bei zwei bisher vernachlässigten Altersgruppen zu untersuchen, um Schlussfolgerungen für die Physiotherapie und mögliche präventive Maßnahmen ziehen zu können.

**Methoden:** 40 gesunde ProbandInnen werden für diese Studie rekrutiert (jeweils 20 Jugendliche von 14-19 Jahren und Erwachsene von 54-65 Jahren). Durch den Einsatz des Global Physical Activity Questionnaire und die Auswertung der Angaben zu ihrem Aktivitätsniveau werden die ProbandInnen in aktive und inaktive Gruppen (N pro Gruppe = 10) aufgeteilt. Für die Evaluierung ihrer körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik wird der Brief-Balance Evaluation Systems Test herangezogen. Die Analyse der Testergebnisse erfolgt mittels des Mann Whitney-U Test in IBM SPSS Statistics 24.

**Ergebnisse:** Signifikant bessere Testergebnisse erzielen die aktiven Erwachsenen gegenüber den inaktiven ( $p = 0,028$ ). Zusätzlich erreichen die jugendlichen ProbandInnen eine signifikant höhere Punkteanzahl gegenüber den Erwachsenen im Vergleich der gesamten ( $p = 0,000$ ), aktiven ( $p = 0,001$ ) und inaktiven ( $p = 0,000$ ) Testgruppen. Auch einige untersuchte Unterkategorien des Brief-BESTest fallen im Vergleich der Altersgruppen signifikant aus.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse dieser Studie geben wichtige Hinweise auf die Auswirkungen von physischer Inaktivität auf die körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik, sowie auf das Sturzrisiko. Insbesondere für inaktive Erwachsene um das 60. Lebensjahr ist das Training dieser Fähigkeiten sinnvoll, um Stürze und Verletzungen zu vermeiden. In der Physiotherapie kann dieses Problem sowohl in der Therapie, als auch mit dem Angebot von präventiven Maßnahmen behandelt werden.

## II Abstract

### **Physical inactivity of adolescents and adults around the age of 60 and its effect on their balance, coordination and risk of falls**

**Introduction:** Physical exercise is a basic human function and essential for good bodily and mental health. Any type of physical movement contributes towards an active lifestyle. A lack of exercise will have a negative effect on the body as a whole. The impact of inactivity on the powers of coordination, sense of balance and the sensory system has received little attention although they play a vital role in our daily life, built-in safety mechanisms protecting us from injuring ourselves in accidents. Consequently, the aim of this survey is to investigate the effects of physical inactivity in terms of balance and coordination, particularly in age-groups hitherto given little consideration and to assess the role and impact of physiotherapy as a preventive measure.

**Methods:** 40 healthy test persons, each 20 adolescents between 14-19 and adults between 54-65 years, contributed to the study. The test persons were separated in an active and inactive group (N per group = 10) using the Global Physical Activity Questionnaire and the results regarding the level of activity of the test persons. The evaluation of their physical capabilities was performed with the Brief-BESTest and analysis of the test results was done with the Mann Whitney-U Test in IBM SPSS Statistics 24.

**Results:** Active adults reached significantly better test results than their inactive counterparts ( $p = 0,028$ ). Furthermore, adolescents were significantly superior when compared to adults in the total number of participants ( $p = 0,000$ ), as well as the active ( $p = 0,001$ ) and inactive ( $p = 0,000$ ) groups. Significant Results were also achieved in several of the Brief-BESTest's subcategories.

**Conclusion:** The results of this study revealed important information about the effects of physical inactivity on balance, coordination and the sensory system, and how lack of exercise impacts the risk of falls. Exercise would be highly recommended for adults around the age of 60 as a prevention of falls and injuries. In physiotherapy this problem can be solved in therapy and with the provision of preventative arrangements.

### III Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung (FG/BÖ)</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Aktivität vs. Inaktivität (BÖ)</b> .....	<b>3</b>
1.1.1 Physische Aktivität und Gesundheit .....	4
1.1.2 Wie viel Aktivität braucht es um aktiv zu sein? .....	5
1.1.3 Inaktivität als globales Problem .....	6
<b>1.2 Grundlegende körperliche Fähigkeiten (FG/BÖ)</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 Die Bedeutung der Koordination (FG) .....	7
1.2.2 Die Rolle des Gleichgewichts (FG).....	10
1.2.3 Der Einfluss der Sensorik und Sensomotorik (BÖ) .....	12
1.2.4 Assessments zur Feststellung der körperlichen Fähigkeiten (FG) .....	13
1.2.5 Besonderheiten unterschiedlicher Altersgruppen (FG) .....	14
<b>1.3 Das Phänomen Sturz (BÖ)</b> .....	<b>16</b>
1.3.1 Stürze im Allgemeinen .....	17
1.3.1.1 Sturzarten.....	17
1.3.1.2 Risikofaktoren und sturzassoziierte Merkmale .....	18
1.3.2 Der Sturz als psychologisches Ereignis.....	20
1.3.3 Sturzprophylaxe .....	21
1.3.3.1 Multifaktorieller Ansatz der Sturzprävention .....	22
1.3.3.2 Monofaktorieller Ansatz der Sturzprävention .....	23
<b>1.4 Fragestellung und Hypothesen (FG)</b> .....	<b>23</b>
<b>2 Methodik (FB/BÖ)</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 Studiendesign (BÖ)</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2 ProbandInnenauswahl (BÖ)</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3 Ein- und Ausschlusskriterien (FG)</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4 Messsysteme (FG)</b> .....	<b>27</b>
2.4.1 Global physical activity questionnaire.....	27
2.4.2 Brief-Balance Evaluation Systems Test.....	30
<b>2.5 Studienverlauf (FG)</b> .....	<b>35</b>
<b>2.6 Daten- und Analyseverfahren (FG)</b> .....	<b>35</b>
2.6.1 Auswertung der Aktivitätswerte .....	36
2.6.2 Auswertung und Analyse der Ergebnisse des Brief-BESTest.....	36
<b>3 Ergebnisse (FG)</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1 Anzahl und Alter der ProbandInnen</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2 Aktivitätsniveaus der ProbandInnen</b> .....	<b>39</b>

<b>3.3</b>	<b>Brief-BESTest</b> .....	<b>40</b>
3.3.1	Vergleich der Aktivitätsniveaus.....	41
3.3.2	Vergleich der Altersgruppen.....	42
<b>4</b>	<b>Diskussion (BÖ)</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Interpretation der Ergebnisse</b> .....	<b>46</b>
4.1.1	Messungen nach dem Aktivitätsniveau .....	46
4.1.2	Messungen nach den Altersgruppen.....	49
<b>4.2</b>	<b>Limitationen</b> .....	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick (FG/BÖ)</b> .....	<b>55</b>
<b>5.1</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse (BÖ)</b> .....	<b>55</b>
<b>5.2</b>	<b>Relevanz der Ergebnisse für die Physiotherapie (BÖ)</b> .....	<b>56</b>
<b>5.3</b>	<b>Ausblick auf zukünftige Studien (FG)</b> .....	<b>57</b>

## IV Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Effekte physischer Aktivität auf die Gesundheit (Cavill u.a., 2006, S. 17). .....	4
<b>Abb. 2:</b> Physisches Aktivitätslevel der einzelnen Altersbereiche mit Empfehlungen zu deren Erreichung. .....	6
<b>Abb. 3:</b> Sensomotorische Beanspruchungsformen mit der Koordination als Basis und einem Wechselspiel zwischen allen Komponenten (Laube & Anders, 2009, S. 165).....	8
<b>Abb. 4:</b> Strategien und Systeme zum Erhalt des Gleichgewichts (Diemer & Sutor, 2007, S. 89).....	11
<b>Abb. 5:</b> Koordinative Entwicklung: I = Vorschulalter, II = frühes Schulkindalter, III = spätes Schulkindalter, IV = Pubeszenz, V = Adoleszenz, VI = frühes Erwachsenenalter, VII = mittleres Erwachsenenalter, VIII = spätes Erwachsenenalter (Roth & Roth, 2009, S. 200). .....	15
<b>Abb. 6:</b> Sturzrisiko in Prozent bei zunehmenden Risikofaktoren (Jansenberger, 2011, S. 2). .....	18
<b>Abb. 7:</b> Grafischer Kurzüberblick zur Durchführung der Studie. ....	25
<b>Abb. 8:</b> Teststationen des Brief-BESTest; a: Test 1, seitliches Beinheben; b: Test 2, Functional reach forward; c: Test 3, Einbeinstand; d: Test 4, Sicherheitsschritt zur Seite; e: Test 5, Stand auf dem Airex Pad mit geschlossenen Augen; f: Test 6, Timed up and Go Test.....	34
<b>Abb. 9:</b> Diagramm zu den durchschnittlichen MET-Minuten pro Woche, aufgeteilt nach den Altersgruppen 14-17, 18-19 und 54-65 Jahren, sowie in Gesamtanzahl, aktiv und inaktiv. ....	39
<b>Abb. 10:</b> Anzahl der von allen jugendlichen ProbandInnen (N = 20) maximal erreichten Punkte beim Gesamtergebnis des Brief-BESTest, unabhängig vom Aktivitätsniveau. ....	40
<b>Abb. 11:</b> Anzahl der von allen erwachsenen ProbandInnen (N = 20) maximal erreichten Punkte beim Gesamtergebnis des Brief-BESTest, unabhängig vom Aktivitätsniveau. ....	41
<b>Abb. 12:</b> Gesamtergebnisse nach Analyse des Aktivitätsniveaus; Vergleich aller aktiven und inaktiven ProbandInnen mit Aufteilung nach den Altersgruppen.....	42
<b>Abb. 13:</b> Gesamtergebnisse nach Analyse der Altersgruppen; Vergleich aller jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen gemeinsam, mit Aufteilung in aktive und inaktive Aktivitätsniveaus. .....	43

## V Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Bereiche des Brief-BESTest mit Erklärungen und den zugeordneten Testungen (modifiziert nach O'Hoski u.a., 2014). .....	33
<b>Tabelle 2:</b> Durchschnittsalter der ProbandInnen, mit Standardabweichung und Spannweite .....	38
<b>Tabelle 3:</b> Vergleichswerte der gesamten jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen unabhängig vom Aktivitätsniveau. ....	44
<b>Tabelle 4:</b> Vergleichswerte der aktiven jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen. ....	44
<b>Tabelle 5:</b> Vergleichswerte der inaktiven jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen. ....	45
<b>Tabelle 6:</b> Vergleichswerte der Gesamtanzahl der aktiven und inaktiven ProbandInnen, unabhängig von der Altersgruppe.....	79
<b>Tabelle 7:</b> Vergleichswerte der aktiven und inaktiven jugendlichen ProbandInnen .....	79
<b>Tabelle 8:</b> Vergleichswerte der aktiven und inaktiven erwachsenen ProbandInnen .....	79

## VI Abkürzungsverzeichnis

BBT.....	Brief-BESTest (bei den Einzeltestergebnissen)
BESTest.....	Balance Evaluation Systems Test
Brief-BESTest .....	Brief-Balance Evaluation Systems Test
Erw.....	Erwachsene
GPAQ.....	Global Physical Activity Questionnaire
Jgdl.....	Jugendliche
li.....	links
Max.....	Maximum
MET.....	Metabolisches Äquivalent
Min.....	Minimum
Mini-BESTest.....	Mini-Balance Evaluation Systems Test
N.....	Gruppengröße
PA.....	Physische Aktivität
R.....	Spannweite (englisch „range“)
re.....	rechts
SM.....	Sturzassoziierte Merkmale
SOT.....	Sensory Organisation Test
STABW.....	Standardabweichung
WHO.....	World Health Organisation

### Abkürzungen für die Aufteilung der Bachelorarbeit:

FG.....	Florentina Gareiß
BÖ.....	Benedikt Öhner

## Vorwort

Jede/r, die/der sich schon einmal mit dem Schreiben wissenschaftlicher Abschlussarbeiten beschäftigt hat, weiß, wie schwierig der gesamte Prozess sein kann. Dies beginnt schon mit dem Finden des passenden Forschungsthemas. In unserem Fall begann der Weg mit der Vorgabe unserer Betreuerin das Thema aus dem Bereich „Altersspezifische Charakteristika des Gleichgewichts und Gangverhaltens“ zu konkretisieren. Wir beide waren daran interessiert sowohl Kinder und Jugendliche, als auch Erwachsene zu untersuchen und Unterschiede festzustellen. Zusätzlich erkannten wir während unserer Recherchen, dass die vielfach erwähnte körperliche Inaktivität nicht nur eine dahin gesagte Floskel, sondern ein deutlich größeres Problem ist, als wir erwartet hatten. Als zukünftige PhysiotherapeutInnen wussten wir von der Bedeutung von Bewegung für PatientInnen und fragten uns, ob ihr Fehlen nicht auch eine Auswirkung auf die Gleichgewichtsfähigkeit haben könnte, was wiederum unsere Tätigkeit in Zukunft beeinflussen würde. Und so war das grundsätzliche Thema gefunden und es konnte mit der eigentlichen Arbeit begonnen werden.

So kurz und leicht sich die Kurzfassung auch anhört, muss doch allen, die diese Arbeit lesen, klar sein, dass sie nicht ohne die Hilfe unzähliger Personen hätte vollendet werden können. Einigen davon wollen wir hier in aller Form danken. Zuallererst geht unser Dank an unsere Betreuerin, Frau FH-Prof. Anna-Maria Raberger, MSc, für die Zusammenarbeit, die konstruktive Kritik und die Geduld mit den immer wieder aufkommenden Fragen. Ihrer Unterstützung ist es zu verdanken, dass wir ein Thema fanden, das uns beide interessierte und dass wir die Arbeit ohne zu viele Probleme vollenden konnten. Bedanken möchten wir uns auch bei unseren ProbandInnen, die sich die Zeit nahmen, die Studie durchzuführen. Des Weiteren gilt unsere Dankbarkeit unseren StudienkollegInnen, FreundInnen und Familienangehörigen, die uns mit Rat und Tat unterstützten oder auch einmal ein offenes Ohr für Probleme hatten. Besonders herausstreichen möchten wir hier Stefanie Tamegger und Bernadette Brenner, die uns retteten, als sich der Text einfach nicht richtig formatieren lassen wollte, ihn noch kurzfristig korrigierten und mit Übersetzungen aushalfen. Diesen und noch einigen anderen möchten wir von Herzen danken.

# 1 Einleitung (FG/BÖ)

Körperliche Aktivität ist fundamental für die physische und mentale Gesundheit des Menschen (Cavill, Kahlmeier, Racioppi, Ebrary, & World Health Organisation, 2006, S. 3). Daher befassen sich allein in Österreich zahlreiche Initiativen („Fit Sport Austria“, 2017, „NÖ Tut gut!“, 2017, „Senioren-Fit“, 2017, „Tägliche Turnstunde“, 2017) mit der Förderung körperlicher Aktivität bei Personen aller Altersklassen.

Bewegungsmangel ist als Risikofaktor unzähliger Zivilisationskrankheiten bekannt und geht mit hohen Kosten für das Gesundheitssystem einher (Krug u. a., 2013). Zusätzlich zählt er auch als einer der Warnhinweise für erhöhtes Sturzrisiko bei älteren Personen (Jansenberger, 2011, S. 3). Laut der WHO („Factsheet Physical Activity“, 2017) beläuft sich die Anzahl Erwachsener, die nicht adäquat physisch aktiv sind auf 23% weltweit und bei Jugendlichen zwischen elf und 17 Jahren sogar auf 81%. Für Österreich besagen die letzten Zahlen der WHO, dass Erwachsene mit 23,8% sich im weltweiten Durchschnitt bei der körperlichen Inaktivität befinden, während Jugendliche mit einem grob geschätzten Wert von 75,4% ein wenig aktiver sind als in anderen Staaten. In beiden Fällen sind Mädchen und Frauen deutlich inaktiver als Jungen und Männer (WHO, 2015a, 2015b).

Im Gegensatz zu den Folgen von körperlicher Inaktivität für die allgemeine Gesundheit wurden die genaueren Auswirkungen von Bewegungsmangel auf die körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik bislang nicht untersucht. Dabei ergaben Studien, dass Bewegung allgemein die Entwicklung dieser Fähigkeiten fördern und deren Regression in ein höheres Alter verschieben kann (Eisfeld, 2007, S. 140ff; Hirtz, 2007, S. 133ff). Andere Forschungen zeigten auch, dass der Einsatz von Bewegungsprogrammen zum Gleichgewichtstraining oder als Maßnahme zur Sturzprophylaxe bei jungen Personen eine deutliche Reduktion von Sportverletzungen bewirken und bei älteren Menschen zu einer eindeutigen Verbesserung der Mobilität und Sicherheit im Alltag, sowie einer Reduktion der Stürze und damit einhergehenden Verletzungen führen kann (Chen, Zhang, Wang, & Liu, 2016; Emery, Cassidy, Klassen, Rosychuk, & Rowe, 2005; P. Perrin, Gauchard, Perrot, & Jeandel, 1999). Der dargestellte enge Zusammenhang zwischen physischer Aktivität, Koordination und Gleichgewicht lässt somit vermuten, dass bei inaktiven Personen möglicherweise ein erhöhtes Sturz- und Verletzungsrisiko besteht.

Zumindest bei älteren Personen und bei Kindern wurde eine Verbindung zwischen posturaler Instabilität und einem erhöhten Verletzungsrisiko bereits mehrfach

nachgewiesen (Era u. a., 2006; Granacher, Muehlbauer, Gollhofer, Kressig, & Zahner, 2011). Eine bislang wenig beachtete Altersgruppe in diesem Kontext betrifft hingegen Personen im Alter zwischen 14 und 65 Jahren, weshalb die ProbandInnen in dieser Studie aus dieser Gruppe gewählt werden. Unklar ist jedoch, ob physische Aktivität die in diesem Alter hoch ausgeprägten Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeiten derart beeinträchtigen kann, dass es häufiger zu Stürzen und Verletzungen kommt.

Für PhysiotherapeutInnen und die von ihnen gesetzten Maßnahmen könnte die Antwort auf diese Frage von großer Bedeutung sein. Denn betrachtet man die Zahlen der deutschen AOK Krankenversicherung werden Kinder und Jugendliche zurzeit überhaupt nur selten physiotherapeutisch behandelt. Die Anzahl an Behandlungen steigt mit dem Alter stetig an, wobei Frauen zwischen 75 und 79 Jahren die meisten erhalten. Erwachsene im Alter von 54-65 Jahren kommen vor allem mit der Diagnose „Rückenschmerzen“ zur Physiotherapie (Waltersbacher, 2017, S. 27ff). Maßnahmen zur Sturzprophylaxe werden dagegen erst ab dem 60.-65. Lebensjahr gesetzt (Crandall u. a., 2016). Sollte körperliche Inaktivität schon im früheren Alter zu häufigeren Stürzen und einer größeren Anzahl an Verletzungen führen, müssen sich PhysiotherapeutInnen darauf einstellen, um ihre Therapie anzupassen oder gegebenenfalls präventive Maßnahmen anzubieten.

Demnach soll in dieser Arbeit die Frage erörtert werden, ob ein Unterschied hinsichtlich der Ausprägung der Sensorik, des Gleichgewichts und der Koordination in Abhängigkeit des Aktivitätsniveaus besteht, wobei zwei sensible Altersgruppen - Jugendliche zwischen 14 und 19 Jahren und Erwachsene um das 60. Lebensjahr - betrachtet werden. Die Rechercheergebnisse sollen Rückschlüsse auf Auswirkungen auf das Sturz- und Verletzungsrisiko und die Ableitung physiotherapeutischer Maßnahmen ermöglichen.

Im folgenden Kapitel werden jedoch zuerst die theoretischen Hintergründe zu den Themen Aktivität und Inaktivität, den körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik, sowie dem Sturz erläutert, bevor näher auf die erwähnte Fragestellung und die aufgestellten Hypothesen eingegangen wird.

(BÖ)

## **1.1 Aktivität vs. Inaktivität (BÖ)**

„Physische Aktivität ist eine der ältesten menschlichen Funktionen und ein fundamentaler Baustein um die physische und mentale Gesundheit der Menschen zu verbessern. Sie reduziert die Risiken für eine schwerwiegende Erkrankung und stärkt die soziale

Interaktion“ (Cavill u. a., 2006, S. 3). In der Folge wird aufgrund dieser hohen Bedeutung von Aktivität diese näher beschrieben, Folgen von Inaktivität erläutert und empfohlene Mindestwerte für einen aktiven Lebensstil dargelegt.

### **1.1.1 Physische Aktivität und Gesundheit**

Cavill u.a. (2006, S. 3) definieren physische Aktivität (PA) als „jede Kraft, ausgelöst von der Muskulatur, die zu einer Bewegung führt, die über die Ruheposition hinausgeht“. Diese Definition zeigt, dass bereits jede Form von körperlicher Betätigung zu einem aktiven Lebensstil und zu einer Verbesserung von Fitness und Gesundheit beiträgt. Physische Aktivität hat einen großen positiven Einfluss auf viele schwerwiegende chronische Erkrankungen (Abb. 1). Sie kann zwar keine Erkrankung oder eine Verschlechterung von Symptomen verhindern, es kann aber eine starke Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden. Das ist speziell für ältere Personen ein wichtiger Faktor, da es die Selbstständigkeit und Unabhängigkeit fördert. Besonders bei kardiovaskulären Erkrankungen ist der Vorteil einer guten physischen Aktivität deutlich erkennbar. Inaktive Personen haben eine zweimal so hohe Risikowahrscheinlichkeit an einer Herzkrankheit zu erkranken als aktive Personen. Ein gutes Aktivitätsniveau kann auch die Risikofaktoren für einen Schlaganfall, arterielle Hypertonie, Diabetes, Krebs und zu hohe Cholesterin Werte positiv beeinflussen (Siehe Abb. 1) (Cavill u. a., 2006, S. 17; Krug u. a., 2013).

<b>Table 2. Summary of the health effects associated with physical activity</b>	
<b>Condition</b>	<b>Effect</b>
Heart disease	Reduced risk
Stroke	Reduced risk
Overweight and obesity	Reduced risk
Type 2 diabetes	Reduced risk
Colon cancer	Reduced risk
Breast cancer	Reduced risk
Musculoskeletal health	Improvement
Falls in older people	Reduced risk
Psychological well-being	Improvement
Depression	Reduced risk

**Abb. 1:** Effekte physischer Aktivität auf die Gesundheit (Cavill u.a., 2006, S. 17).

### **1.1.2 Wie viel Aktivität braucht es um aktiv zu sein?**

Der Begriff der physischen Aktivität ist weitläufig und reicht von Hausarbeiten wie saugen oder putzen, dem Aufstehen aus dem Bett oder von einem Sessel bis zur Bewältigung eines Marathons. Deshalb sollte PA auch nicht mit Training verwechselt werden. Training ist eine Untereinheit von PA, die strukturiert unter häufiger Wiederholung durchgeführt wird und zum Ziel hat, die körperliche Fitness zu steigern oder zu erhalten (Cavill u. a., 2006, S. 13f; Perrin u. a., 1999).

Generell gilt, dass jede noch so geringe Aktivität besser ist, als nicht aktiv zu sein. Dennoch empfiehlt die World Health Organisation (WHO) für jede Altersklasse ein gewisses Level an Grundaktivität (Abb. 2):

Für Kinder und Jugendliche im Alter von 5 bis 17 Jahren gilt es eine Grundaktivität von 60 Minuten pro Tag mit mittlerer bis hoher Intensität zu erreichen. Zusätzlich sollten mindestens drei Mal pro Woche Übungen zur Muskelkräftigung durchgeführt werden.

Erwachsene im Alter von 18 bis 64 Jahren sollen eine minimale Aktivitätszeit von 150 Minuten pro Woche mit moderater Intensität oder 75 Minuten mit hoher Intensität pro Woche absolvieren. Für eine weitere Verbesserung der allgemeinen Gesundheit sorgen Aktivitäten ab 300 Minuten und Übungen zur Muskelkräftigung, die zusätzlich mindestens zwei Mal pro Woche durchgeführt werden sollten.

Für Erwachsene im Alter von 65 Jahren und älter gelten die gleichen Richtlinien für die Grundaktivität, wie bei Personen der Altersklasse 18 bis 64. Zusätzlich gilt es für Personen mit einer schlechten Koordination und Sensomotorik (vgl. Kapitel 1.2.1 und 1.2.3), Übungen zur Sturzprävention und zur Verbesserung der posturalen Kontrolle mindestens drei Mal pro Woche durchzuführen (Cavill u. a., 2006, S. 15; „Factsheet Physical Activity“, 2017).

<b>Person</b>	<b>Activities</b>
Young child	Daily walk to and from school Daily school activity sessions (breaks and clubs) 3–4 afternoon or evening play opportunities Weekend: longer walks, visits to park or swimming pool, bicycle rides
Teenager	Daily walk (or cycle) to and from school 3–4 organized or informal midweek sports or activities Weekend: walks, cycling, swimming, sports activities
Student	Daily walk (or cycle) to and from college Taking all small opportunities to be active: using stairs, doing manual tasks 2–3 midweek sports or exercise classes, visits to a gym or swimming pool Weekend: longer walks, cycling, swimming, sports activities
Adult with paid job	Daily walk or cycle to work Taking all small opportunities to be active: using stairs, doing manual tasks 2–3 midweek sport, gym or swimming sessions Weekend: longer walks, cycling, swimming, sports activities, home repairs, gardening
Adult working in the home	Daily walks, gardening or home repairs Taking all small opportunities to be active: using stairs, doing manual tasks Occasional midweek sport, gym or swimming sessions Weekend: longer walks, cycling, sports activities
Adult, unemployed	Daily walks, gardening, home repairs Taking all small opportunities to be active: using stairs, doing manual tasks. Weekend: longer walks, cycling, swimming or sports activities Occasional sport, gym, or swimming sessions
Retired person	Daily walking, cycling, home repairs or gardening Taking all small opportunities to be active: using stairs, doing manual tasks Weekend: longer walks, cycling or swimming

**Abb. 2:** Physisches Aktivitätslevel der einzelnen Altersbereiche mit Empfehlungen zu deren Erreichung.

### **1.1.3 Inaktivität als globales Problem**

Laut Cavill u.a. (2006, S. 13ff) und der WHO („Factsheet Physical Activity“, 2017) beläuft sich die Anzahl von Personen im Alter von 18 Jahren und älter, die nicht adäquat physisch aktiv sind, weltweit auf 23% und im europäischen Vergleich auf 32%, bei Jugendlichen zwischen 11 und 17 Jahren sogar auf 81%. Bei einer Studie von Krug u.a. (2013) wurde die körperliche Aktivität von Erwachsenen in Deutschland untersucht. Es zeigte sich, dass 74,6% der Männer und 84,5% der Frauen weniger als 2,5 Stunden pro Woche körperlich aktiv sind, und dass 33% der Männer und 34,3% der Frauen sportlich inaktiv sind. Bei Vergleichen zwischen Ländern mit hohem und niedrigem Durchschnittseinkommen zeigt sich zudem ein großer Unterschied im Aktivitätsniveau. In Ländern mit hohem Durchschnittseinkommen zeigten 26% der Männer und 35% der Frauen einen verschlechterten Aktivitätsstatus, während es in Ländern mit einem geringen Durchschnittseinkommen bei einem Anteil von 12% bei Männern und 24% bei Frauen einen

deutlich geringeren Anteil an Personen gibt, die deutlich inaktiv sind (Cavill u. a., 2006; „Factsheet Physical Activity“, 2017).

## **1.2 Grundlegende körperliche Fähigkeiten (FG/BÖ)**

In den folgenden Kapiteln werden körperliche Fähigkeiten näher erörtert, die für Bewegungen essentiell sind und Personen vor Stürzen und Verletzungen bewahren. Dazu zählen insbesondere die Koordination, die Gleichgewichtsfähigkeit und die Sensorik und Somatomotorik. Es gibt unterschiedliche Methoden, um die individuelle Ausprägung der Fertigkeiten bei Personen zu messen und zu überprüfen. Diese werden in einem kurzen Überblick ebenfalls dargestellt. Zum Abschluss werden die Veränderungen erläutert, die körperliche Fähigkeiten bei gesunden Menschen im Laufe ihres Lebens durchlaufen. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Altersgruppen gelegt, die in dieser Studie getestet werden.

(FG)

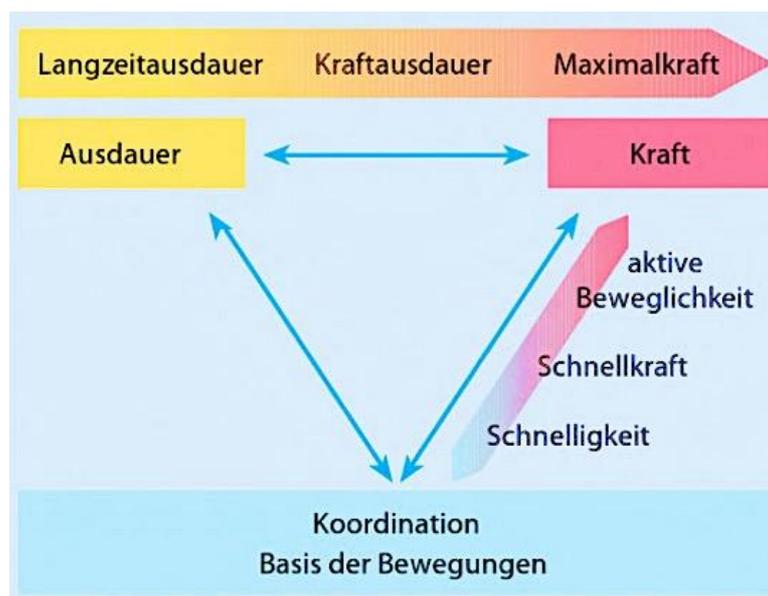
### **1.2.1 Die Bedeutung der Koordination (FG)**

Die Koordination wird in vielerlei Situationen des alltäglichen Lebens benötigt, um Bewegungen physiologisch und ohne Probleme durchführen zu können. Man braucht sie zum Beispiel beim Hochheben, Tragen und Absetzen von Objekten, und auch wenn der Körper in eine weniger stabile Position gebracht wird, wie beispielsweise auf eine Leiter. Situationen, die rasche und zielgerichtete Handlungen erfordern, können nur mit gut ausgeprägten koordinativen Fähigkeiten gemeistert werden. Daher misst man ihnen besondere Bedeutung in der Unfallprophylaxe und bei der Vermeidung von Stürzen und Verletzungen im Sport bei. In beiden Fällen ist es unentbehrlich sowohl auf unvorhersehbare, als auch auf vorhersehbare Situationen sicher, schnell und präzise motorisch reagieren zu können (Weineck, 2010, S. 793).

Definiert wird die Koordination von Meinel und Schabel (2007, S. 32) als „die Abstimmung aller Teilprozesse des motorischen Akts im Hinblick auf das Ziel, auf den Zweck, der durch den Bewegungsvollzug als Handlungsbestandteil erreicht werden soll“. Zur Umsetzung dieser Prozesse ist wiederum ein vielschichtiges System zur Bearbeitung von Informationen notwendig: Sie müssen aufgenommen, verarbeitet, gespeichert, abgerufen und wiedergegeben werden können. Dies ist nur möglich, wenn die sensorische

Informationsgewinnung, das Nervensystem und die Muskulatur organisiert zusammenarbeiten (Jasper, 2012, S. 29).

Für planmäßig und koordiniert ablaufende Bewegungen des menschlichen Körpers ist somit das Zusammenspiel mehrerer Komponenten notwendig. Demzufolge verwundert es nicht, dass für koordinierte Bewegungsabläufe andere physische Faktoren wie Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Beweglichkeit kooperieren müssen. Nur wenn die koordinativen und konditionellen Fähigkeiten auf Basis des erworbenen Bewegungsschatzes und der analytischen Fähigkeiten zusammenwirken, kann eine Bewegungsabfolge erfolgreich durchgeführt werden. Deshalb ist die Koordination auch die Grundlage, auf welcher andere Leistungen aufbauen. Sie ist unerlässlich für die Entwicklung und den Erwerb motorischer Fertigkeiten. Nur durch ihren Einsatz kann eine Bewegung ökonomisch und mit einem geringen Aufwand an Muskelkraft und Energie umgesetzt und ein neues Bewegungsrepertoire schneller und leichter erworben werden (Weineck, 2010, S. 794ff). Laube und Anders (2009, S. 165f) schlussfolgern daher, dass „ausnahmslos jede Bewegung zunächst eine koordinative Leistung des sensomotorischen Systems“ ist (vgl. Abb. 3).



**Abb. 3:** Sensomotorische Beanspruchungsformen mit der Koordination als Basis und einem Wechselspiel zwischen allen Komponenten (Laube & Anders, 2009, S. 165).

Betrachtet man die Koordination genauer, muss konkretisiert werden, dass es nicht „die“ Koordination gibt, sondern man zwischen einem allgemeinen und speziellen Begriff unterscheiden kann (Laube & Anders, 2009, S. 167). Allgemeine Koordination entwickelt sich aufgrund abwechslungsreicher Bewegungsschulung und kann deshalb auch im Alltag und im Sport bei der Erfüllung unterschiedlicher Aufgaben in kreativer Weise eingesetzt werden. Demgegenüber entfaltet sich die spezielle Koordination im Zuge des Trainings für eine bestimmte Sportart als deren spezifische - und häufig komplizierte - Technik. Koordinative Fähigkeiten sind jedoch auch sehr komplex, weshalb man generell zur Unterscheidung verschiedener Teilfähigkeiten übergegangen ist. Da jedoch ihre Anzahl, Struktur und die Zusammenhänge zu den Bereichen des Zentralnervensystems bisher nicht gänzlich wissenschaftlich untersucht wurden, sieht man in ihnen eine Leistung des gesamten sensomotorischen Systems und der Areale für Motivation, Kognition, Emotion, Antrieb, Ideen und Entscheidungsfindung (Laube & Anders, 2009, S. 181; Weineck, 2010, S. 793ff). Die wichtigsten Teilfähigkeiten sind dennoch wertvolle Orientierungshilfen bei der Einordnung und Schulung der Koordination.

Als wichtigste Komponenten der Koordination können grundsätzlich die Gleichgewichts-, Orientierungs-, Reaktions-, Differenzierungs-, Kopplungs-, Rhythmisierungs-, Antizipations- und Umstellungsfähigkeit differenziert werden. Die Gleichgewichtsfähigkeit wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch genauer untersucht (vgl. Kapitel 1.2.2). Die restlichen Fähigkeiten werden von Diemer und Sutor (2007, S. 89f) folgendermaßen beschrieben:

Unter *Orientierung* versteht man die Fähigkeit zur zielgerichteten Bewegung im freien Raum und das Zurechtfinden in Raum und Zeit, beispielsweise auch in dunklen Räumen, um Stürze zu vermeiden. Dafür werden vermehrt die optischen, akustischen und kinästhetischen Sinne eingesetzt. Die *Rhythmisierungsfähigkeit* erlaubt den Menschen Bewegungen in einem diesem angepassten Rhythmus ablaufen zu lassen, sowohl bei gleichmäßigen als auch bei ungleichmäßigen Bewegungen. Damit ist eine Fortbewegung mit wechselnden Geschwindigkeiten problemlos durchführbar.

Die *Kopplungsfähigkeit* beschreibt das Zusammenfügen einzelner Körperabschnitte und kleiner Bewegungen zu einer komplexen Gesamtheit, die es ermöglicht mehrere Tätigkeiten zugleich durchzuführen. Mithilfe der *Differenzierungsfähigkeit* kann der Ablauf dieser Bewegungen wiederum sicher, exakt und ökonomisch auf die Umwelt und mögliche zu überwindende Distanzen abgestimmt, sowie die notwendige Kraft und Geschwindigkeit genau dosiert werden.

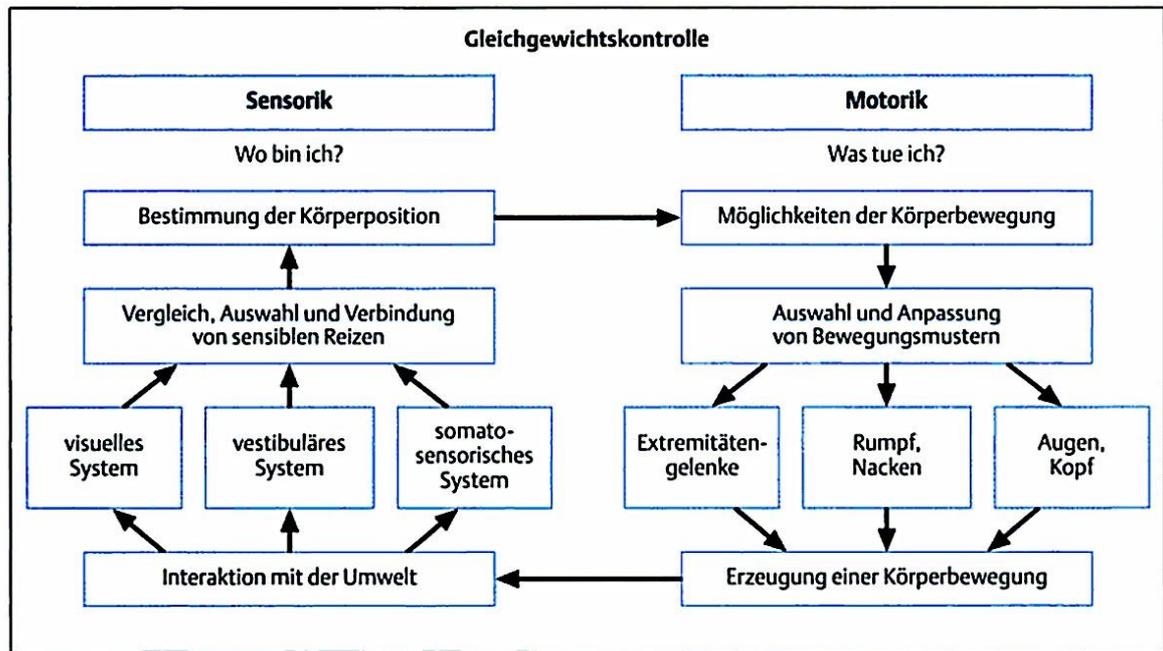
Die *Umstellungsfähigkeit* ermöglicht die Reaktion auf neue Situationen und Handlungsabläufe. Dabei hilft die *Antizipationsfähigkeit* durch das Erahnen von Situationen neuen Entwicklungen motorisch rechtzeitig begegnen zu können. Zusätzlich kann mittels der *Reaktionsfähigkeit* schnell und sicher auf neue externe und interne Reize geantwortet werden. Je besser diese Reizverarbeitung funktioniert, desto schneller ist eine adäquate Antwort möglich, und Verletzungen können verhindert werden (Diemer & Sutor, 2007, S. 89f).

Bei vielen Bewegungen müssen alle Fähigkeiten gemeinsam bzw. in einer Reihenfolge eingesetzt werden, um ein effektives Ergebnis zu erzielen. So muss ein Ballspieler bei einem Sprungwurf den rhythmischen Ablauf kennen und sich im Raum orientieren können. Während der Bewegung müssen alle Körperabschnitte und Bewegungen genau koordiniert werden, und schlussendlich ist bei der Landung eine schnelle und sichere Reaktion auf die neuen Reize des Bodens und seiner Umgebung nötig (Suppé, Grillo, & Spirgi-Gantert, 2014, S. 31f).

### **1.2.2 Die Rolle des Gleichgewichts (FG)**

Wie alle koordinativen Fähigkeiten spielt auch das Gleichgewicht im täglichen Leben eine wichtige Rolle. Ein besonderer Stellenwert kommt ihm speziell in der Unfall- und Sturzprophylaxe (vgl. Kapitel 1.3.3) zu, aber ebenso kann die sportliche Leistungsfähigkeit und Konstanz von einer gut trainierten Gleichgewichtsfähigkeit positiv beeinflusst werden (Weineck, 2010, S. 793ff). Insgesamt wirkt sie auf alle Bereiche des menschlichen Alltags, denn in allen Lebensbereichen ist es wichtig die Balance zu halten, beispielsweise beim Gehen, Stehen, Fahrradfahren, dem Einsteigen in einen Zug, etc. (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 42).

In umgekehrter Weise ist das Gleichgewicht jedoch auch abhängig von den gesammelten Erfahrungen, der Umwelt, der Schwierigkeit einer auszuführenden Bewegung und dem allgemeinen Bewegungsverhalten des Individuums (Suppé u. a., 2014, S. 79). Die gemachten Erfahrungen helfen wiederum dem Körper eine Fülle an Bewegungsmustern zu entwickeln, die gemeinsam mit den vestibulären, visuellen und somatosensorischen Systemen des Körpers am Erhalt des Gleichgewichts arbeiten (vgl. Abb. 4) (Diemer & Sutor, 2007, S. 89).



**Abb. 4:** Strategien und Systeme zum Erhalt des Gleichgewichts (Diemer & Sutor, 2007, S. 89).

Diemer und Sutor (2007, S. 89) definieren das Gleichgewicht als „die Fähigkeit, den Körper gegen die Schwerkraft über seiner Unterstützungsfläche im Gleichgewicht zu halten oder diesen Zustand wiederherzustellen“. Sie beschreiben mit der haltenden Tätigkeit ein statisches und mit dessen Wiederherstellung ein dynamisches Gleichgewicht. Es kann aber auch als die gegenseitige Aufhebung aller äußeren Kräfte und Drehmomente beschrieben und in ein stabiles und labiles Gleichgewicht eingeteilt werden (Suppé u. a., 2014, S. 59ff). Dabei wird unter „stabil“ die mittige Lage eines Körpers über mindestens drei Auflageflächen und unter „labil“ das Ausbalancieren des Körpers über nur zwei Auflageflächen verstanden.

Zusätzlich kann das Gleichgewicht aufgrund der unzähligen Aufgaben, die es tagtäglich bei allen Bewegungen und Haltungen zu erfüllen hat, in verschiedene Arten unterteilt werden. So nennen Hirtz, Hotz und Ludwig (2000, zitiert in Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 44ff) insbesondere das Stand-, Balancier-, Dreh-, und Fluggleichgewicht: Das *Balanciergleichgewicht* beschreibt als wichtigste im Alltag verwendete Form eine Erhaltung des Gleichgewichts trotz Bewegung eines Körpers von einem Ort zum anderen, sei dies beim Gehen, Radfahren, Schwimmen, etc. Um diese sogenannte „Basis der Selbständigkeit“ einsetzen zu können, ist jedoch eine große Anzahl an Propriozeptoren notwendig. Auch das *Standgleichgewicht* ist von großer Bedeutung, denn bei Bewegungen

ohne Ortsveränderungen, wie z.B. beim Sitzen, Stehen oder Liegen auf unterschiedlich großen Unterstützungsflächen, muss das Gleichgewicht ebenso erhalten und wiederhergestellt werden können. Beim *Drehgleichgewicht* muss das eigene Lot trotz Drehungen um die eigenen Achsen beibehalten werden, z.B. beim Umdrehen im Bett und beim Purzelbaum. Zu guter Letzt ist es auch wesentlich den Körper aus einer Position ohne Stützmöglichkeit wieder ins Gleichgewicht zu bringen ohne sich dabei an etwas anhalten zu müssen. Das *Fluggleichgewicht* ist als komplexeste Form speziell bei Sprüngen und Stürzen notwendig, denn es verschafft eine schnelle und unmittelbare Kontrolle zum Zeitpunkt der Landung. Damit diese Landung gelingt, sind zusätzlich auch Gelenkigkeit, Kraft, Reaktionsvermögen und Wahrnehmungsfähigkeit nötig. Insgesamt muss betont werden, dass diese Arten des Gleichgewichts vielfach in Kombinationen auftreten. Beispielsweise kann bei einem Sturz sowohl das Dreh- als auch das Fluggleichgewicht benötigt werden, um ihn erfolgreich abfangen zu können.

### **1.2.3 Der Einfluss der Sensorik und Sensomotorik (BÖ)**

Die sensomotorischen und sensorischen Fähigkeiten sind grundlegende Funktionen und Aktivitäten der menschlichen Physiologie. Da für jede Bewegung eine einleitende koordinative Leistung des sensomotorischen Systems benötigt wird, ist es das initiierte System aller Bewegungsleitungen (Bertram & Laube, 2008, S. 7).

Laut Bertram und Laube (2008, S. 7) ist das sensomotorische System eine zusammenhängende Verknüpfung aus Rezeptoren, afferenten und efferenten Bahnsystemen, spinalen und supraspinalen Netzwerken, sowie aus Muskeln mit ihren Rezeptoren. Denn physikalische Reize müssen aus der Umwelt aufgenommen, in das Zentralnervensystem weitergeleitet und dort bearbeitet und codiert werden. Dann müssen neue Aktionspotentiale an die Muskulatur zurückgeleitet werden, damit eine Reizantwort erfolgen kann.

Sensorik und Sensomotorik sind jedoch keine angeborenen Funktionen. Sie müssen erst im Laufe des Lebens angeeignet werden und können sich durch gezielte Reize und Training zusätzlich entwickeln. Dies zeigt sich speziell bei der Betrachtung der kindlichen Entwicklung. Die grundlegenden und lebenswichtigen sensorischen und sensomotorischen Funktionen zeigen sich als frühkindliche und Neugeborenenreflexe (Bertram & Laube, 2008, S. 187; Laube & Anders, 2009, S. 7).

Laut Laube und Anders (2009, S. 172) sind frühkindliche Reflexe „unwillkürliche, typische und gut reproduzierbare sensomotorische Reaktionen auf definierte Reize in den ersten Wochen bis Monaten des Lebens.“ Es sind grundlegende sensomotorische Verschaltungen auf Rückenmarksebene, die lebenswichtige Handlungen wie Nahrungsaufnahme oder Schutzreaktionen ermöglichen. In den ersten drei Lebensjahren der menschlichen Entwicklung bildet sich die neuronale Vernetzung des Gehirns heran und die unwillkürlichen sensomotorischen Reflexe werden durch die Willkürsensomotorik ersetzt. Um das zehnte bis elfte Lebensjahr sind die sensomotorischen Rezeptoren dann weitestgehend vergleichbar mit denen eines Erwachsenen (Laube & Anders, 2009, S. 172ff).

Die zwei wichtigsten Stützpfiler der Sensorik bilden die Ziel- und Stützensensomotorik. Sie bilden das Bindeglied zwischen Mensch und Umwelt. Die Zielsensomotorik beinhaltet alle sensomotorischen Funktionen, die das Ziel haben, eine Bewegung auszuführen. Einzelne Muskeln und Muskelgruppen werden über die Zielsensomotorik zum richtigen Zeitpunkt aktiviert oder gehemmt und die benötigte Kraft situativ angepasst. Die Stützensensomotorik hingegen beinhaltet alle Komponenten, die für Haltung, Körper- und Gelenksstellung sowie das Gleichgewicht benötigt werden. Bei jeder Bewegung oder Körperhaltung müssen die zielgerichteten Muskelbewegungen mit denen der Stützmotorik für Sicherheit und Qualität abgeglichen werden. Ziel- und Stützensensomotorik sind also zwei untrennbare Systeme, die gemeinsam die physiologischen Körperbewegungen steuern. Strukturelle Veränderungen des Systems führen daher auch immer zu funktionellen Veränderungen (Laube & Anders, 2009, S. 42ff).

#### ***1.2.4 Assessments zur Feststellung der körperlichen Fähigkeiten (FG)***

Koordination, Gleichgewicht und Sensorik sind aus keinem Aspekt des täglichen Lebens wegzudenken und ein Mangel in einem oder mehreren Bereichen kann schwerwiegende Folgen haben. Je nach Einsatzgebiet der körperlichen Fähigkeiten gibt es daher verschiedenste Assessments, um das Leistungsniveau festzustellen.

In den Sportwissenschaften wird das Gleichgewicht häufig mit Balanciertests gemessen, wobei der Einbeinstand oder das Gehen auf verringerten Unterstützungsflächen bewährte Mittel darstellen. Für die restlichen Komponenten der Koordination werden vielfach Parcours mit verschiedenen Hindernissen, aber auch ganz einfache Tests wie der Fallstab-Test verwendet (Weineck, 2010, S. 815ff).

Für die klinische Praxis sind die sportwissenschaftlichen Assessments jedoch zu wenig aussagekräftig, bzw. zu schwierig. Gerade in der Neurologie und Geriatrie werden Testungen benötigt, die Aussagen über Sturzrisiken geben können, um in der Therapie an den relevanten Defiziten arbeiten zu können. Deswegen wurden in diesen Bereichen bereits einige Testbatterien mit spezifischer Abstimmung auf einige PatientInnengruppen entwickelt. Beispiele sind die Berg Balance Scale (Berg, Wood-Dauphinee, Williams & Maki, 1992), das Performance Oriented Mobility Assessment (Kool u. a., 2006, S. 161ff) und der Balance Evaluation Systems Test (BESTest) (Horak, Wrisley & Frank, 2009). Als Assessments zur posturalen Kontrolle enthalten sie neben Messungen der Gleichgewichtsfähigkeit auch wichtige Komponenten der Koordination, des Gangs und der Sensorik.

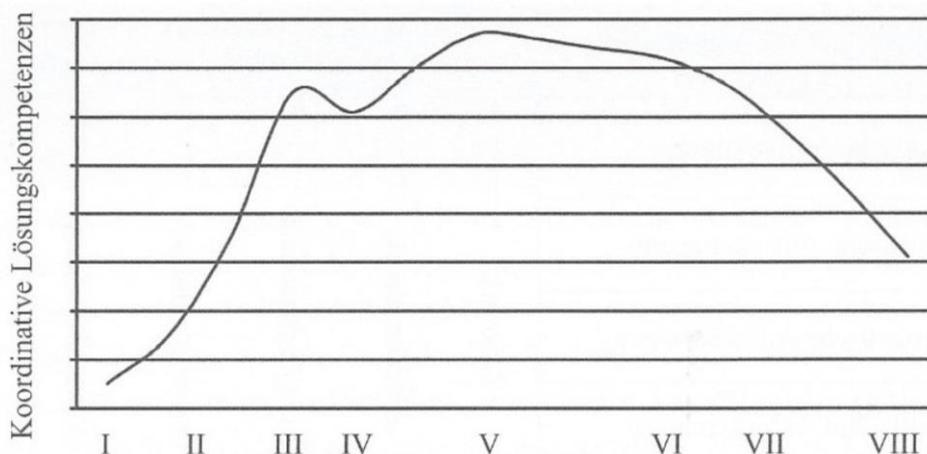
Die objektiveren Alternativen zur Testung des Gleichgewichts stellen biomechanische Messmethoden dar, wie beispielsweise die Messung des Center of pressure mithilfe einer Kraftmessplatte (Turbanski & Schmidtbleicher, 2008) oder das anhand des MFT S3-Check erhobene Standgleichgewicht (Raschner u. a., 2008). Diese sind jedoch meist noch nicht im Stande alle Komponenten zu testen, weshalb der Einsatz von Testbatterien im klinischen Alltag bevorzugt wird (Turbanski & Schmidtbleicher, 2008). Zusätzlich können die restlichen koordinativen Fähigkeiten noch nicht mit objektiven Messmethoden untersucht werden, da die Beanspruchung der jeweiligen Anteile des zentralen Nervensystems zur Bewegungsregulation und die höhere Nerventätigkeit gemessen werden müssten. Bisher ist nur die Darstellung von Arealen mit bevorzugter Aktivität durch die bildgebenden Verfahren möglich (Klein, Laube, Schomacher, & Voelker, 2005, S. 151).

Die Auswirkung der Sensorik auf die Gleichgewichtsfähigkeit und das Sturzrisiko wird in viele Assessments inkludiert. Besonders hervorgehoben wird sie im Sensory Organisation Test (SOT) (Kool u. a., 2006, S. 195ff), der auch in einer computerisierten Form mit dem Equitest SOT angewandt wird, sowie in der ebenfalls objektiven Messmethode der Balance Rehabilitation Unit (Alahmari, Marchetti, Sparto, Furman, & Whitney, 2014).

### ***1.2.5 Besonderheiten unterschiedlicher Altersgruppen (FG)***

Die Ausprägung der körperlichen Fähigkeiten verändert sich im Laufe des Lebens. Sie müssen sich wie alles andere beim Menschen entwickeln und gehen ebenso wieder verloren (Granacher u. a., 2011). Doch anders als die somatische Entwicklung verläuft sie nicht parallel zum Altersprozess (Fröhner, 2009, S. 115f). Vielmehr ist die Entwicklung der

Koordination und des Gleichgewichts von der inter- und intraindividuellen Variabilität des Einzelnen geprägt. Der Großteil der Menschheit durchläuft dennoch verschiedene Phasen, die bestimmten Lebensabschnitten zugeordnet werden können: In den Phasen des Vorschulalters, sowie des frühen und späten Schulkindalters kommt es zu einem weitgehend linearen Anstieg mit großen Lernschritten. Danach erfolgt in der Pubeszenz eine Zeit der Instabilität und Regression, da eine Anpassung an die zunehmenden Längen- und Gewichtsverhältnisse des Körpers notwendig wird. Erst in der Adoleszenz wird dann die vollständige Ausprägung der Fähigkeiten erlangt, die grundsätzlich bis zum mittleren und späten Erwachsenenalter gehalten werden kann, bevor ein allmählicher und schließlich irreversibler Abbau aufgrund der Alterung von Gewebe und Organen erfolgt (vgl. Abb. 5) (Roth & Roth, 2009, S. 200ff).



**Abb. 5:** Koordinative Entwicklung: I = Vorschulalter, II = frühes Schulkindalter, III = spätes Schulkindalter, IV = Pubeszenz, V = Adoleszenz, VI = frühes Erwachsenenalter, VII = mittleres Erwachsenenalter, VIII = spätes Erwachsenenalter (Roth & Roth, 2009, S. 200).

Die für diese Studie gewählten Altersgruppen der ProbandInnen befinden sich mit 14 bis 19, bzw. 54 bis 65 Jahren somit in der Adoleszenz, bzw. im mittleren bis späten Erwachsenenalter. Beide Phasen zeichnen sich durch spezifische Besonderheiten aus.

Die Adoleszenz ist durch den Anstieg des körperlichen Leistungsniveaus nach der in der Pubeszenz erfolgten Regression gekennzeichnet, hier kann es zu individuellen Höchstausprägungen kommen (Roth & Roth, 2009, S. 202). Begünstigt wird dies durch die sich harmonisierenden Proportionen, die Erwachsenen gleichkommende körperliche Belastbarkeit und die noch hohe Plastizität des zentralen Nervensystems, welche das

Erlernen von koordinativen Fähigkeiten deutlich erleichtert (Weineck, 2010, S. 187f). Doch obwohl es meist zu dieser dynamischen Entwicklung kommt, ist auch eine Stagnation oder Regression möglich, denn sie ist sehr von einem ausreichenden Maß an körperlicher Aktivität abhängig. Zusätzlich entwickeln sich die körperlichen Fähigkeiten unterschiedlich schnell und können zu Beginn dieser Phase auch schon voll ausgeprägt sein (Hirtz, 2007, S. 133ff).

Der Übergang vom mittleren zum späten Erwachsenenalter ist wiederum bereits von verstärkten Leistungseinbußen geprägt, die meist zwischen dem 50. und 65. Lebensjahr beginnen. Die Ursachen dafür sind vielfältig: die Alterung von Gewebe und Organen, die eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit, die Verringerung der Elastizität der Muskulatur und die abnehmenden konditionellen Fähigkeiten sind nur einige davon (Hirtz, 1994, zitiert in Roth & Roth, 2009, S. 203). Auch hier entwickeln sich die körperlichen Fähigkeiten unterschiedlich. Wie Era u.a. (2006) feststellten, nimmt z.B. die Gleichgewichtsfähigkeit bereits ab dem 35. Lebensjahr ab, fällt aber deutlich ab dem 60. Lebensjahr. Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, dass grundlegende motorische Leistungen lange auf einem hohen Niveau erhalten bleiben, aber komplexere koordinative Anforderungen mit hohem konditionellen Niveau schneller und deutlich früher regressive Tendenzen zeigen. Eine einseitige Lebensart führt außerdem häufig zu einer Verringerung der motorischen Vielfalt bevor es physiologische Gründe dafür gibt (Hirtz & Eisfeld, 2007, S. 137ff). Doch auch im Alter ist das Training von motorischen Fähigkeiten möglich und es hat sich gezeigt, dass es bei sportlich aktiven Personen lange zu einer Stagnation der körperlichen Fähigkeiten kommt und die Regression deutlich später einsetzt (Eisfeld, 2007, S. 140ff).

### **1.3 Das Phänomen Sturz (BÖ)**

Im nachfolgenden Kapitel wird die Thematik Sturz erläutert. Dabei wird zunächst näher auf die Definition von Stürzen mit ihren verschiedenen Arten und Risikofaktoren eingegangen, bevor der Einfluss der Psyche bei Sturzereignissen thematisiert wird. Schließlich wird die hohe Bedeutung der Sturzprävention mit ihren Inhalten, sowie zwei verschiedene Ansätze zur Prävention von Stürzen beschrieben.

### **1.3.1 Stürze im Allgemeinen**

Den Sturz definieren Ziganek-Soehlke und Dietrich (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 27) als „eine unfreiwillige und plötzliche Positionsänderung – von einer höheren zu einer niedrigeren Position – des Körpers aus dem Stehen, Sitzen oder Liegen.“

In der Entwicklungs- und Ausreifungsphase der Motorik – der Kindheit – kommt es am häufigsten zu Stürzen und ist ein Teil des physiologischen Entwicklungsprozesses. Begeistert experimentieren Kinder mit Situationen mit denen sie einen Sturz auslösen. Diese aktiv forcierten Stürze verlaufen in der Regel ohne weitere Verletzungen (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 27).

Durch Unfälle verursachte Stürze ereignen sich im Jugend- und Erwachsenenalter. Zumeist sind die Ursachen dafür Sportunfälle, sowie Unfälle im Straßenverkehr. In diesem Altersabschnitt ist dem Menschen das Risiko einer potentiellen Verletzung, anders als in der Kindheit, durchaus bewusst. Es werden daher Strategien zur Vermeidung von schmerzhaften Landungen, z.B. bei diversesten sportlichen Aktivitäten oder ähnlichen alltäglichen Situationen gesucht und umgesetzt. Durch das starke Nachlassen der motorischen Fähigkeiten (vgl. Kapitel 1.2.5) und der zunehmenden Angst vor Stürzen und den daraus resultierenden Verletzungen, kommt es im höheren Erwachsenenalter abermals häufiger zu Stürzen und meist zu schwerwiegenderen Sturzfolgen als noch in der Kindheit oder dem Erwachsenenalter. Bei ca. 30-50% der älteren Menschen ereignet sich im Verlauf eines Jahres ein fatales Sturzereignis, welches zumeist schwerwiegende Folgen, wie Traumata, Immobilität, zunehmendes Pflegebedürfnis und auch den Tod nach sich ziehen kann. Ältere Personen versuchen daher bewusst Situationen, die einen Sturz nach sich ziehen könnten, aus dem Weg zu gehen und haben generell ein deutlich vorsichtigeres Verhalten als Personen jüngerer Altersgruppen (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 25ff).

#### **1.3.1.1 Sturzarten**

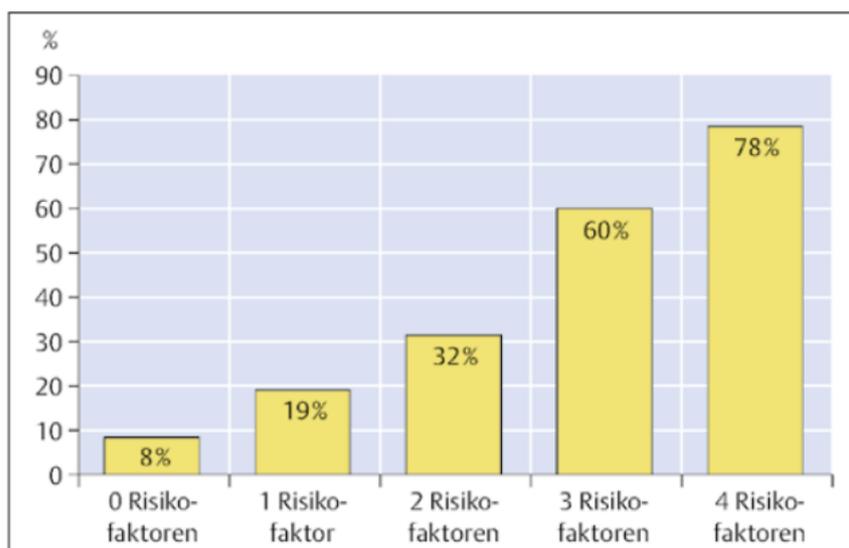
Die Faktoren, welche zu einem Sturz führen, verändern sich im Hinblick auf die Altersgruppen. Medizinisch wird zwischen extrinsischen, lokomotorischen und synkopalen Stürzen unterschieden. Meistens sind es keine schwerwiegenden Erkrankungen, die ein vermehrtes Sturzrisiko nach sich ziehen. Dieses ist meist auf kleine, schleichende Rückschritte der motorischen, sensorischen und koordinativen Fähigkeiten zurückzuführen (Bertram & Laube, 2008, S. 7).

Die Ursache für einen extrinsischen Sturz ist eine von außen einwirkende Kraft. Dies kann ein leichter Stoß auf der Straße, ein Rempler bei einem Fußballspiel oder ein Verkehrsunfall sein. Bei synkopalen Stürzen liegt die Ursache zumeist an einer Durchblutungsstörung des Gehirns, einer Herzrhythmusstörung oder einer Unterzuckerung, die sich meistens in einer kurzen Bewusstlosigkeit und seltener in einem Kontrollverlust der Beinmuskulatur manifestieren (Bertram & Laube, 2008, S. 7; Laube & Anders, 2009, S. 42ff).

Lokomotorische Stürze sind als schwerwiegendste Sturzursache besonders hervorzuheben. Es kommt hierbei zu Bewegungs- und Koordinationseinbußen in allen Lebenslagen. Die Personen sind nicht mehr in der Lage, sich in alltäglichen Umgebungsbedingungen physiologisch fortzubewegen oder ihren Körper zu kontrollieren. Bei lokomotorischen Stürzen wirken in der Sturzsituation situative, endogene, exogene und iatrogene Faktoren zusammen, die letztendlich zu einem Sturz führen (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 27).

### 1.3.1.2 Risikofaktoren und sturzassoziierte Merkmale

Vermutungen zufolge gibt es bis zu 400 mögliche Ursachen und Risikofaktoren für Stürze. Je mehr Risikofaktoren vorhanden sind, desto wahrscheinlicher ist die Sturzgefahr für eine Person. Wird eine Person auf vier oder mehr Risikofaktoren positiv getestet, so kann man davon ausgehen, dass die Person innerhalb eines Jahres mit einer fast 80%-igen Wahrscheinlichkeit einen Sturz haben wird (vgl. Abb. 6) (Jansenberger, 2011, S. 2).



**Abb. 6:** Sturzrisiko in Prozent bei zunehmenden Risikofaktoren (Jansenberger, 2011, S. 2).

Laut Jansenberger (2011, S. 3) sind vorangegangene Stürze in der Vergangenheit, ein Alter von über 80 Jahren, das weibliche Geschlecht, Medikamente (Sedativa, Antidepressiva, Neuroleptika), Inaktivität (vgl. Kapitel 1.1), muskuläre Defizite, eingeschränkte Mobilität und Gleichgewichtsprobleme, Gangstörungen, kognitive Einschränkungen, sowie der Gebrauch von Gehhilfen die häufigsten Warnhinweise für ein gegebenes Sturzrisiko und wissenschaftlich abgesichert.

So gut wie immer treten Stürze mit sogenannten sturzassoziierten Merkmalen (SM) auf. Sie sind Unterbrechungen des normalen oder gewohnten Alltagsumfelds und sind nicht nur wichtige Informationsparameter, um Personen mit einer erhöhten Sturzgefahr zu identifizieren, sondern stellen auch mögliche Ansatzpunkte zur Sturzprävention dar. In erster Linie sind die SM den lokomotorischen Stürzen zugeordnet, es gibt jedoch auch SM, die eher ein extrinsisches oder synkopales Sturzgeschehen als Ursache haben (Mader, Riedl & Weißgerber, 2014, S. 115; Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 28).

Sie werden in innere und äußere SM unterteilt: Zu den äußeren SM werden exogene gezählt. Sie werden als äußere Einflüsse im direkten Wohn- und Lebensumfeld zusammengefasst. Ungeeignetes Schuhwerk, wie offene Schuhe, oder Schuhe mit einer schlechten Schuhsohle sind beispielsweise ein häufiger Sturfaktor. Weiters werden zu den äußeren SM auch eine schlechte Bodensicht – verursacht durch schlechte Beleuchtung oder Sehschäden – Treppen und Treppengeländer, aber auch nicht geeignete Sitzgelegenheiten, wie zu tiefe oder wackelige Stühle, zu möglichen Sturzursachen gezählt. Die häufigsten Sturzursachen bei äußeren SM sind jedoch Unebenheiten und Veränderungen des Bodenbelages auf Gehwegen und Straßen (Mader u. a., 2014, S. 115; Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 28f).

Bei den inneren SM findet man die endogenen, situativen und iatrogenen Faktoren. Zumeist sind es sturzassoziierte Erkrankungen wie Morbus Parkinson, Depressionen, Demenz oder die Einnahme von psycho- und neurotrophen Medikamenten (Benzodiazepine oder Neuroleptika), die die Sturzsymptomatik infolge einer deutlich schlechteren Gehfähigkeit verursachen. Zu den inneren SM – insbesondere zu den endogenen Faktoren – wird der Faktor des weiblichen Geschlechts als potentiell Sturzrisiko gezählt (Mader u. a., 2014, S. 115).

Unsicherheiten in den Bewegungsabläufen, verursacht durch Veränderungen des Blutdrucks oder des Blutzuckers, sowie altersabhängige Abnützungerscheinungen, wie Arthrose, Muskelschwäche oder Gang- und Balancestörungen, sind Zeichen für eine Problematik der inneren Funktionen. Die Verursacher der iatrogenen SM sind auch hier

häufig die von den Ärzten verschriebenen Medikamente. Die situativen SM beschreiben hingegen die häufige Über- und Unterschätzung älterer Personen. Personen höheren Alters überschätzen sich einerseits bei Aktivitäten, die ihren Fähigkeiten nicht mehr entsprechen und unterschätzen sich andererseits bei Situationen, die mit ihrem Fähigkeitsniveau kein Problem darstellen würden. Das manifestiert sich dann in einer latenten Unsicherheit, die ebenfalls wie eine Überschätzung, zu einem Sturz führen kann (Mader u. a., 2014, S. 115; Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 29).

### ***1.3.2 Der Sturz als psychologisches Ereignis***

Kognitive, psychophysiologische und psychodynamische Prozesse begleiten den Menschen in allen Lebenslagen. Die Wirkmechanismen der einzelnen psychologischen Ebenen sind dagegen eher unbewusst. Dabei können sich diese einzelnen psychologischen Faktoren unabhängig von ihrer Art sehr auf das Sturzverhalten, die Entstehung und die Art des Sturzes auswirken und weitgehende Folgen haben. So können sich beispielsweise Begeisterung oder sonstige positive psychische Erregungen genauso verheerend auswirken, wie Verunsicherung, psychische Belastungen oder Ängstlichkeit. Daher gibt es neben der medizinischen Sichtweise (endogen, exogen, iatrogen und situative SM) für den Sturzmechanismus auch eine psychologische Betrachtungsweise. Diese unterscheidet zwischen psychophysiologischen bzw. neurophysiologischen Stürzen und unbewusst provozierten Stürzen. Zusätzlich wird hierbei zwischen Belastung, psychischer Beanspruchung und Ermüdung als Bereiche für das Sturzrisiko unterschieden (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 31).

Psychophysiologische bzw. neurophysiologische Stürze haben klare biochemische und psychophysiologische Wirkungsmechanismen und sind gut erklärbar. Es kommt zu Veränderungen des Körpers, auf die die Personen nicht vorbereitet sind, da der Thalamus die einkommenden Afferenzen nicht an den Kortex weiterleitet. Ursachen für einen psychophysiologischen Sturz sind meist Schreckreaktionen mit einem darauffolgenden plötzlichen Versagen der Motorik und der Koordination (vgl. Kapitel 1.2.1). Stürze, die durch psychopathologische oder neuropathologische Störungen verursacht werden, kann man nur in geringem Maße durch Training vermeiden. Durch starke psychische und körperliche Belastung kommt es zu einer vermehrten Schwächung von psychophysiologischen Strukturen des Gehirns, was zu einem verstärkten Sturzrisiko führt (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 34).

Unbewusst provozierte Stürze zeigen sich je nach psychologischer Lehrmeinung unterschiedlich. Daher unterscheiden Ziganek-Soehlke und Dietrich (2008, S. 34) zwischen drei Erklärungsansätzen: selbst erfüllenden Prophezeiungen, einer veränderten Psychodynamik und der gestörten Interaktion und Prozessierung von interpersonellen Konzepten. Die betroffenen Personen entwickeln eine ganz spezielle Eigendynamik des Bewegungsverhaltens und der Psyche. Dieses spezielle Verhalten wird in der Psychologie als Muster beschrieben. Diese selbst erstellten Muster zu entwöhnen stellt eine enorme Schwierigkeit dar. Hier gilt auch das Prinzip der self-fulfilling-prophecy. Dieses Prinzip beschreibt, dass befürchtete Ereignisse – in diesem Fall Stürze – durch eine große irrationale Angst und enorme psychische Verunsicherung wahrscheinlicher eintreten, als wenn man sich keine Sorgen über einen potentiellen Sturz machen würde. Entscheidend sind hierbei der Umgang und die Bewertung der Angst. Eine Dramatisierung oder Bagatellisierung der Befürchtungen sollten hierbei unbedingt vermieden werden. Vielmehr soll ein spezieller Fokus die irrationalen Ängste der Personen bewusstmachen und so ihre Angst lindern. Personen mit einer veränderten Psychodynamik zeigen oftmals eine unzureichende Konfliktverarbeitung. Diese Störung äußert sich meistens in Neurosen, Psychosen oder psychosomatischen Krankheiten, die mittels Psychotherapie oder Psychoanalyse therapiert werden (Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 35ff).

### **1.3.3 Sturzprophylaxe**

„Stürze lassen sich nie gänzlich verhindern, aber ihre Folgen lindern“ schreiben Ziganek-Soehlke und Dietrich (2008, S. 11). Die Sturzprophylaxe ist daher ein Konzept der Prävention und Rehabilitation im Sturzgeschehen und beinhaltet beides in gleichem Maße, wie die Vorbereitung auf die richtige Landung oder wiederherstellende Maßnahmen nach einem Sturz. Sie zielt außerdem darauf ab, so viele Risikofaktoren für Stürze wie möglich auszuschalten oder zu verbessern (Mader u. a., 2014, S. 115).

Um die Häufigkeit von Sturzgeschehen zu verringern oder diese gar zu verhindern, ist ein umfassendes motorisches, koordinatives und sensomotorisches Training essenziell. Zusätzlich müssen gegebene Störfaktoren, welche zu einem Sturz führen können, gefunden und entfernt werden, um die Sicherheit im Alltag wieder gewährleisten zu können. Einer der wichtigsten Faktoren der Sturzprophylaxe ist es, das Stürzen zu üben, um in der „echten“ Sturzsituation adäquat reagieren zu können. Hierbei wird oft die Nähe zum Boden gesucht oder Methoden aus dem Kampfsport, wie Judo oder Tai-Chi verwendet um die Angst vor einem Sturz zu lindern. Insgesamt gilt das Motto: Besser Prävention als

Rehabilitation, da der körperliche Zustand des Individuums immensen Einfluss auf das Outcome der Rehabilitation hat (Chen u. a., 2016; Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 111).

In der Durchführung der Sturzprävention wird primär zwischen dem multifaktoriellen und dem monofaktoriellen Therapieansatz unterschieden. Beide werden in den nachfolgenden Absätzen kurz beschrieben und ihre Vor- und Nachteile näher erläutert.

### **1.3.3.1 Multifaktorieller Ansatz der Sturzprävention**

Der multifaktorielle Ansatz findet sich weitestgehend in stationären Bereichen und Rehabilitationszentren und ist ein gutes Mittel für die individualisierte Sturzprävention. Hier wird ein großer Fokus auf die einwirkenden Umweltfaktoren wie die Betthöhe, die Versorgung mit Gehhilfen oder die Verwendung von rutschsicheren oder Sensormatten als auch die Aufklärung des Patienten und seinen Angehörigen bezüglich der Sturzgefährdung und möglichen Angeboten von Balance- und Gehtrainings sowie Trainings für die Verbesserung der Muskelkraft gelegt (Jansenberger, 2011, S. 48). Dem Einsatz von Bewegungsprogrammen wurde auch von Chang u.a. (2004) bessere Ergebnisse zugesprochen als eine bloße Information und Beseitigung von Sturzquellen im Haushalt. Laut Jansenberger (2011, S. 48) war er bis vor kurzem für die Sturzprophylaxe die vielversprechendste Herangehensweise und galt als der erfolgreichste Ansatz für eine zielführende Therapie. Begründet wurde diese Vermutung damit, dass jeder Sturz ein multifaktorielles Teilstück hat, das es zu behandeln gilt. Allerdings hat der multifaktorielle Ansatz auch seine Grenzen in der Therapie, denn die Sturzrate kann durch diese Therapie zwar gesenkt werden, einen präventiven Einfluss auf das Frakturrisiko oder den prozentuellen Anteil der gestürzten Personen hat er jedoch nicht. Es lässt sich demnach feststellen, dass Personen mit hohem Sturzrisiko und häufig vorkommenden Stürzen in Hinblick auf die Reduktion des Sturzrisikos von einer multifaktoriellen Therapie profitieren können, es allerdings keinen Einfluss auf mögliche Frakturen hat. Hinzu kommt, dass die Maßnahmen, die z.B. Bewegungsschulung inkludierten, häufig nicht individuell auf die einzelnen Personen angepasst sind, was ihre Effektivität im Vergleich zu Einzelinterventionen schmälert. Insgesamt zeigte der multifaktorielle Ansatz die größte Wirkung in Heimen, wo die Therapie von der vermehrten interdisziplinären Zusammenarbeit profitiert. In Akutkrankenhäusern ist die Wirkung gering (Jansenberger, 2011, S. 57).

### **1.3.3.2 Monofaktorieller Ansatz der Sturzprävention**

Der monofaktorielle Ansatz ist primär für den selbstständigen Bereich gedacht und behandelt die Hauptrisikofaktoren, die zu einem Sturz führen können um diese gezielt zu reduzieren. Durch die vielen Möglichkeiten hat sich ein breites Spektrum an effektiven Interventionen herauskristallisiert. Gleichgewichts-, Kraft-, Koordinations- und sensomotorisches Training, Tai-Chi Gruppenprogramme und eine effektive Gangschulung sind einige der therapeutischen Ansätze um eine effektive Sturzprävention durchzuführen (Chen u. a., 2016; Jansenberger, 2011, S. 45ff; Ziganek-Soehlke & Dietrich, 2008, S. 12ff). Im Unterschied zu multifaktoriellen Interventionen beziehen sich monofaktorielle Interventionen nur auf einzelne Komponenten. Besonders effektive monofaktorielle Programme sind Medikamentenmodifikationen und Bewegungsschulung – wichtig hierbei ist, dass wirklich nur eine Komponente berücksichtigt wird. Werden alle Rahmenbedingungen beachtet, die selbstständige Übungsausführung gefördert und individuell angepasst, kann das Sturzrisiko um bis zu 30-50% gesenkt werden (Gillespie u. a., 2009). Hingegen sind spezielle Schulungsprogramme für Senioren über das Thema Sturzprävention, Sturzfolgen und Verhaltensstrategien nicht effektiv und werden selten von den Personen angenommen (Chang u. a., 2004; Gillespie u. a., 2009; Jansenberger, 2011, S. 57). Der monofaktorielle Therapieansatz hat seine Stärken vor allem bei der Bewegungsförderung in Gruppentherapien. Hierbei können gleichzeitig viele Menschen erreicht werden und zusätzlich können weitere Maßnahmen zur Risikoreduktion durch ärztliche Beratungen oder Anpassungen der täglichen Situationen vorgenommen werden (Jansenberger, 2011, S. 58).

## **1.4 Fragestellung und Hypothesen (FG)**

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Grundlagen zur körperlichen Aktivität, den körperlichen Fähigkeiten Koordination, Gleichgewicht und Sensorik und zur Sturzgefahr dargelegt. Studien belegten bereits mehrfach die schlechteren körperlichen Fähigkeiten und das erhöhte Sturzrisiko bei Kindern und bei älteren Menschen ab 65 Jahren (vgl. Kapitel 1.2.5 und 1.3.1). Personen anderer Altersgruppen werden grundsätzlich gut ausgeprägte körperliche Fähigkeiten zugeschrieben. Jedoch bleibt in einer Zeit, in der sitzende Tätigkeiten am Ausbildungs- bzw. Arbeitsplatz stetig zunehmen, die Frage bisher ungeklärt, inwieweit die steigende körperliche Inaktivität zu einer Verringerung der körperlichen Fähigkeiten und zu einem höheren Sturzrisiko bei ansonsten nicht gefährdeten Personen führen kann. Denn, wie bereits dargelegt (vgl. Kapitel 1.2.1 bis 1.2.3), hängt das

individuelle Ausmaß der Gleichgewichtsfähigkeit und Koordination einer Person stark von der Übung der Fähigkeiten ab, die nur bei körperlicher Aktivität geschehen kann. Ziel dieser Studie ist es daher die Fragestellung zu klären, inwieweit körperliche Inaktivität die Gleichgewichtsfähigkeit und Koordination einer Person tatsächlich beeinflussen und zu einem höheren Sturzrisiko führen kann. Dabei wird sie auf die Personen beschränkt, die sich vom Alter her an die bereits gefährdeten Gruppen annähern: Auf Jugendliche im Alter von 14-19 Jahren, die der sturzgefährdeten Kindheit bereits entwachsen sind und auf Erwachsene im Alter von 54-65 Jahren, deren Fähigkeiten sie noch vor nicht provozierten Stürzen schützen sollten. Es wird angenommen, dass diese beiden Gruppen von einer Beeinflussung durch körperliche Aktivität stärker betroffen sind, als Personen zwischen dem 20. und 50. Lebensjahr.

Die Haupthypothesen der Studie lauten daher folgendermaßen:

Die Nullhypothese: Die körperliche Aktivität bzw. Inaktivität bei Personen im Alter von 14-19 bzw. 54-65 Jahren führt zu keiner signifikanten Beeinflussung der Gleichgewichtsfähigkeit, Koordination und Sensorik.

Die Alternativhypothese: Die körperliche Aktivität bzw. Inaktivität bei Personen im Alter von 14-19 bzw. 54-65 Jahren führt zu einer signifikanten Beeinflussung der Gleichgewichtsfähigkeit, Koordination und Sensorik.

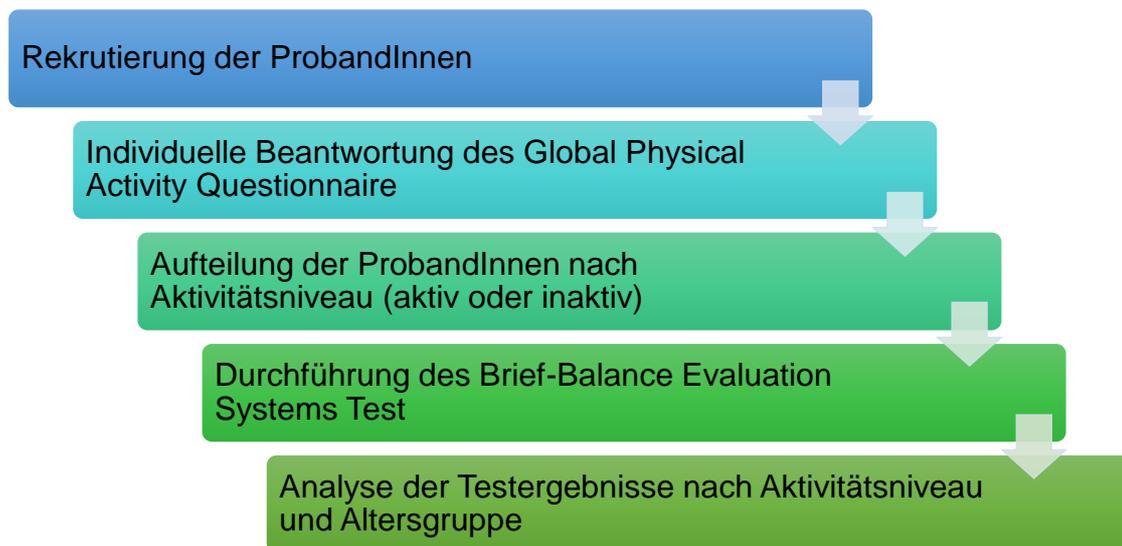
Des Weiteren wird untersucht, welche der getesteten Altersgruppen eher von einer körperlichen Inaktivität beeinflusst wird. Weshalb auch folgende Nebenhypothesen aufgestellt werden:

Die Nullhypothese: Die körperliche Aktivität bzw. Inaktivität führt bei der älteren ProbandInnengruppe (54-65 Jahre) zu keiner signifikant stärkeren Beeinflussung der durch den Brief-BESTest erhobenen körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik, als bei der jüngeren ProbandInnengruppe (14-19 Jahre).

Die Alternativhypothese: Die körperliche Aktivität bzw. Inaktivität führt bei der älteren ProbandInnengruppe (54-65 Jahre) zu einer signifikant stärkeren Beeinflussung der durch den Brief-BESTest erhobenen körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik, als bei der jüngeren ProbandInnengruppe (14-19 Jahre).

## 2 Methodik (FB/BÖ)

Im folgenden Kapitel wird die Durchführung der Studie erläutert. Dabei wird insbesondere auf die Auswahl der ProbandInnen, die verwendeten Messmethoden und die Auswertung und Analyse der Ergebnisse näher eingegangen. Zu einer kurzen Verdeutlichung der Methodik kann die nachfolgende Grafik (Abb. 7) herangezogen werden.



**Abb. 7:** Grafischer Kurzüberblick zur Durchführung der Studie.

(FG)

### 2.1 Studiendesign (BÖ)

Die vorliegende Studie wird in Form einer Cross-Sectional Design Studie durchgeführt. Dabei werden vier Gruppen miteinander verglichen: aktive und inaktive Jugendliche und aktive und inaktive Erwachsene. Eine Randomisierung der ProbandInnen ist aufgrund der vorgegebenen Aufteilung nach Altersgruppen und Aktivitätsniveaus nicht möglich.

### 2.2 ProbandInnenauswahl (BÖ)

Die Rekrutierung der ProbandInnen erfolgt ausschließlich über den Bekannten- und Verwandtenkreis der VerfasserInnen. Als ProbandInnen für die vorliegende Studie werden gesunde Jugendliche zwischen 14 und 19 Jahren und gesunde Erwachsene um das 60. Lebensjahr (54 bis 65 Jahre) herangezogen. Bei ProbandInnen unter dem 18. Lebensjahr

müssen die Eltern eine Einverständniserklärung zur Teilnahme ihrer Kinder an der Studie unterzeichnen. Für die Durchführung der Studie werden jeweils 20 Jugendliche und 20 Erwachsene benötigt, die den jeweiligen Altersvorgaben entsprechen. Die ProbandInnen dieser Studie können sowohl männlichen, als auch weiblichen Geschlechts sein. Neben der Einteilung in die jeweiligen Altersgruppen werden die ProbandInnen zusätzlich in eine Gruppe mit hohem Aktivitätsniveau und in eine Gruppe mit niedrigem Aktivitätsniveau unterteilt. Es werden jeweils 10 ProbandInnen der Erwachsenen und der Jugendlichen der aktiven bzw inaktiven ProbandInnengruppe zugeteilt. Der Grad der individuellen physischen Aktivität jedes/jeder Probanden/Probandin wird im Vorhinein, mittels des Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) der WHO bestimmt. Die Grenze zwischen Aktivität und Inaktivität ist bei Jugendlichen bis 17 Jahren auf ein Minimum von 60 Minuten moderater bis intensiver Aktivität pro Tag und bei Erwachsenen von 18 bis 65 Jahren auf ein Minimum von 450 Minuten moderate oder 75 Minuten intensive und 300 Minuten moderate Aktivität pro Woche festgelegt (vgl. Kapitel 2.4.1).

### **2.3 Ein- und Ausschlusskriterien (FG)**

Die Einschlusskriterien für die ProbandInnen der vorliegenden Studie, sind die jeweiligen Altersvorgaben der untersuchten Gruppen von 14 bis 19 Jahren und von 54 bis 65 Jahren. Die an dieser Studie teilnehmenden ProbandInnen sollen einen guten körperlichen Gesundheitszustand aufweisen, ausreichende Kenntnisse der deutschen Sprache in Schrift und gesprochenem Wort besitzen und an keinen neurologischen Erkrankungen mit Auswirkungen auf Koordination und Gleichgewichtsfähigkeit leiden. Die für diese Studie benötigten unterschiedlichen Aktivitätsniveaus zur Einteilung der TeilnehmerInnen in aktive und inaktive Gruppen werden mittels des GPAQ ermittelt (vgl. Kapitel 2.4.1). Der Gesundheitszustand der ProbandInnen wird mit Hilfe eines Online-Fragebogens festgestellt, der spezifische Fragen enthält, die das Vorhandensein möglicher Ausschlusskriterien zu überprüfen (Vgl. Kapitel 2.5, Anhang E).

Die Ausschlusskriterien lassen sich in verschiedenen Bereiche gliedern:

- *Muskuloskelettale Gründe:* Es werden alle ProbandInnen ausgeschlossen, die schwere muskuloskelettale Verletzungen (z.B. Frakturen, Bänderrisse, Muskelfaserrisse) oder größere Operationen des Bewegungsapparats (z.B. Meniskusoperation, Kreuzbandoperation) innerhalb der letzten sechs Monate vor der Testdurchführung hatten, Prothesen tragen, Orthesen oder andere Hilfsmittel

zum Gehen und Stehen benötigen oder in den letzten sechs Monaten vor Testbeginn plötzliche Wachstumsschübe von mehr als drei cm (Bisi & Stagni, 2016) erlebten.

- *Systemische Gründe:* Ebenfalls nicht als ProbandInnen werden Personen ausgewählt, die an systemischen Erkrankungen leiden, die Muskeln, Nerven oder Knochen schädigen (z.B. Rheuma, Osteogenesis imperfecta)
- *Neurologische Gründe:* Nicht als TeilnehmerInnen der Studie zugelassen werden Personen, die an neurologischen Erkrankungen leiden, die ihren Gleichgewichtssinn und ihre Koordination negativ beeinflussen können (z.B. Multiple Sklerose, Morbus Parkinson, Polyneuropathie) und all jene mit neurologischen Auffälligkeiten, wie wiederkehrenden Ohnmachtsanfällen und Schwindelattacken.
- *Geistige Gründe:* Personen mit geistigen Einschränkungen (z.B. Morbus Alzheimer, Demenz) können nicht ausgewählt werden.
- *Weitere Gründe:* Schwangerschaften und visuelle oder vestibuläre Erkrankungen und Einschränkungen mit spürbaren Auswirkungen auf die Koordination und das Gleichgewicht ziehen ebenfalls den Ausschluss aus der Studie nach sich.

## **2.4 Messsysteme (FG)**

Zur Testung eines möglichen Zusammenhangs zwischen physischer Aktivität und dem Gleichgewicht, bzw. den koordinativen Fähigkeiten, müssen verschiedene Komponenten eruiert werden. Zu diesem Zweck werden zwei Methoden gewählt: Der Global physical activity questionnaire (GPAQ) der WHO soll bereits im Vorhinein das Ausmaß an physischer Aktivität ermitteln und der Brief-Balance Evaluation System Test (Brief-BESTest) dient der Testung der Fähigkeiten der ProbandInnen.

### **2.4.1 Global physical activity questionnaire**

Zur Messung von physischer Aktivität wird im klinischen Alltag am häufigsten die Methode des selbständigen Berichts verwendet, wobei die jeweiligen PatientInnen das Ausmaß ihrer täglichen Aktivität entweder täglich notieren oder im Nachhinein schätzen. Unter anderem zählt dazu der von der WHO entwickelte Globale Fragebogen zur physischen Aktivität, welcher von dieser allgemein eingesetzt wird, um das Aktivitätsausmaß der

Staatenpopulationen regelmäßig zu überprüfen und zu vergleichen. Zusätzliches Ziel der WHO ist die Feststellung eines Zusammenhangs zu nicht übertragbaren Erkrankungen, Verletzungen und psychischer Gesundheit.

Mittlerweile beschäftigten sich bereits mehrere Studien mit der Validität und Reliabilität des GPAQ. Dabei kam man zu dem Ergebnis, dass es im Vergleich zu objektiven Messmethoden der Aktivität angemessene bis hohe Übereinstimmungen zwischen den Angaben der ProbandInnen und den tatsächlich gemessenen aktiven Zeiten gibt. Auffällig in den Ergebnissen war, dass sich die ProbandInnen tendenziell unterschätzten (Cleland u. a., 2014; Laeremans u. a., 2017). So war zum Beispiel der im GPAQ angegebene Mittelwert des Ausmaßes an intensiven bis moderaten aktiven Minuten pro Tag 30 Minuten während mit dem Beschleunigungssensor (Actigraph GT3X) 56 Minuten täglich gemessen wurden (Cleland u. a., 2014).

Bei der Beantwortung des GPAQ müssen sich die ProbandInnen in eine für sie typische Woche hineinversetzen. Er enthält 16 Fragen, wobei sich je fünf Fragen auf die Bereiche Aktivität während der Arbeit, bei der Fortbewegung von Ort zu Ort und in der Freizeit beziehen, während die letzte Frage die Dauer der sitzenden Tätigkeiten in Stunden und Minuten ermittelt. In den Abschnitten „Aktivität während der Arbeit“ und „Aktivität in der Freizeit“ werden die ProbandInnen gefragt, ob diese intensive oder moderate Tätigkeiten von jeweils mindestens zehn Minuten Länge beinhalten. Wenn sie diese Fragen bejahen, werden sie gebeten die Anzahl der Tage zu nennen, an denen sie dieser Art der Aktivität nachgehen; und dann für einen gewöhnlichen Tag die damit verbrachte Zeit in Stunden und Minuten zu präzisieren. Unter „Arbeit“ versteht der GPAQ auch unbezahlte Verrichtungen, Hausarbeit, Schulalltag, etc. Als intensive körperliche Aktivität werden all jene Tätigkeiten definiert, bei der Atmung oder Puls stark zunehmen, z.B. beim Tragen schwerer Lasten oder beim Laufen. Bei moderater Aktivität erhöhen sich Atmung und Puls hingegen nur leicht, beispielsweise beim schnellen Gehen oder Schwimmen in einem normalen Tempo. Um physische Aktivität bei der Fortbewegung von Ort zu Ort bejahen zu können, müssen die ProbandInnen mindestens zehn Minuten zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs sein. Ist das der Fall, wird auch hier die Angabe von Tagen in der Woche und Zeit pro Tag erbeten. All diese Anweisungen gehen aus dem GPAQ deutlich hervor und werden darin mit Beispielen veranschaulicht (siehe Anhang A).

Die Analyse der gewonnenen Daten kann daraufhin entweder über die in Minuten umgewandelten Zeitangaben der Aktivität oder über das Metabolische Äquivalent (MET) erfolgen (WHO, 2017). MET kann man als das geschätzte Verhältnis zwischen Arbeits- und

Ruhe-Energieumsatz verstehen. Es wird daher als Maßeinheit für den menschlichen Energieverbrauch verwendet und häufig als Orientierungshilfe für die Errechnung des Kalorienverbrauchs eingesetzt („Gesünder abnehmen“, 2018). Dabei ist ein MET mit 1 kcal/kg/Stunde oder mit 3,5 ml VO<sub>2</sub>/kg/Minute gleichzusetzen und entspricht ruhigem Sitzen („Compendium of Physical Activities“, 2017; Stemper, 2013). Zwar gibt es Tabellen in der die erreichten MET für verschiedenste Aktivitäten genannt oder zusätzlich zur Aktivität nach dem Körpergewicht berechnet werden („Compendium of Physical Activities“, 2017, „Gesünder abnehmen“, 2018, „Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs“, 2018), die WHO gibt jedoch allgemeine Richtlinien vor und setzt für die Analyse des GPAQ moderate Aktivität mit 4 MET pro Minute und intensive Aktivität mit 8 MET pro Minute fest (WHO, 2017).

Als Empfehlungen für das Minimum an physischer Aktivität für einen gesunden Lebensstil nennt die WHO je nach Altersgruppe bestimmte Werte. Für die in dieser Studie getesteten ProbandInnen gibt es daher grundsätzlich folgende Richtwerte, um als aktiv zu gelten: 14-17-jährige sollen 60 Minuten pro Tag moderate oder intensive Aktivität durchführen und möglichst dreimal in der Woche Übungen zur Muskelkräftigung absolvieren. Ab dem 18. Lebensjahr sind es nur noch zumindest 150 Minuten moderate oder 75 Minuten intensive Aktivität pro Woche. Besser wäre es in dieser Altersgruppe zusätzlich 300 Minuten in der Woche mit Bewegung zu füllen und zweimal pro Woche Muskelkräftigungsübungen einzuplanen (vgl. Kapitel 1.1.2). Umgerechnet in MET entspricht das bei 14-17-jährigen einer Wochenaktivität 1.680 bis 3.360 MET-Minuten und bei Erwachsenen zumindest 600 MET-Minuten, besser jedoch 1.800 MET-Minuten. In beiden Fällen werden die Übungen zur Muskelaktivität mangels Zeitangabe nicht miteinbezogen. Mittlerweile gibt es jedoch Erkenntnisse, dass die von der WHO beschriebene Mindestaktivität von 600 MET-Minuten für Erwachsene zwar geringe Auswirkungen auf die allgemeine Gesundheit hat, eine wirkliche Prävention von Zivilisationskrankheiten jedoch deutlich mehr Bewegung des Einzelnen erfordern (Kyu u. a., 2016; Rommelfanger, 2016). Zwar gibt es zum konkreten Einfluss von Aktivität auf Gleichgewicht und Koordination noch keine Studien, es konnte jedoch gezeigt werden, dass Bewegung deren Regression ins höhere Alter verschieben kann (vgl. Kapitel 2.2.5). Daher kann auch für diese Studie davon ausgegangen werden, dass höhere Aktivitätswerte besser für die Ausprägung der körperlichen Fähigkeiten sind. Für die Unterscheidung der 18- bis 19-jährigen und 54- bis 65-jährigen ProbandInnen in aktive und inaktive Personen wird deshalb die Grenze bei 1.800 MET-Minuten statt bei 600 MET-Minuten fixiert. Bei den jugendlichen ProbandInnen zwischen 14 und 17 Jahren wird

die Mitte der beiden genannten Werte mit 2.520 MET-Minuten als Grenzwert festgelegt, da dies auch eine Ausgewogenheit zwischen moderater und intensiver Aktivität darstellt.

#### **2.4.2 Brief-Balance Evaluation Systems Test**

Zur Messung von Gleichgewicht, Koordination und Sensorik wurden, wie schon beschrieben, einige Tests entwickelt, die alle ihre Stärken und Schwächen beinhalten (vgl. Kapitel 1.2.4). Im klinischen Alltag ist es wichtig ein aussagekräftiges Messinstrument zu haben, das dennoch möglichst wenig Zeit in Anspruch nimmt. Diese Anforderungen erfüllt der von Padgett, Jacobs und Kasser (2012) entwickelte Brief-Balance Evaluation Systems Test. Er entstand aus dem von Horak, Wrisley und Frank (2009) entwickeltem BESTest in einem Versuch eine kürzere und für die klinische Untersuchung praktikablere Variante zusammenzustellen (Padgett u. a., 2012). Zugleich sollte er eine Alternative für den Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) (Franchignoni, Horak, Godi, Nardone, & Giordano, 2010) darstellen, der aufgrund seiner einseitigen Testauswahl kritisiert wurde. Im Gegensatz zu diesem wählte man für den Brief-BESTest nicht nur Messmethoden für dynamische Stabilität, sondern hielt sich an die ursprünglichen sechs Teilbereiche des BESTest und entschied sich für diejenigen mit der besten Aussagekraft (Padgett u. a., 2012).

Der Brief-BESTest wurde bisher vor allem an Personen mit neurologischen Erkrankungen getestet, wobei ihm auch im Vergleich zum BESTest und Mini-BESTest gute Reliabilität und Validität zugesprochen wurde (Duncan u. a., 2013; Huang & Pang, 2017; Padgett u. a., 2012). Die Anwendung des Brief-BESTests bei gesunden ProbandInnen ab dem 50. Lebensjahr zeigte jedoch, dass er auch zur Unterscheidung von Altersgruppen eingesetzt werden kann, da auch Personen, die sich nicht durch neurologische Defizite, sondern durch das Alter voneinander unterscheiden verschieden hohe Punkte im Test erzielen. So zeigte eine Studie in Kanada, die ProbandInnen im Alter von 50 bis 89 Jahren verglich, dass die 50-59-jährige ProbandInnen durchschnittlich 22,7 Punkte, 60-69-jährige 20,5 Punkte und 80-89-jährige sogar nur noch 15 Punkte erreichten (O'Hoski u. a., 2014). Ähnliches legte eine Studie aus Portugal dar, die Probanden zwischen 60 und 89 Jahren verglich. Bei ihr starteten die 60-69-jährigen mit 17,5 Punkten und die 80-89-jährigen schnitten mit durchschnittlich 10,2 Punkten schon deutlich schlechter ab (Almeida, Marques, & Santos, 2017). Anders als bei Erwachsenen wurden bei Kindern und Jugendlichen bisher nur Studien mit dem BESTest und Mini-BESTest durchgeführt (Dewar, Claus, Tucker, Ware, & Johnston, 2017). Da der Brief-BESTest in den Ergebnissen jedoch sonst mit den

Ergebnissen des in dieser Studie als sehr valide und reliabel empfohlenen BESTests korreliert (Dewar u. a., 2017; Padgett u. a., 2012), kann auch für den Brief-BESTest angenommen werden, dass mit ihm Unterschiede in der posturalen Kontrolle von gesunden Kindern und Jugendlichen evaluiert und miteinander verglichen werden können.

Die im Brief-BESTest enthaltenen sechs Testungen entsprechen sechs Bereichen mit großer Auswirkung auf die posturale Kontrolle (vgl. Tabelle 1):

Die erste Testung misst die Zeit mit der bei vertikalem Oberkörper ein gestrecktes Bein zur Seite abgehoben werden kann, ohne die kontralaterale Hüfte zu abduzieren. Die Maximaldauer beträgt zehn Sekunden, Unterstützung wird an den Händen gegeben, ohne dass Druck übertragen werden darf. Es werden beide Seiten getestet (Abb. 8.a).

In der zweiten Testung wird das Ausmaß des Vorbeugens gemessen, das ProbandInnen mit horizontal ausgestreckten Armen schaffen ohne den Fersen-Bodenkontakt zu verlieren, zu fallen oder die Schultern zu elevieren. Es können, wenn nötig, zwei Versuche durchgeführt werden, wobei der bessere für das Gesamtergebnis zählt. Neben den Punkten wird auch die erreichte Länge in Zentimetern notiert (Abb. 8.b).

Test drei evaluiert den sicheren und stabilen Einbeinstand mit flektiertem Knie und auf dem Becken abgestützten Armen beidseits für eine maximale Dauer von 30 Sekunden. Der Test wird abgebrochen, wenn der Fuß den Boden berührt, die Hände vom Körper abgehoben werden oder das gehobene Bein das Standbein berührt. Auch hier gibt es für beide Seiten die Möglichkeit eines zweiten Versuchs. Der bessere Versuch wird gewertet. Festgehalten werden neben den vergebenen Punkten auch die Zeit in Sekunden (Abb. 8.c).

Im vierten Test wird die Reaktion auf das plötzliche Loslassen der ProbandInnen beurteilt, nachdem sich diese zuvor seitlich in die an ihrem Trochanter major befindliche Hand des/der TestdurchführerIn lehnten. Ziel der Testung ist das Wiedererlangen des Gleichgewichts mit nur einem Schritt, entweder mit dem ipsilateralen Bein zur Seite oder mit dem kontralateralen Bein überkreuz. Die Füße werden davor so positioniert, dass sie möglichst nahe beisammenstehen, sich jedoch nicht berühren (Abb. 8.d).

Die fünfte Testung misst die Dauer eines stabilen Stands auf einer Schaumstoffunterlage (Airex Balance Pad) mit geschlossenen Augen und im Becken abgestützten Händen. Die Füße werden wie im vierten Test vorpositioniert. Die Maximaldauer beträgt 30 Sekunden. Der Test wird abgebrochen, wenn die Augen geöffnet oder die Hände vom Körper abgehoben werden. Ein zweiter Versuch ist möglich, die ProbandInnen werden dazwischen jedoch gebeten von der Schaumstoffunterlage herunterzusteigen. Es werden die erreichten

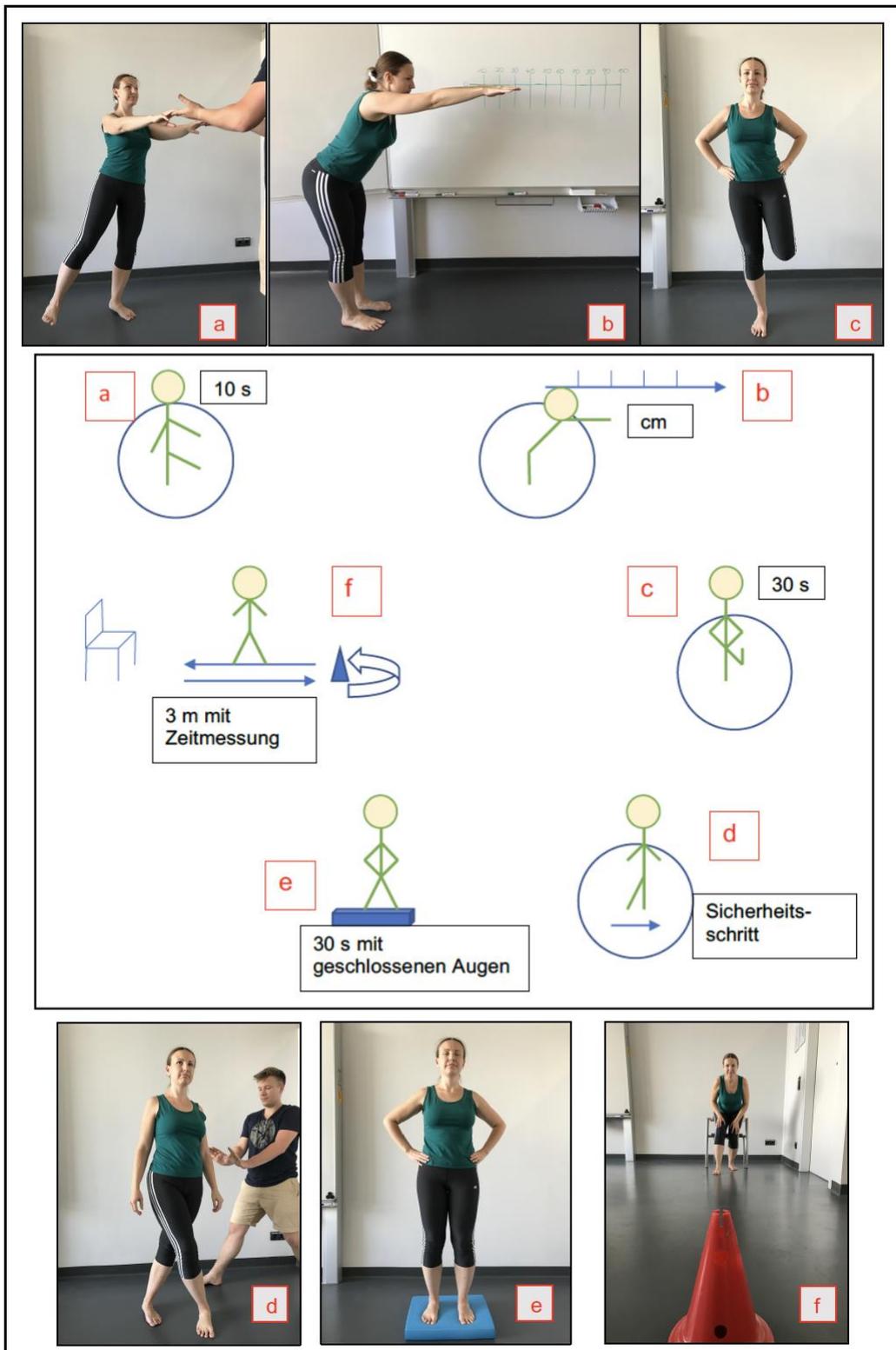
Punkte und die Zeit in Sekunden festgehalten, wobei bei zwei Versuchen nur der bessere Versuch in die Auswertung kommt (Abb. 8.e).

Zuletzt wird die Geschwindigkeit und Sicherheit beim Aufstehen aus einem Sessel mit Armlehnen, dem Gehen für drei Meter und den Rückweg bis zum erneuten Sitz gemessen. Die ProbandInnen werden dafür angewiesen möglichst schnell zu gehen, jedoch nicht zu rennen. Neben der Punktevergabe wird auch die benötigte Zeit in Sekunden notiert (Abb. 8.f).

Alle sechs Einzeltestungen können jeweils eine Höchstpunktzahl von drei Punkten auf einer Skala von null bis drei erreichen, wobei am Testformular neben den Anleitungen auch die genauen Voraussetzungen für die Punkteauswertung pro Test enthalten sind. Die erreichten Punkte dieser Kategorien werden am Ende addiert, weshalb beim gesamten Brief-BESTest maximal 24 Punkte an die ProbandInnen vergeben werden können (vgl. Anhang B) („BESTest Web Portal“, 2017; Appendix zu Padgett u. a., 2012).

**Tabelle 1:** Bereiche des Brief-BESTest mit Erklärungen und den zugeordneten Testungen (modifiziert nach O'Hoski u.a., 2014).

Bereich	Beschreibung	Testung
<b>Biomechanische Einschränkungen</b>	Evaluierung von Einschränkungen, die das Gleichgewicht im Stand beeinflussen, wie Haltung, Beweglichkeit, Muskelkraft	Seitliche Rumpf-/Hüftkraft (a, beidseits)
<b>Grenzen der Stabilität</b>	Evaluierung des Bewegungsausmaßes über die Unterstützungsfläche hinaus und der Wahrnehmung der gravitativen Vertikalen	Functional reach forward (b)
<b>Übergänge - Antizipatorische posturale Anpassung</b>	Evaluierung der aktiven Bewegung im Masseschwerpunkt als Vorbereitung auf Positionsveränderungen	Einbeinstand (c, beidseits)
<b>Reaktive posturale Antwort</b>	Evaluierung von kompensatorischen Stand- und Schrittreaktionen auf externe Störungen	Compensatory stepping correction – lateral (d, beidseits)
<b>Sensorische Orientierung</b>	Evaluierung größerer posturaler Schwankungen aufgrund unterschiedlichen sensorischen Bedingungen	Stehen auf Schaumstoff mit geschlossenen Augen (e)
<b>Stabilität beim Gehen</b>	Evaluierung von Stabilität beim Gehen trotz herausfordernder Bedingungen für das Gleichgewicht	Timed „Up and Go“ Test (f)



**Abb. 8:** Teststationen des Brief-BESTest; a: Test 1, seitliches Beinheben; b: Test 2, Functional reach forward; c: Test 3, Einbeinstand; d: Test 4, Sicherheitsschritt zur Seite; e: Test 5, Stand auf dem Airex Pad mit geschlossenen Augen; f: Test 6, Timed up and Go Test.

## **2.5 Studienverlauf (FG)**

Am Beginn der Studiendurchführung steht die Suche und Rekrutierung von ProbandInnen. Diese findet im Bekannten- und Verwandtenkreis der Studienleiter statt. Dabei wird versucht die zuvor formulierten Ein- und Ausschlusskriterien von Anfang an zu berücksichtigen. InteressentInnen wird neben einer kurzen Information zur Studie (vgl. Anhänge C und D) auch ein Hyperlink zu einer Online-Umfrage (vgl. Anhang E) übermittelt, die diese selbständig ausfüllen. In dieser Umfrage befinden sich einerseits Fragen zum allgemeinen Gesundheitszustand der ProbandInnen, die Aussage über ein mögliches Bestehen von Ausschlusskriterien (vgl. Kapitel 2.3) geben sollen. Es wird z.B. gefragt, ob der/die ProbandIn in den letzten sechs Monaten schwere Verletzungen, wie Frakturen oder Bänderrisse erlebte. Andererseits enthält die Umfrage die nach der Vorlage des GPAQ formulierten Fragen zu ihrem typischen Aktivitätsausmaß. Anhand der damit erlangten Daten werden die ProbandInnen schließlich ausgewählt und einer der vier nach Alter und Aktivitätsniveau unterschiedenen Gruppen zugewiesen. Für die minderjährigen ProbandInnen wird im Zuge der Rekrutierung auch das Einverständnis der Erziehungsberechtigten für die Teilnahme an der Studie eingeholt.

Die Messungen werden einmalig durchgeführt. Sie finden in den Räumlichkeiten der Fachhochschule St. Pölten, privaten Räumlichkeiten der Studienleiter in Wien oder in dem Schulgebäude der Bundes-Bildungsanstalt für Sozial- und Elementarpädagogik St. Pölten statt. Die TeilnehmerInnen werden gebeten die unterzeichnete Einverständniserklärung zu ihrem Messtermin mitzubringen und die Online-Umfrage schon zuvor auszufüllen. Nach Aushändigung des Dokuments wird der Brief-BESTest durchgeführt, wobei die Testung maximal 20 Minuten pro ProbandIn in Anspruch nimmt.

Der Messzeitraum für die Beantwortung der Online-Umfrage und die Durchführung des Brief-BESTest beträgt drei Monate, der Beginn ist im November 2017. Am Ende der Durchführung aller Messungen steht die Auswertung der gewonnenen Testergebnisse.

## **2.6 Daten- und Analyseverfahren (FG)**

Im Rahmen dieser Studie werden von allen ProbandInnen zwei Arten von Daten erhoben, zum einen die Aktivitätswerte durch eine Online-Umfrage, zum anderen die Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit mittels des Brief-BESTests. Im folgenden Kapitel wird die Analyse dieser Werte dargelegt.

### **2.6.1 Auswertung der Aktivitätswerte**

Durch die auf dem GPAQ basierende Online-Umfrage werden Werte zum Ausmaß der intensiven bzw. moderaten Aktivität und zur Fortbewegung zu Fuß oder mit dem Fahrrad von den ProbandInnen gewonnen. Diese geben bei der Beantwortung der Fragen die Anzahl der Tage für verschiedene Arten der Bewegungsintensität in der Arbeit, der Freizeit oder der Fortbewegung und die durchschnittliche Stunden- und Minutendauer pro Tag an. Dabei orientieren sie sich an einer für sie typischen Woche.

Diese Zeiten werden mit der Anzahl der angegebenen Tage multipliziert, um eine korrekte Aussage über den Umfang an wöchentlicher Aktivität zu erhalten. Danach wird die Anzahl der Minuten, in denen sich die ProbandInnen intensiv bewegen mit acht und die Minuten mit moderater Bewegung sowie die Minuten der Fortbewegung mit vier multipliziert, um die MET-Minuten zu bekommen. Diese grobe Umrechnung folgt den Vorgaben der WHO für die Auswertung der GPAQ (WHO, 2017).

Die Unterteilung der Testpersonen in die aktiven bzw. inaktiven Testgruppen erfolgt nach Maßgabe dieser MET-Werte. Als Trennung zwischen diesen Gruppen werden für ProbandInnen ab dem vollendeten 18. Lebensjahr 1.800 MET-Minuten und für ProbandInnen zwischen 14 und 17 Jahren 2.520 MET-Minuten herangezogen (vgl. Kapitel 2.4.1).

### **2.6.2 Auswertung und Analyse der Ergebnisse des Brief-BESTest**

Die Auswertung und Analyse der gesammelten Daten aus den Testergebnissen werden mittels IBM SPSS Statistics 24 durchgeführt, wobei das Signifikanzniveau auf  $p \leq 0,05$  festgelegt wird. Getestet werden nur unabhängige Variablen: Die Testergebnisse aller aktiver bzw. inaktiver ProbandInnen und aller Jugendlicher bzw. Erwachsener, sowie in Aufteilung auf die Untergruppen die Testergebnisse der aktiven oder inaktiven Jugendlichen und Erwachsenen. Diese werden in unterschiedlichen Zusammensetzungen miteinander verglichen. Einerseits innerhalb der Altersgruppen, andererseits als Vergleich der Aktivitätsniveaus beider Altersgruppen, z.B. inaktive Jugendliche mit inaktiven Erwachsenen. Es werden in allen Analysen sowohl die Gesamtergebnisse mit der maximalen Punkteanzahl von 24 Punkten, als auch die acht Einzelergebnisse der sechs Unterkategorien des Brief-BESTest mit jeweils maximal drei zu erreichenden Punkten gegenübergestellt.

Zur Testung der Normalverteilung der Stichproben wird, neben der Analyse der Schiefeit und Kurtosis und des Histogramms, der Kolmogorov-Smirnov Test verwendet. Da diese in keiner der verglichenen Gruppen gegeben ist, wird zur Auswertung der Daten der Mann Whitney-U Test herangezogen und neben der Signifikanz auch der Median, sowie Minimum und Maximum der erreichten Punkteanzahl im gesamten Brief-BESTest und in den sechs Unterkategorien angegeben.

### 3 Ergebnisse (FG)

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Aufteilung der Analysen in eine Beschreibung der ProbandInnen, in die Darstellung der erreichten Aktivitätsniveaus, sowie in die statistische Auswertung der Brief-BESTest-Ergebnisse mit einer detaillierten Illustration der Resultate.

#### 3.1 Anzahl und Alter der ProbandInnen

Von den insgesamt 48 RekrutInnen müssen drei schon zu Beginn ausselektiert werden, weil sie den Einschlusskriterien für Jugendliche nicht entsprechen. Zwei weitere werden wegen zutreffender Ausschlusskriterien, jeweils Verletzungen innerhalb der letzten sechs Monate, nicht in die Auswahl aufgenommen. Drei ProbandInnen, eine erwachsene und zwei jugendliche, füllen zwar die Online-Umfrage aus, können jedoch krankheitsbedingt nicht an der Erhebung der Brief-BESTest-Ergebnisse teilnehmen. Damit besteht eine Drop-Out-Rate der ProbandInnen ab vollendeter Rekrutierung (ohne jene Personen, die nicht den Einschlusskriterien entsprechen) in Höhe von 11,11%.

Die übrigen 20 ProbandInnen in der erwachsenen Testgruppe befinden sich im 54. bis 63. Lebensjahr, das Durchschnittsalter der gesamten Gruppe beläuft sich auf 57,6 Jahre (STABW 2,5111, R = 7). Die 20 jugendlichen Testpersonen sind zwischen 14 und 19 Jahre alt, mit einem Durchschnittsalter der gesamten Gruppe von 16,5 Jahren (STABW 1,850, R = 5). Von beiden Testgruppen fallen jeweils zehn in die inaktive und zehn in die aktive Gruppe (vgl. Tabelle 2).

Hinsichtlich der geschlechtlichen Verteilung der ProbandInnen zeigt sich ein ungleiches Bild mit einem Frauenanteil von 80% in der gesamten Gruppe, sowie bei allen Jugendlichen und allen Erwachsenen. Aufgeteilt in die aktiven und inaktiven Gruppen ergibt sich eine gleichmäßige Verteilung auf die erwachsenen TeilnehmerInnen mit ebenfalls 80% Frauenanteil. Bei den Jugendlichen befindet sich hingegen der Großteil der männlichen Probanden in der aktiven Gruppe, was zu einem 30% Männeranteil im Vergleich zu den 10% in der inaktiven Gruppe führt.

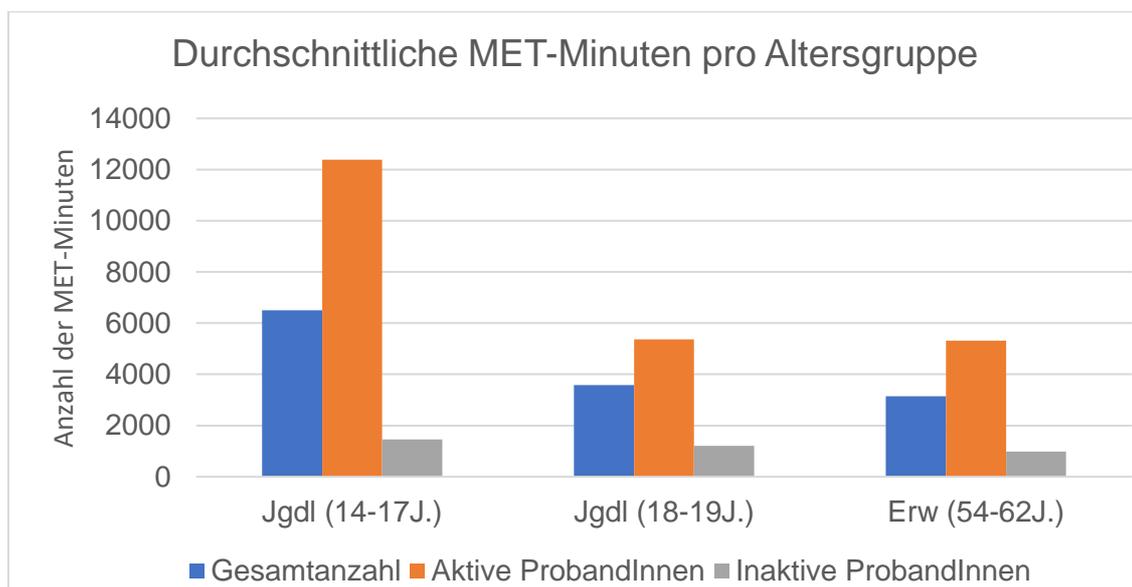
**Tabelle 2:** Durchschnittsalter der ProbandInnen, mit Standardabweichung und Spannweite

	<b>Gesamtgruppe</b>	<b>Aktive Gruppe</b>	<b>Inaktive Gruppe</b>
<b>Erwachsene</b>	57,6 (2,5111/ 7)	57,7 (2,710/ 7)	57,8 (2,440/ 6)
<b>Jugendliche</b>	16,5 (1,850/ 5)	16,3 (2,003/ 5)	16,7 (1,767/ 4)

### 3.2 Aktivitätsniveaus der ProbandInnen

Für eine zusätzliche Trennung der ProbandInnen in ihre Aktivitätsniveaus aktiv und inaktiv wird grundsätzlich den Vorgaben der WHO zu den zu erfüllenden Ausmaßen in unterschiedlichen Altersgruppen gefolgt. Diese verlangt von Jugendlichen bis 17 Jahren deutlich mehr Aktivität, als von Personen ab dem abgeschlossenen 18. Lebensjahr (vgl. Kapitel 2.4.1 und 2.6.1). Daher werden auch hier die Jugendlichen TeilnehmerInnen für die Aktivitätsanalyse in zwei Gruppen getrennt.

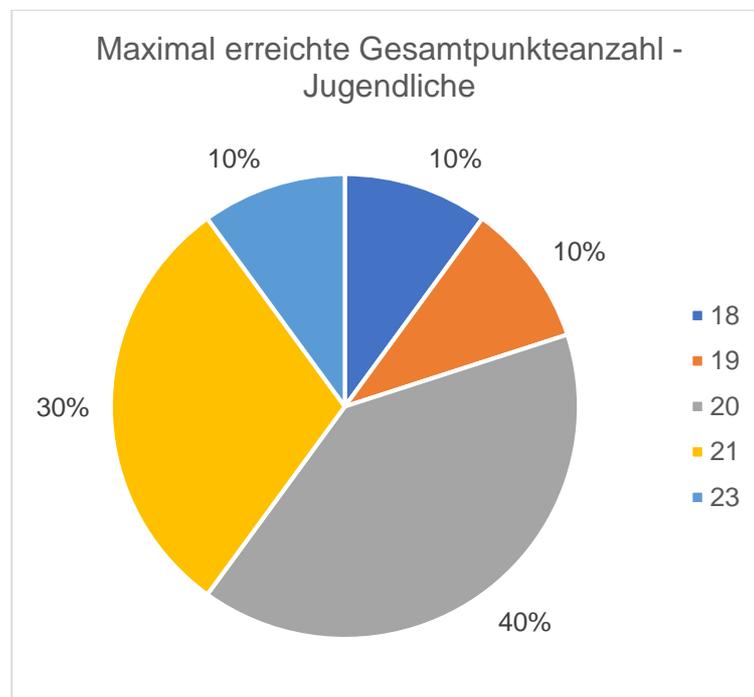
Die ProbandInnen im Alter von 14 bis 17 Jahren (N = 13) geben insgesamt eine Durchschnittszeit von 6.498,46 MET-Minuten (STABW 7.213,831, R = 24.720) pro Woche an, dabei entfallen auf die aktiven (N = 6) 12.380 (STABW 6.853,332, R = 19.360) und auf die inaktiven (N = 7) 1.457,14 MET-Minuten (STABW 833,901, R = 2.400). Die in dieser Studie zu den Jugendlichen zählenden 18 bis 19-jährigen (N = 7) erreichen im Schnitt insgesamt 3.587,14 MET-Minuten (STABW 3.328,016, R = 9,320), wobei 5.370 (STABW 3.470,158, R = 7.920) den aktiven (N = 4) und 1.210 (STABW 575,065, R = 1.150) den inaktiven zuzurechnen sind. Ähnlich sehen die Zahlen bei den TeilnehmerInnen im 54. bis 63. Lebensjahr (N = 20) aus. Sie führen in der Online-Umfrage eine gesamte Durchschnittszeit von 3.149,50 MET-Minuten (STABW 3.467,50, R = 12.560) an, 5.312 (STABW 3.824,136, R = 11.660) davon bei den aktiven (N = 10), 987 (STABW 611,811, R = 1.790) bei den inaktiven Erwachsenen (N = 10) (Vgl. Abb. 9).



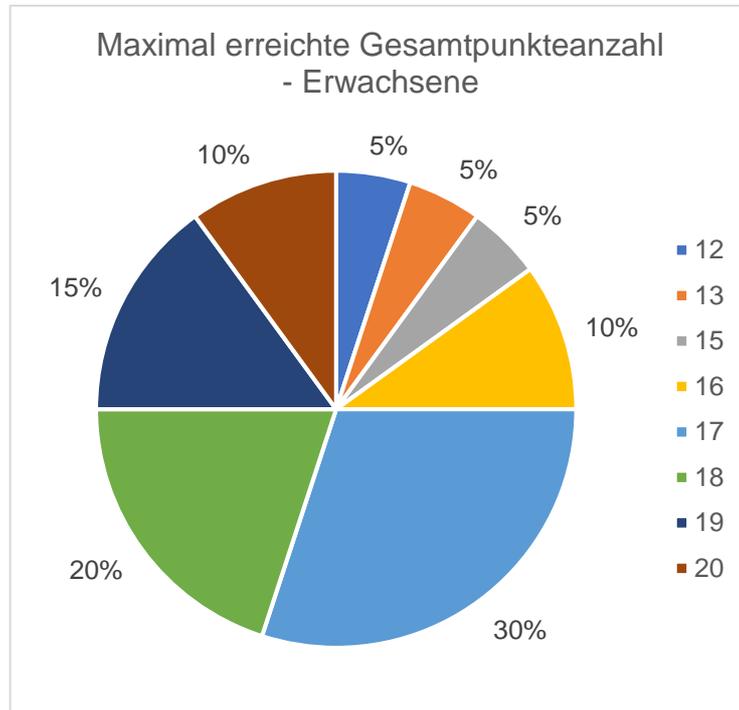
**Abb. 9:** Diagramm zu den durchschnittlichen MET-Minuten pro Woche, aufgeteilt nach den Altersgruppen 14-17, 18-19 und 54-65 Jahren, sowie in Gesamtanzahl, aktiv und inaktiv.

### 3.3 Brief-BESTest

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der statistischen Auswertung und Analyse dargestellt. Nach Maßgabe der Hypothesen werden dabei Vergleiche zwischen den Altersgruppen und zwischen den Aktivitätsniveaus durchgeführt und in beiden sowohl die Gesamtergebnisse mit einer maximalen Punkteanzahl von 24 Punkten, als auch die acht Einzelergebnisse der sechs Unterkategorien des Brief-BESTest herangezogen, die mit Punkten von null bis drei bewertet werden. Hinsichtlich der erreichten Punkte beim Gesamtergebnis zeigt sich bereits ohne die Analysen der verschiedenen Testgruppen, dass bei den erwachsenen ProbandInnen eine größere Variation herrscht als bei den Jugendlichen. Auch erreichen die Erwachsenen mit bis zu 20 Punkten ein deutlich geringeres Ergebnis als die jugendlichen ProbandInnen mit bis zu 23 Punkten (vgl. Abb. 10 und 11).



**Abb. 10:** Anzahl der von allen jugendlichen ProbandInnen (N = 20) maximal erreichten Punkte beim Gesamtergebnis des Brief-BESTest, unabhängig vom Aktivitätsniveau.



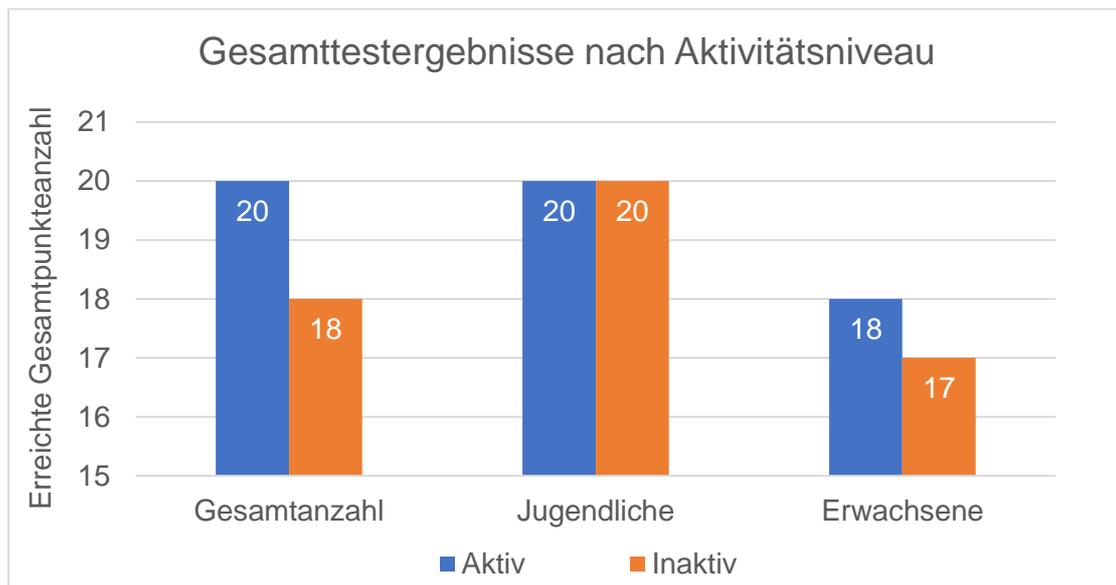
**Abb. 11:** Anzahl der von allen erwachsenen ProbandInnen (N = 20) maximal erreichten Punkte beim Gesamttestergebnis des Brief-BESTest, unabhängig vom Aktivitätsniveau.

### 3.3.1 Vergleich der Aktivitätsniveaus

Um die Auswirkungen von Aktivität bzw. Inaktivität auf die Koordination und das Gleichgewicht zu ermitteln, werden die Brief-BESTest-Ergebnisse der ProbandInnen gemäß der Einteilung in aktive oder inaktive TeilnehmerInnen (vgl. Kapitel 2.6.1 und 3.2) verglichen. Dabei zeigt sich schon bei den Gesamttestergebnissen kein einheitliches Bild (vgl. Abb. 12). Bei einer genaueren Betrachtung der Werte kann nur bei den Gesamttestergebnissen der erwachsenen ProbandInnen ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,028$ , Median aktive Erw. 18 (Min/Max = 15/20), Median inaktive Erw. 17 (Min/Max = 12/19)) zwischen den aktiven und inaktiven TeilnehmerInnen festgestellt werden, mit einer höheren erreichten Punkteanzahl in der ersten Gruppe (vgl. Anhang F, Tabelle 8).

Der Vergleich der Gesamtanzahl aller Testungen zeigt hingegen keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Aktivitätsniveaus ( $p = 0,125$ , Median aktive ProbandInnen 20 (Min/Max = 15/23), Median inaktive ProbandInnen 18 (Min/Max = 12/21)), was aufgrund der fehlenden Differenzen bei den Vergleichsergebnissen der Jugendlichen ( $p = 0,383$ , Median aktive Jgdl. 20 (Min/Max = 19/23), Median inaktive Jgdl. 20 (Min/Max = 18/21)) nachvollziehbar ist (vgl. Anhang F, Tabellen 6 und 7).

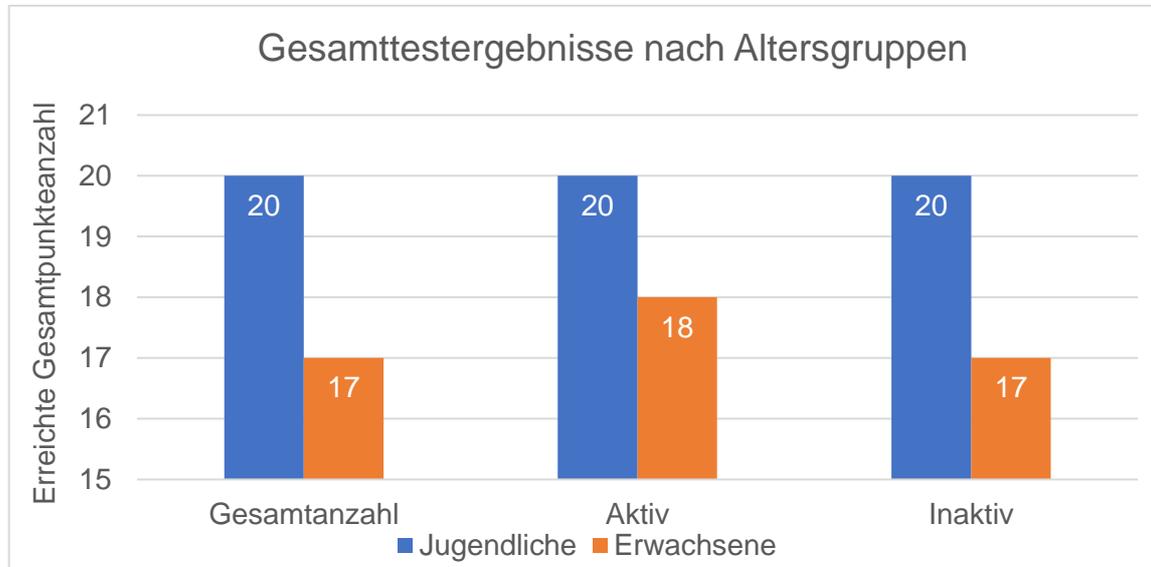
In den acht Einzeltestergebnissen des Brief-BESTest ist dagegen bei keiner der Analysen des Aktivitätsniveaus eine signifikante Divergenz festzustellen. Dadurch wird klar, dass das insgesamt schlechtere Resultat der inaktiven Erwachsenen nur in seiner Ganzheit relevant ist, sie im Allgemeinen jedoch in keiner der sechs Kategorien der posturalen Kontrolle ein Defizit aufweisen (vgl. zu den einzelnen Werten Anhang F, Tabellen 6-8).



**Abb. 12:** Gesamttestergebnisse nach Analyse des Aktivitätsniveaus; Vergleich aller aktiven und inaktiven ProbandInnen mit Aufteilung nach den Altersgruppen.

### 3.3.2 Vergleich der Altersgruppen

Anders als beim Vergleich des Aktivitätsniveaus, gibt es beim Vergleich der Brief-BESTest-Ergebnisse mit der Aufteilung in die Altersgruppen, jugendliche und erwachsene ProbandInnen, deutlich mehr signifikante Ergebnisse. Das zeigt auch schon ein Blick auf die graphische Darstellung der Gesamttestergebnisse (Vgl. Abb. 13).



**Abb. 13:** Gesamttestergebnisse nach Analyse der Altersgruppen; Vergleich aller jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen gemeinsam, mit Aufteilung in aktive und inaktive Aktivitätsniveaus.

Bereits bei der Analyse der Gesamtanzahl der jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen wird deutlich, dass nicht nur beim Gesamtergebnis des Brief-BESTest die Jugendlichen höchst signifikant bessere Werte erreichen ( $p = 0,000$ , Median Gesamtanzahl Jgdl. 20 (Min/Max = 18/23), Median Gesamtanzahl Erw. 17 (Min/Max = 12/20)), sondern auch bei fünf Einzeltestergebnissen mit einer signifikant höheren Punktezahl bewertet werden. Diese sind der erste Test, der die laterale Hüft- und Rumpfkraft evaluiert ( $p = 0,024$ , Median Jgdl. 2 (Min/Max = 1/3), Median Erw. 1 (Min/Max = 1/3)), der Functional Reach Forward (BBT 2,  $p = 0,018$ , Median Jgdl. 2 (Min/Max = 2/3), Median Erw. 2,5 (Min/Max = 1/3)), der Einbeinstand rechts (BBT 3-re,  $p = 0,042$ , Median Jgdl. 3 (Min/Max = 2/3), Median Erw. 2 (Min/Max = 1/3)), sowie der seitliche Kompensationsschritt zu beiden Seiten (BBT 4-li,  $p = 0,029$ , Median Jgdl. 3 (Min/Max = 2/3), Median Erw. 2 (Min/Max = 0/3), bzw. BBT 4-re,  $p = 0,003$ , Median Jgdl. 3 (Min/Max = 2/3), Median Erw. 2 (Min/Max = 0/3)) (Vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Vergleichswerte der gesamten jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen unabhängig vom Aktivitätsniveau.

Ausgewertete Tests	Signifikanz (p-Wert)	Jugendliche (Median, Min/Max)	Erwachsene (Median, Min/Max)
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>0,000</b>	20, 18/23	17, 12/20
<b>BBT 1</b>	<b>0,024</b>	2, 1/3	1, 1/3
<b>BBT 2</b>	<b>0,018</b>	3, 2/3	2,5, 1/3
<b>BBT 3-li</b>	0,058	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 3-re</b>	<b>0,042</b>	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 4-li</b>	<b>0,029</b>	3, 2/3	2, 0/3
<b>BBT 4-re</b>	<b>0,003</b>	3, 2/3	2, 0/3
<b>BBT 5</b>	0,318	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 6</b>	1,0	3, 3/3	3, 3/3

Auch beim Vergleich aktiver und inaktiver ProbandInnen beider Altersgruppen sind signifikante Unterschiede zu bemerken (vgl. Tabelle 4). Dies trifft einerseits auf die höhere Punkteanzahl der aktiven Jugendlichen beim Gesamttestergebnis zu ( $p = 0,001$ , Median aktive Jgdl. 20 (Min/Max = 19/23), Median aktive Erw. 18 (Min/Max = 15/20)), andererseits sind diese auch bei zwei Einzeltestergebnissen signifikant besser als die Erwachsenen. So erreichen sie mehr Punkte bei der Testung der lateralen Hüft- und Rumpfkraft (BBT 1,  $p = 0,022$ , Median aktive Jgdl. 2 (Min/Max = 1/3), Median aktive Erw. 1 (Min/Max = 1/3)) und, anders als bei den Gesamttestergebnissen, beim Einbeinstand links (BBT 3-li,  $p = 0,022$ , Median aktive Jgdl. 3 (Min/Max = 2/3), Median aktive Erw. 2 (Min/Max = 2/3)). Es zeigt sich dadurch, dass auch aktive Erwachsene schon hinter den Fähigkeiten der Jugendlichen zurückliegen.

**Tabelle 4:** Vergleichswerte der aktiven jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen.

Ausgewertete Tests	Signifikanz (p-Wert)	Aktive Jgdl (Median, Min/Max)	Aktive Erw (Median, Min/Max)
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>0,001</b>	20, 19/23	18, 15/20
<b>BBT 1</b>	<b>0,022</b>	2, 1/3	1, 1/3
<b>BBT 2</b>	0,131	3, 2/3	3, 2/3
<b>BBT 3-li</b>	<b>0,022</b>	3, 2/3	2, 2/3
<b>BBT 3-re</b>	0,276	2, 2/3	2, 2/3
<b>BBT 4-li</b>	0,075	3, 2/3	2, 2/3
<b>BBT 4-re</b>	0,313	3, 2/3	2,5, 1/3
<b>BBT 5</b>	0,278	2, 2/2	2, 1/3
<b>BBT 6</b>	1,0	3, 3/3	3, 3/3

Dies verdeutlicht auch die Analyse der Werte der inaktiven ProbandInnen (vgl. Tabelle 5), bei deren Gesamttestergebnissen zwar eine höchst signifikante Divergenz ( $p = 0,000$ , Median inaktive Jgdl. 20 (Min/Max = 18/21), Median inaktive Erw. 17 (Min/Max = 12/19)) zugunsten der Jugendlichen vorliegt, sich jedoch nicht mehr Einzeltestergebnisse, als bei den aktiven TeilnehmerInnen, signifikant voneinander unterscheiden. In diesem Fall trifft es wie auch beim Vergleich der Gesamtanzahl der ProbandInnen auf den seitlichen Kompensationsschritt zu beiden Seiten zu (BBT 4-li,  $p = 0,015$ , Median inaktive Jgdl. 3 (Min/Max = 2/3), Median inaktive Erw. 2 (Min/Max = 0/3), BBT 4-re,  $p = 0,042$ , Median inaktive Jgdl. 3 (Min/Max = 2/3), Median inaktive Erw. 2 (Min/Max = 0/2)). Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass Erwachsene zwischen dem 54. und 65. Lebensjahr insgesamt eine schlechtere Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit aufweisen, als Jugendliche zwischen 14 und 19 Jahren. Dies wird in der Diskussion näher erläutert (vgl. Kapitel 4.1.2).

**Tabelle 5:** Vergleichswerte der inaktiven jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen.

Ausgewertete Tests	Signifikanz (p-Wert)	Inaktive Jgdl (Median, Min/Max)	Inaktive Erw (Median, Min/Max)
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>0,000</b>	20, 18/21	17, 12/19
<b>BBT 1</b>	0,445	1,5 1/3	1, 1/2
<b>BBT 2</b>	0,066	3, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 3-li</b>	0,689	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 3-re</b>	0,090	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 4-li</b>	<b>0,015</b>	3, 2/3	2, 0/3
<b>BBT 4-re</b>	<b>0,042</b>	3, 2/3	2, 0/3
<b>BBT 5</b>	1,0	2, 2/3	2, 2/3
<b>BBT 6</b>	1,0	3, 3/3	3, 3/3

## **4 Diskussion (BÖ)**

In diesem Kapitel werden die erzielten Messergebnisse der vorliegenden Studie interpretiert und mit vorangegangenen Studien, die sich mit dem Brief-BESTest, dem GPAQ und der generellen Thematik der posturalen Kontrolle befassten, verglichen und für die Physiotherapie relevante Erfahrungen und Ergebnisse diskutiert. Zusätzlich werden am Ende dieses Kapitels noch einige Limitationen dieser Studie beschrieben.

### **4.1 Interpretation der Ergebnisse**

Die Interpretation der Ergebnisse nach Aktivitätsniveau und nach Altersgruppen zeigen unterschiedliche Resultate. Diese werden in der Folge näher ausgeführt und diskutiert.

#### ***4.1.1 Messungen nach dem Aktivitätsniveau***

Bisher gab es noch keine Studie, die den Einfluss von Aktivität auf Gleichgewicht und Koordination untersucht hat. Bei Studien von Muehlbauer u.a. (2015) oder Zemková u.a. (2017), die den Einfluss von Muskelkraft auf Gleichgewicht und Koordination untersuchten, wurden keine signifikanten Zusammenhänge gefunden. Einzig bei Studien, welche die Auswirkungen von Aktivitätsprogrammen (z.B. Sensomotorisches Training, Yoga, Laufen) untersuchten, wurde erkannt, dass diese, durch die hohe koordinative Komponente der Übungen, Auswirkungen auf Gleichgewicht und das Sturzrisiko haben (Barnett, 2003; Fong u. a., 2016; Perrin u. a., 1999; Youkhana, Dean, Wolff, Sherrington, & Tiedemann, 2016).

Die Gesamtergebnisse - bemessen nach dem Aktivitätsniveau der jugendlichen und erwachsenen ProbandInnen - besagen, dass die aktive ProbandInnengruppe mit einem Median von 20 Punkten bei maximal 24 erreichbaren Punkten eine höhere Punktezahl als die inaktive Gruppe erzielt. Diese erreicht einen Median von 18 Punkten. Nichtsdestotrotz ist der Punkteunterschied der aktiven und inaktiven Gruppe in Hinsicht auf die Gesamtergebnisse mit einem p-Wert von 0,125 statistisch nicht signifikant. Bei der Gruppe der jugendlichen ProbandInnen kann bei der Betrachtung des Gesamtergebnisses ebenfalls kein signifikantes Resultat erzielt werden ( $p = 0,383$ ). Hier erreichen die ProbandInnengruppen der aktiven Jugendlichen und die der inaktiven Jugendlichen beide eine durchschnittliche Punkteanzahl von 20 Punkten. Auch bei den acht Ergebnissen der Einzeltests ist keine Signifikanz vorhanden (vgl. Tabelle 7 in Anhang F). Demnach muss die erste Forschungsfrage – ob körperliche Aktivität bzw. Inaktivität einen signifikanten

Einfluss auf die Gleichgewichtsfähigkeit, Koordination und Sensorik hat – zum Teil verworfen werden, da bei der Gruppe der aktiven und inaktiven Jugendlichen keine Unterschiede messbar sind.

Nichtsdestotrotz scheint es bei Jugendlichen angebracht, diese zu mehr körperlicher Aktivität zu motivieren und altersentsprechende Bewegungsangebote zu setzen, um die sehr hohe Anzahl an inaktiven Kindern und Jugendlichen zu reduzieren (Cavill u. a., 2006; Krug u. a., 2013; Titze u. a., 2010).

Bei den Vergleichen zwischen den aktiven und inaktiven ProbandInnen der Gruppe der Erwachsenen kommt es zu einem signifikanten Ergebnis in Hinblick auf das Gesamtergebnis ( $p = 0,028$ ). Hier ist besonders das erreichte Minimum und Maximum des Brief-BESTests der erwachsenen ProbandInnen interessant. Inaktive ProbandInnen erzielten mit einem Minimum von 12 Punkten und einem Maximum von 19 bei 24 möglichen erreichbaren Punkten ein deutlich schlechteres Ergebnis als die Gruppe der aktiven Erwachsenen. Diese absolvierten den Test mit einem Minimum von 15 und einem Maximum von 20 Punkten. Innerhalb der acht Einzeltests gibt es jedoch auch in der Gruppe der Erwachsenen keine signifikanten Ergebnisse (vgl. Tabelle 8 in Anhang F).

Demnach kann vermutet werden, dass die inaktiven Erwachsenen in der Gesamtheit ihrer koordinativen und Gleichgewichtsfähigkeiten geringere Fertigkeiten aufweisen und ein allgemeines und umfassendes Training dieser gesamten Fähigkeiten sinnvoller ist, als die Übung der einzeln getesteten Unterkategorien des Brief-BESTests.

Diese vorangegangenen Überlegungen für die Notwendigkeit eines Gleichgewichtstrainings bei inaktiven Erwachsenen lassen sich auch durch zwei Studien aus Kanada und Portugal bestätigen.

Bei den Vergleichen mit der Studie von O'Hoski u.a. (2014) erzielen die in dieser Studie getesteten erwachsenen ProbandInnen eine deutlich geringere Punkteanzahl als die kanadischen ProbandInnen. O'Hoski u.a. (2014) testeten in ihrer Studie insgesamt 79 gesunde Kanadier im Alter zwischen 50 und 89 Jahren. ProbandInnen zwischen 50 und 59 Jahren erreichten durchschnittlich 22,7 und ProbandInnen im Alter von 60 bis 69 Jahren 20,5 Punkte. Demnach erreichen sogar die ProbandInnen beider vergleichbaren Altersgruppen der Studie von O'Hoski u.a. (2014) deutlich bessere Ergebnisse als die ProbandInnen dieser Studie. Eine weitere Studie von Almeida u.a. (2017) testete 113 gesunde ältere Portugiesen im Alter zwischen 60 und 89 Jahren. Die vergleichbare Testgruppe der 60 bis 69-jährigen Portugiesen erzielte eine Durchschnittspunktezahl von 17,5 Punkten und somit einen deutlich geringeren Wert als die aktiven ProbandInnen dieser

Studie. Vergleicht man die Ergebnisse jedoch mit denen der inaktiven ProbandInnen so erreichen die portugiesischen ProbandInnen mit 17,5 Punkten einen halben Punkt mehr als die inaktiven ÖsterreicherInnen und erzielten somit ein vergleichsweise geringfügig höheres Ergebnis.

Eine Erklärung für die deutlich höhere erzielte Punkteanzahl der ProbandInnen von O'Hoski u.a. (2014) könnte auf die größere Anzahl der gemessenen ProbandInnen dieser Altersgruppe und auf den Aktivitätszustand zurückgeführt werden, da dieser in der beschriebenen Studie nicht berücksichtigt wurde. Weiters können ebenfalls geographische Faktoren eine deutliche Rolle spielen, da man laut einer Studie des Bundesministerium für Gesundheit, der Gesundheit Österreich GmbH und der Fonds Gesundes Österreich (Titze u. a., 2010) schon in Österreich ein Ost-West Gefälle im Hinblick auf den Aktivitätsstand der Österreicher feststellen kann. Demzufolge sind Personen aus alpinen Gebieten Österreichs aufgrund der besseren Sportangebote durch die landschaftlichen Gegebenheiten aktiver, als Personen der östlichen Regionen Österreichs. Diese Überlegungen lassen sich auch auf Kanada umlegen, da die dortigen landschaftlichen Verhältnisse an die westlichen Regionen Österreichs erinnern.

Möglichkeiten für das schlechtere Abschneiden der ProbandInnen der Studie von Almeida u.a. (2017) sind unter Umständen auf das höhere Alter der Testpersonen und abermals das nicht beachtete Aktivitätsniveau der portugiesischen ProbandInnen zurückzuführen, welches laut eines Berichts der Europäischen Kommission für Gesundheit deutlich unter dem europäischen Durchschnitt und dem der österreichischen Bevölkerung liegt (European Commission, 2006). Trotz der verschiedensten Einflussfaktoren auf die Testergebnisse sind die in dieser Studie getesteten inaktiven erwachsenen ProbandInnen teilweise deutlich schlechter als die 60 bis 69-jährigen der oben angeführten Vergleichsstudien. Demnach scheint körperliche Inaktivität im Hinblick auf die erwachsenen ProbandInnen einen deutlichen Einfluss auf das Gleichgewicht und die Koordination zu haben.

Die erhobene Hypothese, dass körperliche Inaktivität zu einer Veränderung von Gleichgewicht, Koordination und Sensorik führt, kann somit nur für die Gruppe der jugendlichen ProbandInnen verworfen werden. Es kann angenommen werden, dass das Aktivitätsniveau körperliche Fähigkeiten wie Koordination, Gleichgewicht und Sensomotorik positiv beeinflusst und somit das Sturzrisiko gesenkt werden kann. Darum erscheint neben der Steigerung des allgemeinen Aktivitätszustands ein Trainingsprogramm für die Verbesserung von diesen wichtigen Fähigkeiten schon in diesem Alter als sinnvoll. Als präventive Maßnahme für die Sturzprophylaxe bzw. die Verbesserung des

Aktivitätszustandes wird von der WHO angeraten, ab dem 65. Lebensjahr ein spezielles Trainingsprogramm für das Gleichgewicht und die Sturzprophylaxe durchzuführen („Factsheet Physical Activity“, 2017). Im Fall der getesteten ProbandInnen dieser Studie wäre schon ein früheres präventives Training vor dem 65. Lebensjahr anzuraten, da die Fähigkeiten unter den Durchschnittswerten der Vergleichsstudien dieser Altersgruppe angesiedelt sind.

Zusätzlich zu diesen Erkenntnissen wurde schon in mehreren Studien der positive Einfluss sowohl von Gruppentrainings mit dem Fokus auf Balance- und koordinativen Übungen als auch Krafttraining oder Trainingsmethoden der traditionellen chinesischen Medizin belegt (Barnett, 2003; Chen u. a., 2016; Krug u. a., 2013; Perrin u. a., 1999; Titze u. a., 2010).

Die - wie auch schon vorhin beschriebene - insgesamt geringere Anzahl an signifikanten Werten dieser Studie bei der Analyse nach dem Aktivitätsniveau ist möglicherweise durch die geringe Zahl der getesteten ProbandInnen der einzelnen Alters- und Aktivitätsgruppen bedingt. Zusätzliche Gründe für die wenig signifikanten Ergebnisse können an dem niedrigen Altersdurchschnitt von 57,6 Jahren der Erwachsenen und an den starken Testleistungen der inaktiven Jugendlichen festzumachen sein, welche bei der Absolvierung des Brief-BESTests dieselbe Durchschnittspunkteanzahl wie ihre aktiven Altersgenossen erzielten (vgl Kapitel 3.3.1, Abb. 12). Der Einfluss des Alters wird daher auch im nächsten Kapitel bei der Diskussion der Messungen nach den Altersgruppen genauer behandelt.

#### **4.1.2 Messungen nach den Altersgruppen**

Vergleiche der Koordination und des Gleichgewichts zwischen verschiedenen Altersgruppen wurden bereits häufig durchgeführt (Almeida u. a., 2017; Granacher u. a., 2011; Muehlbauer u. a., 2015; O’Hoski u. a., 2014) Meist wurden diese jedoch nur zur Erforschung der Entwicklung dieser Fähigkeiten mit dem zunehmenden Alter untersucht. Direkte Vergleiche zwischen Jugendlichen und Erwachsenen um das 60. Lebensjahr wurden bisher allerdings eher selten gezogen. Darum werden sie in dieser Studie genauer behandelt.

Vergleicht man die Ergebnisse des Brief-BESTests innerhalb der beiden Altersgruppen gibt es hier deutlich mehr signifikante Ergebnisse, als bei den vorangegangenen Messungen nach dem Aktivitätsniveau. (Erika Zemková u. a., 2016). Die statistische Auswertung des Brief-BESTests der vorliegenden Studie ergibt einen überaus signifikanten Unterschied ( $p = 0,000$ ) beim Vergleich der Gesamtergebnisse der erwachsenen und jugendlichen

ProbandInnen, unabhängig des Aktivitätsniveaus. Wie schon im Kapitel 3.3.2 beschrieben erreicht die Testgruppe der jugendlichen ProbandInnen von 24 möglichen Punkten einen Median von 20 Punkten, während die Gruppe der Erwachsenen nur 17 Punkte erzielen kann (vgl. Tabelle 3). Neben den Gesamtergebnissen der beiden Gruppen gibt es bei den Vergleichen zwischen Jugendlichen und Erwachsenen auch in fünf der acht Einzeltests höchst signifikante Ergebnisse. Einzig der Einbeinstand links (BBT 3-li,  $p = 0,058$ ), die sensorische Orientierung (BBT 5,  $p = 0,318$ ) und der Timed „Up and Go“ Test (BBT 6,  $p = 1,0$ ) zeigen keine signifikanten Messergebnisse beim Vergleich der beiden Altersgruppen, unabhängig des Aktivitätsniveaus (vgl. Tabelle 3).

Weitere hoch signifikante Ergebnisse sind bei den Vergleichen zwischen den aktiven Jugendlichen und Erwachsenen zu sehen. Hier zeigen sich ebenfalls, sowohl im Gesamtergebnis ( $p = 0,001$ ), als auch in den Einzeltests, deutliche Signifikanzen. Besonders bemerkbar sind hier die minimalen und maximalen Ergebnisse der Einzeltests. Aktive Jugendliche erreichen bei der Untersuchung des Gesamtergebnisses eine Punktezahl zwischen einem Minimum von 19 und einem Maximum von 23 Punkten, während aktive Erwachsene im Vergleich ein Minimum von 15 und lediglich ein Maximum von 20 Punkten erzielen konnten (vgl. Tabelle 4). Bei den verglichenen Einzelergebnissen der aktiven Jugendlichen und Erwachsenen gibt es sowohl bei Test 1, welcher die beidseitige Rumpf- und Hüftkraft testet, als auch bei der linksseitigen Ausführung von Test 3, dem Einbeinstand, höchst signifikante Werte (BBT 1 und BBT 3-li, jeweils  $p = 0,022$ ).

Die Vergleiche der Gesamtergebnisse des Brief-BESTests zwischen den inaktiven Jugendlichen und Erwachsenen ergeben abermals höchst signifikante Werte ( $p = 0,000$ ). Bei der Betrachtung der Einzelergebnisse lassen sich nur noch zwei weitere interessante Ergebnisse im Vergleich zwischen den inaktiven Jugendlichen und Erwachsenen bei Test Nummer vier, der sowohl rechts als auch links getestet wurde, erkennen. Bei dieser Testung des Gleichgewichts mittels eines Kompensationsschritts nach einer Gleichgewichtsreaktion, kommt es sowohl bei der Messung des linken Beins ( $p = 0,015$ ), als auch bei der des rechten Beins ( $p = 0,042$ ), zu höchst signifikanten Werten und einem deutlich besseren Abschneiden der jugendlichen ProbandInnen (vgl. Tabelle 5).

Es ist zu vermerken, dass die jugendlichen ProbandInnen, trotz eines sehr jungen Durchschnittsalters von 16,3 Jahren, den erwachsenen ProbandInnen, sowohl in der Gruppe der inaktiven, als auch in der Gruppe der aktiven jugendlichen ProbandInnen, deutlich überlegen sind.

Vergleicht man die Ergebnisse der einzelnen Altersgruppen, wie in dem Kapitel der Messungen nach Aktivitätsniveau, (vgl. Kapitel 4.1.1) abermals mit den Studien von O'Hoski u.a. (2014) und Almeida u.a. (2017) kommt es hier ebenfalls zu interessanten Ergebnissen. Wie schon in dem vorangegangenen Kapitel beschrieben, testeten O'Hoski u.a. (2014) 79 gesunde ProbandInnen im Alter zwischen 50 und 89 Jahren. Bei der Betrachtung der relevanten Vergleichspunkte der kanadischen ProbandInnen zwischen 50 und 59 Jahren und zwischen 60 und 69 Jahren erzielten die erwachsenen ProbandInnen dieser Studie - wie oben schon beschrieben - deutlich schlechtere Ergebnisse als die Kanadier. Vergleicht man jedoch die Punkte der jugendlichen ProbandInnen aus Österreich mit denen der 50 bis 59- und 60- bis 69-jährigen Kanadier, so zeigen sich sehr verwunderliche Ergebnisse. Die jugendlichen ProbandInnen dieser Studie erreichen mit einem Median von 20 Punkten sowohl im Vergleich mit den 50 bis 59-jährigen, die durchschnittlich 22,7 Punkte erzielten, als auch im Vergleich mit den 60 bis 69-jährigen Kanadiern, welche ein durchschnittliches Ergebnis von 20,5 Punkten erzielten, ein schlechteres Ergebnis.

Bei Vergleichen mit der Studie von Almeida u.a. (2017) schneiden die österreichischen Jugendlichen im Vergleich mit der vergleichbaren Testgruppe der 60- bis 69-jährigen deutlich besser ab. Hier erzielten sie mit dem Median von 20 Punkten ein um 2,5 Punkte besseres Durchschnittsergebnis als die portugiesischen ProbandInnen.

Gründe für das, doch sehr schlechte Abschneiden der jugendlichen ProbandInnen im Vergleich mit den deutlich älteren kanadischen ProbandInnen, können ebenfalls wie schon im vorangegangenen Kapitel durch die größere Anzahl der getesteten ProbandInnen und auf die geographischen Faktoren zurückgeführt werden. Nichtsdestotrotz ist dieses schlechte Abschneiden der Jugendlichen sehr überraschend und wäre ein sehr interessantes Thema für folgende Studien.

In Hinblick auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie erzielten die jugendlichen ProbandInnen dennoch ein deutlich besseres Ergebnis als die Gruppe der erwachsenen ProbandInnen. Die deutlich besseren Werte der jugendlichen ProbandInnen, sowohl im Gesamtergebnis, als auch bei den Einzeltests lassen vermuten, dass Erwachsene insbesondere bei unilateralen Aktivitäten, sowie bei den Stabilitätslimitationen, Probleme mit dem Gleichgewicht und den koordinativen Anforderungen der Tests haben, die in jüngeren Jahren noch nicht auftreten bzw. besser ausgeglichen werden können. Diese Ergebnisse lassen ebenso vermuten, dass Erwachsene zwischen dem 55. und 65. Lebensjahr insgesamt eine schlechtere Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit

aufweisen, als Jugendliche zwischen 14 und 19 Jahren (Era u. a., 2006; Roth & Roth, 2009, S. 202) Speziell die beschriebenen Kompensationsschritte bei Einzeltest 4 sind besonders für ältere Personen, aber auch für jüngere, für die Verhinderung von Stürzen relevant. Sie bilden einen besonders wichtigen Teil der Reaktionsfähigkeit. Nur wenn es Personen schaffen, sich schnell auf neue Situationen einzustellen und auf externe Reize zu reagieren, können sie ihre aufrechte Körperstellung bewahren und sich selbst vor Unfällen schützen (Diemer & Sutor, 2007, S. 89f).

Wie auch schon im vorangegangenen Kapitel beschrieben, ist ein präventives Training zur Verbesserung von Gleichgewicht, Koordination und der Sensomotorik schon vor dem 65. Lebensjahr anzuraten. Ebenso scheint es auch für Jugendliche, durch das schwache Abschneiden im internationalen Vergleich mit den ProbandInnen aus Kanada als sehr wichtig, diese - wie ebenfalls schon beschrieben - zu mehr körperlicher Aktivität zu motivieren und hierbei besonders auf altersentsprechende Bewegungsangebote zu setzen, um die Motivation noch zusätzlich zu steigern.

## **4.2 Limitationen**

Einige Limitationen der dargelegten Studie müssen von den Verfassern hier eingeräumt werden. Die größte Einschränkung dieser Studie ist die große Menge an Subjektivität, sowohl in der persönlichen Einschätzung der ProbandInnen bei der Beantwortung der Fragen des GPAQ, als auch in der Punktevergabe im Brief-BESTest durch die Verfasser der Studie. Da die ProbandInnen aus dem direkten Bekanntenkreis der beiden Verfasser stammen, sind die ungefähren Aktivitätsraten bekannt und es zeigte sich, dass diese bei der Beantwortung des Online Fragebogens von den ProbandInnen teils sehr großzügig erhöht oder auch zu gering eingeschätzt wurden. In einem speziellen Fall waren die Angaben über die Aktivität dermaßen falsch eingeschätzt, dass diese sogar die maximale Wochenstundenanzahl überstiegen. Hierbei wurden die angegebenen Daten unter Nachfrage noch nachträglich überarbeitet. In der Studie von Cleland u.a. (2014) zeigte sich, dass der GPAQ grundsätzlich ein sehr valides Instrument ist, um Aktivität einzelner messbar zu machen, aber auch, dass die persönliche Über- bzw. Unterschätzung der ProbandInnen ein häufiges Problem darstellt. Striktere Kriterien für die Beantwortung des Online Fragebogens oder die Aufzeichnung der Aktivität mittels technischer Hilfsmittel hätten möglicherweise zu stärkeren Bias führen können bzw. den zeitlichen Rahmen der Studie überstiegen und schlussendlich die Validität der Testresultate negativ beeinflusst. Auf dieselbe Weise könnte sich eine direkte und persönliche Befragung der ProbandInnen,

trotz des Vorteils bei möglichen Diskrepanzen oder Vermutungen der Fehleinschätzung sofort nachgehen zu können, negativ auf die resultierenden Studienergebnisse auswirken.

Um einen möglichen Bias sowohl bei der Testanleitung, als auch der Punktevergabe des Brief-BESTest zu vermeiden, wurden die ProbandInnen während der Absolvierung nur von einem der beiden Verfasser betreut. Hier war es vor allem wichtig, auf die korrekte Übungsausführung und auf mögliche Ausweichbewegungen zu achten. Vor allem bei der Absolvierung des Functional Reach Tests konnten die Probanden durch eine Protraktion der Schulter mit gleichzeitiger Elevation der Scapula die Testergebnisse zu ihren Gunsten verbessern.

Weiterführende Überlegungen ließen die Verfasser auch zum Schluss kommen, dass einige der Einzeltests des Brief-BESTests für die ProbandInnen zu einfach waren. Besonders hervorzuheben ist diesbezüglich der Timed-up and Go Test. Hier erzielten alle 40 teilnehmenden ProbandInnen die maximale Punktezahl. Die gestellte Aufgabe, eine Gehstrecke von insgesamt sechs Metern aus sitzender Position in elf Sekunden zurückzulegen, um die maximale Punkteanzahl von drei Punkten zu erreichen, war mit Leichtigkeit zu absolvieren und hatte durch die geringe Aussagekraft und den resultierenden Ceiling- Effekt keinen großen Wert für die erzielten Ergebnisse dieser Studie und sollte bei weiterführenden Studien überdacht werden.

Zusätzlich können die in dieser Studie erhobenen Ergebnisse durch die geringe Anzahl von 40 ProbandInnen schwer auf eine größere Bevölkerungsgruppe umgelegt werden, da sie sowohl von der Menge an teilnehmenden ProbandInnen als auch im Altersumfang nur eine sehr kleine Gruppe der Bevölkerung widerspiegelt. Auch aufgrund des geographischen Aspekts ist es schwierig, die erhobenen Ergebnisse für ganz Österreich anzuwenden, da die vorliegende Studie nur in Wien und Niederösterreich durchgeführt und nur ProbandInnen aus diesen beiden Bundesländern getestet wurden. Eine Studie des Bundesministeriums für Gesundheit, der Gesundheit Österreich GmbH und der Fonds Gesundes Österreich (Titze u. a., 2010) beschreibt ein deutliches Ost-West Gefälle des Aktivitätsausmaßes der Österreicher und Österreicherinnen. Demnach sind Männer und Frauen aus den westlichen Bundesländern Österreichs deutlich aktiver, als die Bewohner der östlichen Bundesländer. Diese Differenzen des Aktivitätsausmaßes können laut den Verfassern durch „umweltliche, soziale, kulturelle und verhältnisbezogene Faktoren“ erklärt werden. Nichtsdestotrotz gibt die dargelegte Studie genauere Daten über den Aktivitäts- bzw. Inaktivitätsstand der Österreicher und zeigt die Möglichkeit - besonders bei

der Gruppe der inaktiven Erwachsenen - an präventiver Arbeit in den Bereichen Koordination, Balance und Sturzrisiko in den untersuchten Altersgruppen auf.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick (FG/BÖ)**

Im folgenden Kapitel werden kurz die Ergebnisse der Studie zusammengefasst und deren Relevanz für die Physiotherapie dargestellt. Des Weiteren wird ein Ausblick auf mögliche weitere Forschungen zum Thema Aktivität und ihre Auswirkungen auf die körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik gegeben.

(FG)

### **5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse (BÖ)**

Da es viele Studien zum Vergleich der posturalen Kontrolle, der Koordination und des Gleichgewichts bei Erwachsenen (Almeida u. a., 2017; Granacher u. a., 2011; Muehlbauer u. a., 2015; O'Hoski u. a., 2014), aber noch keine Vergleiche zwischen Erwachsenen und Jugendlichen gibt, ist diese Studie die erste ihrer Art. Auch hinsichtlich des Vergleichs von Aktivitätsniveaus ist sie bisher einzigartig. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Auswirkungen von körperlicher Aktivität bzw. Inaktivität auf die körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik im Hinblick auf das Sturzrisiko an einer jugendlichen ProbandInnengruppe zwischen 14 und 19 Jahren und einer erwachsenen ProbandInnengruppe zwischen dem 54. und 65. Lebensjahr zu untersuchen. Für jede untersuchte Altersgruppe wurden insgesamt 20 gesunde ProbandInnen rekrutiert und gruppenintern jeweils in eine aktive und eine inaktive ProbandInnengruppe aufgeteilt.

Für die Erhebung der Daten absolvierten die ProbandInnen beider Altersgruppen den GPAQ der WHO zur Evaluierung des aktuellen Aktivitätsstandes und den Brief-BESTest, um Gleichgewicht, Koordination und Sensorik quantifizierbar zu machen. Die Gesamtergebnisse als auch die Einzelergebnisse des Brief-BESTests der beiden Gruppen wurden jeweils unter der Berücksichtigung des Aktivitätsniveaus und des Alters separat evaluiert, untersucht und miteinander verglichen.

Bei der Auswertung der im Brief-BESTests erhobenen Daten zeigte sich, dass die Gruppe der jugendlichen ProbandInnen, sowohl beim Vergleich der Gesamtergebnisse, als auch der Einzelergebnisse, den erwachsenen ProbandInnen deutlich überlegen war. Unter der Berücksichtigung des Aktivitätsniveaus schlossen sowohl die inaktiven, als auch die aktiven jugendlichen ProbandInnen, den Brief-BESTest mit einer höheren erreichten Punktzahl, als die beste Gruppe der Erwachsenen ab.

Innerhalb der Altersgruppen zeigte sich nach der Datenauswertung der Ergebnisse der erwachsenen ProbandInnen ein erwartetes Bild. Die aktiven Erwachsenen erzielten signifikant bessere Ergebnisse als die Gruppe der inaktiven erwachsenen ProbandInnen. Bei der Gruppe der Jugendlichen bestätigten sich die Erwartungen der Verfasser jedoch nicht. Demnach erreichte die Gruppe der aktiven und die der inaktiven Jugendlichen mit jeweils 20 Punkten den selben Median nach der Auswertung der Testergebnisse.

Bei Vergleichen mit internationalen Studien aus Kanada und Portugal - welche ebenfalls ihre ProbandInnen mittels des Brief-BESTests testeten - erzielten vor allem die erwachsenen ProbandInnen dieser Studie, unter der Berücksichtigung beider Aktivitätsgruppen und auch der Gesamtergebnisse, deutlich schlechtere Punktwerte als die ProbandInnen der kanadischen und portugiesischen Studien. Bei Vergleichen der Brief-BESTest Ergebnisse der jugendlichen ProbandInnen dieser Studie mit den ProbandInnen aus Portugal und Kanada, kommt es ebenfalls zu unerwarteten Outcomes. Während die Jugendlichen im Vergleich mit den Testergebnissen der portugiesischen ProbandInnen noch höhere Werte erreichen, erzielten sie bei den Vergleichen mit den kanadischen Erwachsenen, sowohl mit der aktiven, als auch der inaktiven Gruppe, deutlich schlechtere Werte.

Diese überraschenden Ergebnisse sind für die Autoren auf die geringe ProbandInnengröße, den nicht beachteten Aktivitätsstand der ProbandInnen der Vergleichsstudien und geographische Unterschiede innerhalb der getesteten Länder zurückzuführen.

## **5.2 Relevanz der Ergebnisse für die Physiotherapie (BÖ)**

Für die Physiotherapie kann abgeleitet werden, dass die Verbesserung der koordinativen, sensorischen, sensomotorischen und Gleichgewichtsfähigkeiten bei Erwachsenen, aber auch schon in jungen Jahren, gefördert werden sollte, um das Sturz- bzw. Verletzungsrisiko beider Altersgruppen insgesamt, und besonders im höheren Alter, zu reduzieren. Die Empfehlung der WHO ab dem 65. Lebensjahr ein Trainingsprogramm zur Steigerung der Koordination und des Gleichgewichts durchzuführen („Factsheet Physical Activity“, 2017), ist eine gute präventive Maßnahme für ältere Personen. Im Falle der in dieser Studie getesteten ProbandInnen wäre es jedoch eine gute Überlegung solche Trainingsprogramme beispielsweise schon ab dem 50. Lebensjahr durchzuführen, besonders wenn die Personen wenig physische Aktivität in den Alltag integrieren. Dabei

können ganz unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen (Barnett, 2003; Chen u. a., 2016; Krug u. a., 2013; Perrin u. a., 1999; Titze u. a., 2010). Zusätzlich kann je nach Einsatzort ein multifaktorieller oder monofaktorieller als Therapie- oder Trainingsansatz (Jansenberger, 2011, S. 45ff) gewählt werden. Nichtsdestotrotz können bzw. sollten auch schon in jüngeren Jahren präventive Maßnahmen zur Förderung und Verbesserung der allgemeinen Aktivität forciert werden und hierbei auf altersentsprechende Angebote zu setzen um die Motivation an der Bewegung nochmals zu steigern.

### **5.3 Ausblick auf zukünftige Studien (FG)**

Diese Studie gibt wichtige Hinweise zu den Auswirkungen von physischer Inaktivität auf die im Alltag essentiellen körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht, Koordination und Sensorik bzw. Sensomotorik und legt einen Grundstein für weitere Forschungen in diese Richtung. Einige Ideen für weitere Forschungsrichtungen werden im Folgenden ausgeführt.

Eine der Limitationen dieser Studie ist die geringe Anzahl an ProbandInnen, die eine Generalisierung der Ergebnisse erschwert. Daher wäre es von großem Interesse, einen Vergleich von Aktivität und den körperlichen Fähigkeiten Gleichgewicht und Koordination mit einer deutlich höheren Zahl an TeilnehmerInnen durchzuführen. Zusätzlich würde eine solche Studie Aufschluss darüber geben, ob die hier erzielten signifikanten Ergebnisse bei der Testung von größerem Ausmaß wiederholt werden können oder ob sogar zusätzliche Ergebnisse hinzukommen.

Für eine weitere Generalisierung für Österreich wäre neben einer größeren Anzahl an ProbandInnen auch die Wahl von TeilnehmerInnen aus östlichen und westlichen Teilen des Landes zu rekrutieren, um den in den Limitationen erwähnten Einfluss des Ost-West-Gefälles im Ausmaß der Aktivität zu minimieren (Titze u. a., 2010).

Des Weiteren fehlt es dieser Studie an objektiven Messergebnissen. Diese könnten im Bereich der Evaluierung des Aktivitätsniveaus mit dem Einsatz von technischen Hilfsmitteln, wie beispielsweise einem tragbaren Akzelerometer, erreicht und so die individuelle Über- bzw. Unterschätzung der ProbandInnen in künftigen Studien umgangen werden (Cleland u. a., 2014). Damit würde man bei einer entsprechenden Anzahl an ProbandInnen auch ein besseres Bild der tatsächlichen Aktivität der Bevölkerung erhalten.

Für die objektive Messung der körperlichen Fähigkeiten gibt es verschiedene Instrumente, von denen in dieser Studie auch einige exemplarische genannt werden (Raschner u. a., 2008; Turbanski & Schmidtbleicher, 2008). Da nicht alle Aspekte der

Gleichgewichtsfähigkeit und der Koordination damit evaluiert werden können, wäre anzuraten, diese Form der Objektivität bei künftigen Studien als Ergänzung statt als Ersatz von subjektiven Tests, wie z.B. dem hier verwendeten Brief-Balance Test einzusetzen. Eine Methode, um die Auswertung der erhaltenen Ergebnisse zusätzlich zu verbessern, wäre der Einsatz von Video-Aufnahmen, die auch schon beim BESTest und Mini-BESTest verwendet wurden und eine gute Validität und Reliabilität erkennen ließen (Dewar u. a., 2017).

An den aufgezeigten international unterschiedlichen Ergebnissen des Brief-BESTest (Almeida u. a., 2017; O'Hoski u. a., 2014) zeigt sich auch, dass für den Einsatz dieser Testmethode im therapeutischen Alltag weitere Studien gesunder Personen in unterschiedlichen Staaten notwendig sind, um normative Werte zu erhalten, vor allem, da dafür das Aktivitätsniveau meist unbeachtet bleibt, was nach den Erkenntnissen dieser Studie zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen könnte. Auch die Testung von gesunden Kindern und Jugendlichen mit dem Brief-BESTest wäre sinnvoll, um einerseits Normwerte für diese Altersgruppe zu erhalten und andererseits eine möglicherweise notwendige, altersgemäße Anpassung der Testdurchführung zu ermitteln.

Stürze im Alltag und ihre resultierenden Verletzungen werden zwar größtenteils mit älteren Personen assoziiert, im Rahmen dieser Studie wird jedoch erkannt, dass auch Erwachsene zwischen 54 und 65 Jahren davon betroffen sein können. Nach den Ergebnissen dieser Studie kann sich Inaktivität gerade in dieser Altersgruppe negativ auf die zur Vermeidung eines Sturzes notwendigen körperlichen Fähigkeiten auswirken. Daher wären weitere Untersuchungen mit Personen interessant, die Stürze und Verletzungen hatten, um herauszufinden, ob ihr Aktivitätsniveau ein möglicher Grund dafür gewesen sein könnte. Daraus würde sich auch eine bessere Verbindung zwischen dem Ausmaß an physischer Aktivität einer Person mit einem möglichen Sturzrisiko ziehen lassen, als es in dieser Studie geschieht, da hier nur gesunde ProbandInnen ohne Verletzungen ausgewählt werden.

## VII Literaturverzeichnis

- Alahmari, K., Marchetti, G., Sparto, P., Furman, J., & Whitney, S. (2014). Estimating postural control with the balance rehabilitation unit: measurement consistency, accuracy, validity, and comparison with dynamic posturography. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(1), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.09.011>
- Almeida, S., Marques, A., & Santos, J. (2017). Normative values of the Balance Evaluation System Test (BESTest), Mini-BESTest, Brief-BESTest, Timed Up and Go Test and Usual Gait Speed in healthy older Portuguese people. *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, (33), 106–116.
- Barnett, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 32(4), 407–414. <https://doi.org/10.1093/ageing/32.4.407>
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., Williams, J., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, 83 Suppl 2, S7-11.
- Bertram, A., & Laube, W. (2008). *Sensomotorische Koordination: Gleichgewichtstraining auf dem Kreisel* (1. Auflage). Stuttgart: Thieme.
- BESTest Web Portal. (2017, Juni 15). Abgerufen 15. Juni 2017, von <http://www.bestest.us/ind/BESTest/index/Task1.html>
- Bisi, M. C., & Stagni, R. (2016). Development of gait motor control: what happens after a sudden increase in height during adolescence? *BioMedical Engineering OnLine*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0159-0>
- Cavill, N., Kahlmeier, S., Racioppi, F., Ebrary, I., & World Health Organisation. (2006). *Physical activity and health in Europe evidence for action*. World Health Organisation, Regional Office for Europe.
- Chang, J., Morton, S., Rubenstein, L., Mojica, W., & Maglione, M. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*, 328(7441), 680–0. <https://doi.org/10.1136/bmj.328.7441.680>
- Chen, S., Zhang, Y., Wang, Y., & Liu, X. (2016). Traditional Chinese Mind and Body Exercises for Promoting Balance Ability of Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/7137362>

Cleland, C., Hunter, R., Kee, F., Cupples, M., Sallis, J., & Tully, M. (2014). Validity of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) in assessing levels and change in moderate-vigorous physical activity and sedentary behaviour. *BMC Public Health*, *14*(1), 1255. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1255>

Compendium of Physical Activities. (2017, Jänner 6). Abgerufen 28. Jänner 2018, von <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/home>

Crandall, M., Duncan, T., Mallat, A., Greene, W., Violano, P., Christmas, A., & Barraco, R. (2016). Prevention of fall-related injuries in the elderly: An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, *81*(1), 196–206. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001025>

Dewar, R., Claus, A., Tucker, K., Ware, R., & Johnston, L. (2017). Reproducibility of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) and the Mini-BESTest in school-aged children. *Gait & Posture*, *55*, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.010>

Diemer, F., & Sutor, V. (2007). *Praxis der medizinischen Trainingstherapie: 115 Tabellen*. Stuttgart: Thieme.

Duncan, R., Leddy, A., Canaugh, J., Dibble, L., Ellis, T., Ford, M., ... Earhart, M. (2013). Comparative utility of the BESTest, mini-BESTest, and brief-BESTest for predicting falls in individuals with Parkinson disease: A cohort study. *Physical Therapy*, *(93)*, 542–550. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120302>

Eisfeld, K. (2007). Stagnation als Ausdruck veränderter Regression im Alter. In P. Hirtz & Forschungszirkel „N.A.Bernstein“ (Hrsg.), *Phänomene der motorischen Entwicklung des Menschen* (S. 140–143). Schorndorf: Hofmann.

Emery, C., Cassidy, J., Klassen, T., Rosychuk, R., & Rowe, B. (2005). Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, *172*(6), 749–754. <https://doi.org/10.1503/cmaj.1040805>

Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M., & Aromaa, A. (2006). Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*, *52*(4), 204–213. <https://doi.org/10.1159/000093652>

European Commission. (2006). *Eurobarometer - Health and food* (S. 166). Brüssel: European Commission. Abgerufen von [https://ec.europa.eu/health/ph\\_publication/eb\\_food\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_publication/eb_food_en.pdf)

- Factsheet Physical Activity. (2017, Juni 29). Abgerufen von <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>
- Fit Sport Austria. (2017, Juni 23). Abgerufen 23. Juni 2017, von <https://www.fitsportaustria.at/main.asp?VID=1&kat1=94&kat2=666>
- Fong, S. S. M., Guo, X., Cheng, Y. T. Y., Liu, K. P. Y., Tsang, W. W. N., Yam, T. T. T., ... Macfarlane, D. J. (2016). A Novel Balance Training Program for Children With Developmental Coordination Disorder. *Medicine*, 95(16). <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003492>
- Franchignoni, F., Horak, F., Godi, M., Nardone, A., & Giordano, A. (2010). Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(4), 323–331. <https://doi.org/10.2340/16501977-0537>
- Fröhner, G. (2009). Somatische Entwicklung. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann, & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 115–130). Schorndorf: Hofmann.
- Gesünder abnehmen. (2018, Jänner 28). Abgerufen 28. Jänner 2018, von <http://gesuender-abnehmen.com/abnehmen/kalorienverbrauch.html>
- Gillespie, L., Robertson, M., Gillespie, W., Lamb, S., Gates, S., Cumming, R., & Rowe, B. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. In The Cochrane Collaboration (Hrsg.), *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub2>
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Kressig, R., & Zahner, L. (2011). An Intergenerational Approach in the Promotion of Balance and Strength for Fall Prevention – A Mini-Review. *Gerontology*, 57(4), 304–315. <https://doi.org/10.1159/000320250>
- Hirtz, P. (2007). Dynamik, Stagnation und Regression zwischen 15 und 23 Jahren. In P. Hirtz & Forschungszirkel „N.A.Bernstein“ (Hrsg.), *Phänomene der motorischen Entwicklung des Menschen* (S. 133–137). Schorndorf: Hofmann.
- Hirtz, P., & Eisfeld, K. (2007). Regressive Entwicklungen im Alter. In P. Hirtz & Forschungszirkel „N.A.Bernstein“ (Hrsg.), *Phänomene der motorischen Entwicklung des Menschen* (S. 137–140). Schorndorf: Hofmann.
- Horak, F., Wrisley, D., & Frank, J. (2009). The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy*, 89(5), 484–498. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080071>

- Huang, M., & Pang, M. (2017). Psychometric properties of Brief-Balance Evaluation Systems Test (Brief-BESTest) in evaluating balance performance in individuals with chronic stroke. *Brain and Behavior*, 7(3). <https://doi.org/10.1002/brb3.649>
- Jansenberger, H. (2011). *Sturzprävention in Therapie und Training*. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag.
- Jasper, B. (2012). *Brainfitness: Denken und Bewegen; Funktionen des Gehirns; viele Übungen und Spielbeispiele* (3., überarb. Aufl). Aachen: Meyer & Meyer.
- Klein, D., Laube, W., Schomacher, J., & Voelker, B. (2005). *Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre*. (A. Hüter-Becker & M. Dölken, Hrsg.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A., & Wirz, M. (2006). *Assessments in der Neurorehabilitation*. (S. Schädler, Hrsg.) (1. Aufl). Bern: Huber.
- Krug, S., Jordan, S., Mensink, G., M?ters, S., Finger, J., & Lampert, T. (2013). Körperliche Aktivität: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56(5-6), 765-771. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1661-6>
- Kyu, H., Bachman, V., Alexander, L., Mumford, J., Afshin, A., Estep, K., ... Forouzanfar, M. (2016). Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*, i3857. <https://doi.org/10.1136/bmj.i3857>
- Laeremans, M., Dons, E., Avila-Palencia, I., Carrasco-Turigas, G., Orjuela, J., Anaya, E., ... Int Panis, L. (2017). Physical activity and sedentary behaviour in daily life: A comparative analysis of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) and the SenseWear armband. *PLOS ONE*, 12(5), e0177765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177765>
- Laube, W., & Anders, C. (2009). *Sensomotorisches System: physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten ; 28 Tabellen* (1. Aufl). Stuttgart: Thieme.
- Mader, F., Riedl, B., & Weißgerber, H. (2014). *Allgemeinmedizin und Praxis: Anleitung in Diagnostik, Therapie und Betreuung; Facharztprüfung Allgemeinmedizin* (7., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage). Berlin Heidelberg: Springer.
- Meinel, K., & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11., überarb. und erw. Aufl). Aachen: Meyer & Meyer.

Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1671–1692. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0390-z>

NÖ Tut gut! (2017, Juni 23). Abgerufen 23. Juni 2017, von <https://www.noetutgut.at/>

Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs. (2018, Jänner 28). Abgerufen 28. Jänner 2018, von <https://www.gesundheit.gv.at/leben/bewegung/koerpergewicht/abnehmen>

O'Hoski, S., Winship, B., Herridge, L., Agha, T., Brooks, D., Beauchamp, M., & Sibley, K. (2014). Increasing the clinical utility of the BESTest, mini-BESTest, and brief-BESTest: normative values in Canadian adults who are healthy and aged 50 years or older. *Physical Therapy*, 94(3), 334–342. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130104>

Padgett, P., Jacobs, J., & Kasser, S. (2012). Is the BESTest at its best? A suggested brief version based on interrater reliability, validity, internal consistency, and theoretical construct. *Physical Therapy*, 92(9), 1197–1207. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120056>

Perrin, P., Gauchard, G., Perrot, C., & Jeandel, C. (1999). Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *British Journal of Sports Medicine*, 33(2), 121–126.

Raschner, C., Lember, S., Platzer, H.-P., Patterson, C., Hilden, T., & Lutz, M. (2008). S3-Check - Evaluierung und Normwertenerhebung eines Tests zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit und Körperstabilität. *Sportverletzung · Sportschaden*, 22(2), 100–105. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027239>

Rommelfanger, J. (2016, August 26). Moderate Bewegung senkt zwar das Krankheitsrisiko deutlich - die WHO-Empfehlungen reichen aber bei Weitem nicht aus [Online-Plattform]. Abgerufen 28. Jänner 2018, von [https://deutsch.medscape.com/artikelansicht/4905212#vp\\_1](https://deutsch.medscape.com/artikelansicht/4905212#vp_1)

Roth, K., & Roth, C. (2009). Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann, & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 197–225). Schorndorf: Hofmann.

Senioren-Fit. (2017, Juni 23). Abgerufen 23. Juni 2017, von <https://www.askoe.at/de/fit-gesundheitssport/gesundheitstraining/articlearchivshow-senioren-fit>

Stemper, T. (2013). Was ist MET? Energieverbrauch vergleichbar machen. *Fitness & Gesundheit*, (1), 82–83.

Suppé, B., Grillo, T., & Spirgi-Gantert, I. (2014). *FBL Klein-Vogelbach functional kinetics: die Grundlagen* (7., vollständig überarbeitete Auflage). Berlin Heidelberg: Springer.

- Tägliche Turnstunde. (2017, Juni 23). Abgerufen 23. Juni 2017, von <http://www.turnstunde.at/>
- Titze, S., Ring-Dimitriou, S., Schober, P., Halbwachs, C., Samitz, G., Miko, H., ... Arbeitsgruppe Körperliche Aktivität/Bewegung/Sport der Österreichischen Gesellschaft für Public Health. (2010). *Österreichische Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung* (S. 44). Wien: Bundesministerium für Gesundheit, Gesundheit Österreich GmbH, Geschäftsbereich Fonds Gesundes Österreich (Hrsg.).
- Turbanski, S., & Schmidtbleicher, D. (2008). Gleichgewicht – eine koordinative Fähigkeit? *manuelletherapie*, 12(4), 147–152. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027746>
- Waltersbacher, A. (2017). *Heilmittelbericht 2017. Ergotherapie, Sprachtherapie, Physiotherapie, Podologie* (S. 45). Berlin: Wissenschaftliches Institut der AOK (WiDO). Abgerufen von [https://www.wido.de/fileadmin/wido/downloads/pdf\\_heil\\_hilfsmittel/wido\\_hei\\_hmb17\\_aktualisiert\\_e\\_fassung\\_1217.pdf](https://www.wido.de/fileadmin/wido/downloads/pdf_heil_hilfsmittel/wido_hei_hmb17_aktualisiert_e_fassung_1217.pdf)
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training: leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16., durchges. Aufl). Balingen: Spitta.
- WHO. (2015a, Jänner 22). Prevalence of insufficient physical activity among adults. Data by country. Abgerufen 29. Jänner 2018, von <http://apps.who.int/gho/data/node.main.A893?lang=en>
- WHO. (2015b, Juni 2). Prevalence of insufficient physical activity among school going adolescents. Data by country. Abgerufen 29. Jänner 2018, von <http://apps.who.int/gho/data/view.main.2463ADO?lang=en>
- WHO. (2017, Mai 26). Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): Analysis Guide. Abgerufen von [http://www.who.int/chp/steps/resources/GPAQ\\_Analysis\\_Guide.pdf?ua=1](http://www.who.int/chp/steps/resources/GPAQ_Analysis_Guide.pdf?ua=1)
- Youkhana, S., Dean, C., Wolff, M., Sherrington, C., & Tiedemann, A. (2016). Yoga-based exercise improves balance and mobility in people aged 60 and over: a systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 45(1), 21–29. <https://doi.org/10.1093/ageing/afv175>
- Zemková, E., Jeleň, M., Kováčiková, Z., Miklovič, P., Svoboda, Z., & Janura, M. (2017). Balance Performance During Perturbed Standing Is Not Associated With Muscle Strength and Power in Young Adults. *Journal of Motor Behavior*, 49(5), 514–523. <https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1241751>
- Ziganek-Soehlke, F., & Dietrich, K. (2008). *StuBs - Sturzprophylaxe durch Bewegungsschulung: mehr Bewegungssicherheit im Alltag*. München: Pflaum.

## A Global Physical Activity Questionnaire (WHO)

Körperliche Aktivität			
<p>Ich werde Sie nun dazu befragen, wie viel Zeit Sie in einer gewöhnlichen Woche mit verschiedenen körperlichen Aktivitäten verbringen. Bitte beantworten Sie diese Fragen selbst dann, wenn Sie sich selbst nicht für eine körperlich aktive Person halten.</p> <p>Denken Sie zuerst über die Zeit nach, während der Sie arbeiten. Schliessen Sie dabei all die Aufgaben ein, die Sie erledigen müssen, wie bezahlte und unbezahlte Arbeit, studieren/lernen, Aufgaben im Haushalt, Arbeitssuche, und auch ernten, fischen oder jagen. <i>[weitere Beispiele einfügen falls nötig]</i> Wenn Sie die Fragen beantworten, denken Sie daran, dass "intensive körperliche Aktivitäten" diejenigen Aktivitäten sind, die grosse Anstrengung erfordern und daher Atmung und Puls stark zunehmen. "Moderate körperliche Aktivitäten" sind solche, die moderate Anstrengung erfordern und zu einer leichten Erhöhung der Atmung und des Pulses führen.</p>			
Frage	Antwort		Code
<b>Körperliche Aktivität bei der Arbeit</b>			
1	Beinhaltet Ihre Arbeit intensive körperliche Aktivität, bei der Atmung und Puls stark zunehmen, wie <i>[schwere Lasten tragen oder heben, graben oder Bauarbeiten]</i> mit einer Dauer von mindestens zehn Minuten? <i>[BEISPIELE EINFÜGEN] (BEISPIELKARTE ZEIGEN)</i>	Ja 1 Nein 2 Falls Nein, weiter mit P4	P1
2	An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche betätigen Sie sich bei der Arbeit körperlich intensiv?	Anzahl der Tage <input type="text"/>	P2
3	Wie viel Zeit verbringen Sie an einem gewöhnlichen Tag bei der Arbeit mit intensiver körperlicher Aktivität?	Stunden : Minuten <input type="text"/> : <input type="text"/> Std Min	P3 (a-b)
4	Beinhaltet Ihre Arbeit moderate körperliche Aktivität, bei der Atmung und Puls leicht zunehmen, wie flottes Gehen <i>[oder Tragen leichter Lasten]</i> mit einer Dauer von mindestens zehn Minuten? <i>[BEISPIELE EINFÜGEN] (BEISPIELKARTE ZEIGEN)</i>	Ja 1 Nein 2 Falls Nein, weiter mit P7	P4
5	An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche führen Sie bei der Arbeit moderate körperliche Aktivität aus?	Anzahl der Tage <input type="text"/>	P5
6	Wie viel Zeit verbringen Sie an einem gewöhnlichen Tag bei der Arbeit mit moderater körperlicher Aktivität?	Stunden : Minuten <input type="text"/> : <input type="text"/> Std Min	P6 (a-b)
<b>Fortbewegung von Ort zu Ort</b>			
<p>Die nächsten Fragen schliessen die körperliche Aktivität bei der Arbeit, die Sie bereits erwähnt haben, aus. Ich möchte Sie nun dazu befragen, wie Sie sich von Ort zu Ort fortbewegen, beispielsweise von zu Hause zur Arbeitsstelle, zum Einkaufen, zum Markt oder zur Kirche. <i>[weitere Beispiele einfügen falls nötig]</i></p>			
7	Gehen Sie zu Fuss oder fahren Sie mit dem Fahrrad, um von einem Ort zum anderen zu kommen, mit einer Dauer von mindestens zehn Minuten?	Ja 1 Nein 2 Falls Nein, weiter mit P10	P7
8	An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche gehen Sie zu Fuss oder fahren Sie mit dem Fahrrad, um von einem Ort zum anderen zu kommen, mit einer Dauer von mindestens zehn Minuten?	Anzahl der Tage <input type="text"/>	P8
9	Wie viel Zeit investieren Sie an einem gewöhnlichen Tag, um zu Fuss oder mit dem Fahrrad von einem Ort zum anderen zu kommen?	Stunden : Minuten <input type="text"/> : <input type="text"/> Std Min	P9 (a-b)
<b>Körperliche Aktivität in der Freizeit</b>			
<p>Die nächsten Fragen schliessen die körperliche Aktivität bei der Arbeit und zur Fortbewegung, die Sie bereits erwähnt haben, aus. Ich möchte Sie nun zu Ihrer körperlichen Aktivität und Ihrem Sport während der Freizeit befragen.</p>			
10	Betreiben Sie in der Freizeit intensive körperliche Aktivität oder Sport, bei dem Atmung und Puls stark zunehmen, wie <i>[laufen oder Fussball]</i> mit einer Dauer von mindestens zehn Minuten? <i>[BEISPIELE EINFÜGEN] (BEISPIELKARTE ZEIGEN)</i>	Ja 1 Nein 2 Falls Nein, weiter mit P13	P10
11	An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche betreiben Sie intensive körperliche Aktivität oder Sport in der Freizeit?	Anzahl der Tage <input type="text"/>	P11
12	Wie viel Zeit investieren Sie an einem gewöhnlichen Tag in der Freizeit in intensive körperliche Aktivität oder Sport?	Stunden : Minuten <input type="text"/> : <input type="text"/> Std Min	P12 (a-b)

Körperliche Aktivität in der Freizeit, Fortsetzung			
Frage	Antwort	Code	
13	Betreiben Sie in der Freizeit moderate körperliche Aktivität oder Sport, bei dem Atmung und Puls leicht zunehmen, wie flottes Gehen [ <i>Fahrrad fahren, Schwimmen, Volleyball</i> ] mit einer Dauer von mindestens zehn Minuten? <i>[BEISPIELE EINFÜGEN] (BEISPIELKARTE ZEIGEN)</i>	<p>Ja 1</p> <p>Nein 2 Falls Nein, weiter mit P16</p>	P13
14	An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche betreiben Sie moderate körperliche Aktivität oder Sport in der Freizeit?	Anzahl der Tage <input type="text"/>	P14
15	Wie viel Zeit investieren Sie an einem gewöhnlichen Tag in der Freizeit in moderate körperliche Aktivität oder Sport?	<p>Stunden : Minuten <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>Std Min</p>	P15 (a-b)
<b>Sitzen</b>			
Bei der nächsten Frage geht es um die Zeit, die Sie mit Sitzen oder Ruhen verbringen, bei der Arbeit, zu Hause, zur Fortbewegung oder mit Freunden, zum Beispiel [ <i>am Schreibtisch sitzen, mit Freunden zusammensitzen, Auto, Bus, Zug fahren, Karten spielen oder fernsehen</i> ]. Die Zeit, die Sie mit schlafen verbringen, sollte ausgeschlossen werden. <i>[BEISPIELE EINFÜGEN] (BEISPIELKARTE ZEIGEN)</i>			
16	Wie viel Zeit verbringen Sie an einem gewöhnlichen Tag mit Sitzen oder Ruhen?	<p>Stunden : Minuten <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>Std Min</p>	P16 (a-b)



## B Brief-BESTest

### Brief Balance Evaluation Systems Test

Patient/Subject: \_\_\_\_\_

Examiner: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Flat heel or shoes and socks off.

General Note: "instability" is defined as using more than an ankle strategy to maintain balance (eg, a hip strategy is used).

Section 1. Biomechanical Constraints			
Item 1: Hip/Trunk Lateral Strength "Rest fingertips in my hands while you lift your leg to the side and hold, keep trunk vertical. You will hold for 10 s." Count 10 s, watch for straight knee; if they use moderate force on your hands, score as "without keeping trunk vertical."	(3) Normal (10 s with trunk vertical) bilateral (2) Mild (10 s without trunk vertical) bilateral (1) Moderate (1 hip abducts with trunk vertical) (0) Severe (neither hip, 10 s and vertical or not vertical)--cannot abduct either hip 10 s, with or without trunk vertical		
Section II. Stability Limits			
Item 2: Functional Reach Forward "Stand normally; lift both arms straight in front of you; reach as far forward as you can with arms parallel to the ruler without lifting your heels." 2 attempts Observe that patient does not lift heels, rotate trunk, or protract scapula. Watch for vertical initial alignment. Record best reach.	(3) >32 cm (12.5 in) (2) 16.5–32 cm (6.5–12.5 in) (1) <16.5 cm (6.5 in) (0) No measurable lean (or must be caught)	Trial 1 (cm or in)	
		Trial 2 (cm or in)	
Section III. Transitions–Anticipatory Postural Adjustment			
Items 3 and 4: Stand on One Leg–Left and Right "Look ahead; hands must stay on hips; bend one leg behind you; stand on 1 leg as long as you can for up to 30 s. Do not let your lifted leg touch the other leg." Allow 2 attempts, record best attempt; record time up to 30 s (stop time if hands off hips or leg on floor or leg touches supporting leg).	(3) Normal (stable >20 s) (2) Trunk motion OR 10–20 s (1) Stand 2–10 s (0) Unable	Left Seconds	
		Right Seconds	
Section IV. Reactive Postural Response			
Items 5 and 6: Compensatory Stepping–Lateral, Left and Right "Stand with feet nearly together; lean into my hands; I will remove my hands; do whatever necessary to keep balance, trying to take 1 step." Note: Stand next to and behind participant. Place hand on greater trochanter and brace yourself to hold the person's weight shifted to supported leg.	(3) Recovers with 1 side/crossover step (2) Several steps to recover independently (1) Steps but needs assist to prevent fall (0) No step OR falls	Left Right	
Section V. Sensory Orientation			
Item 7: Stance With Eyes Closed, on Foam Surface "Stand on foam with your eyes closed, your hands on your hips, and your feet close but not touching. Start by looking straight ahead, and I will start timing when you close your eyes. Stay as stable as possible and try to keep your eyes closed for the entire time. The goal is 30 s." Two trials, if necessary. Patient must step off foam between trials.	(3) 30 s stable (2) 30 s unstable (1) <30 s (0) Unable	Trial 1 (s)	
		Trial 2 (s)	
Section VI. Stability in Gait			
Item 8: Timed "Up & Go" Test "When I say 'go,' stand up and walk quickly but safely to the tape, turn, and walk back and sit in chair." Start with back against chair, stop timing when buttocks hit the chair; chair should have arms to push from, if necessary. Imbalance might include trips or lateral/backward stumbles or crossovers.	(3) Fast, <11 s, good balance (2) Slow, >11 s, good balance (1) Fast, <11 s, imbalance (0) Slow, >11 s, imbalance	Time (s)	
<b>TOTAL:</b>			

## C Informationsschreiben für jugendliche ProbandInnen

Physiotherapie

/gesundheit



Liebe zukünftige Probandin, lieber zukünftiger Proband,

Im Zuge unserer Bachelorarbeit befassen wir uns mit der Veränderung des Gleichgewichtssinns und der Koordinativen Fähigkeiten in Bezug auf das Alter und den Aktivitätsstand.

Hierfür wird eine kurze Testung, die sowohl koordinative Fähigkeiten als auch den Gleichgewichtssinn untersucht, durchgeführt. Sie erfolgt **einmalig** in den Räumen der **Fachhochschule St. Pölten, in Räumlichkeiten in Wien oder an der BAFEP/BASOP St.Pölten** und wird pro ProbandIn **ca. 20 Minuten** in Anspruch nehmen. Für die Absolvierung dieses Tests sind keine besonderen Fähigkeiten oder eine hohe körperliche Leistungsfähigkeit notwendig.

Es werden **ProbandInnen zwischen 14 und 19 Jahren** sowie **zwischen 55 und 65 Jahren** gesucht.

Vor der Teilnahme an der Testung soll ein Fragebogen zur aktuellen Gesundheitssituation und dem körperlichen Aktivitätsstand beantwortet werden. Der zeitliche Aufwand für die Beantwortung des Fragebogens sollte **nicht länger als 10 Minuten** betragen.

**Wenn wir Dein Interesse geweckt haben, fülle bitte den Fragebogen unter:**

<https://www.umfrageonline.com/s/aktivGG> aus und gib uns am Ende der Umfrage Bescheid, zu welchen Terminen und an welchen Orten du an der Testung teilnehmen kannst.

Solltest Du das 18. Lebensjahr noch nicht abgeschlossen haben bitten wir Dich, deine Eltern die beiliegende Einverständniserklärung von deinen Eltern unterschrieben mitzubringen.

Gerne informieren wir dich nach der Testdurchführung auch über deine jeweiligen Ergebnisse.

Wir bedanken uns schon jetzt für Deine Mitarbeit und werden uns bei Dir wegen der endgültigen Terminvereinbarung melden.

Florentina Gareiß & Benedikt Öhner

## D Informationsschreiben für erwachsene ProbandInnen

Physiotherapie

/gesundheit



Liebe zukünftige Probandin, lieber zukünftiger Proband,

Im Zuge unserer Bachelorarbeit befassen wir uns mit der Veränderung des Gleichgewichtssinns und der koordinativen Fähigkeiten in Bezug auf das Alter und den Aktivitätsstand.

Hierfür wird eine kurze Testung, die sowohl koordinative Fähigkeiten als auch den Gleichgewichtssinn untersucht, durchgeführt. Sie erfolgt **einmalig** in den Räumen der **Fachhochschule St. Pölten, in Räumlichkeiten in Wien oder an der BAFEP/BASOP St.Pölten** und wird pro ProbandIn **ca. 20 Minuten** in Anspruch nehmen. Für die Absolvierung dieses Tests sind keine besonderen Fähigkeiten oder keine hohe körperliche Leistungsfähigkeit notwendig.

Es werden **ProbandInnen zwischen 14 und 19 Jahren** sowie **zwischen 55 und 65 Jahren** gesucht.

Vor der Teilnahme an der Testung soll ein Fragebogen zur aktuellen Gesundheitssituation und dem körperlichen Aktivitätsstand beantwortet werden. Der zeitliche Aufwand für die Beantwortung des Fragebogens sollte **nicht länger als 10 Minuten** betragen.

**Wenn wir Ihr Interesse geweckt haben, füllen Sie bitte den Fragebogen unter:**

<https://www.umfrageonline.com/s/aktivGG> aus und geben Sie uns am Ende der Umfrage Bescheid, zu welchen Terminen und an welchen Orten Sie an der Testung teilnehmen können.

Gerne informieren wir Sie nach der Testungsdurchführung auch über Ihre jeweiligen Ergebnisse.

Wir bedanken uns schon jetzt für Ihre Mitarbeit und melden uns zeitnah für eine endgültige Terminvereinbarung.

Florentina Gareiß & Benedikt Öhner

## E Online-Umfrage

### Aktivität und Gleichgewicht

#### Seite 1

Liebe Probandin bzw. lieber Proband,

Wir bedanken uns herzlich für Ihre Mitarbeit bei unserer Bachelorstudie, die sich mit dem Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Gleichgewichtsfähigkeit beschäftigt.

Die folgende Umfrage soll uns einerseits die Möglichkeit geben, zu überprüfen, ob medizinische Umstände vorliegen, die Ihre Gleichgewichtsfähigkeit beeinflussen könnten (z.B. kürzlich verheilte Knochenbrüche, etc.) und unsere Studienergebnisse dadurch verfälschen würden. Andererseits wollen wir hiermit gleich im Vorhinein Ihr typisches Aktivitätsausmaß in Erfahrung bringen, da wir für unsere Studie Personen mit verschiedenen Aktivitätsniveaus benötigen.

Zuletzt wird nach Ihrem Namen, Alter und Kontaktdetails gefragt. Diese benötigen wir, um Sie für eine Terminvereinbarung kontaktieren zu können und werden vertraulich behandelt.

Mit freundlichen Grüßen,  
Florentina Gareiß und Benedikt Öhner

#### Seite 2

Zuerst kommen wir zu den Fragen zu Ihrem allgemeinen Gesundheitszustand.

**Haben Sie systemische Erkrankungen, die Ihr Gleichgewicht negativ beeinflussen? Diese sind z.B. Rheuma, Osteogenesis imperfecta oder andere Erkrankungen, die Muskeln, Nerven oder Knochen schädigen. \***

- ja  
 nein

**Erlitten sie kürzlich (innerhalb der letzten 6 Monate) schwere Verletzungen? Z.B. Knochenbrüche, Bänderrisse, Muskelfaserrisse oder Verletzungen der Nerven. \***

- ja  
 nein

**Hatten Sie kürzlich (innerhalb der letzten 6 Monate) größere Operationen Ihres Bewegungsapparats (z.B. Meniskusoperation, Kreuzbandoperation)? \***

- ja  
 nein

**Haben Sie Prothesen (Hüftgelenk, Kniegelenk)? \***

- ja  
 nein

**Benötigen Sie Orthesen oder andere Hilfsmittel zum Gehen oder Stehen? \***

Nicht inkludiert sind orthopädische Schuheinlagen, solange Sie auch ohne diese Einlage zumindest kurze Zeit schmerzfrei und sicher stehen und gehen können.

- ja  
 nein

**Hatten Sie in den letzten 6 Monaten überraschende Wachstumsschübe von mehr als 3 cm? \***

- ja  
 nein

**Haben Sie neurologische Erkrankungen, die den Gleichgewichtssinn negativ beeinflussen? Diese sind z.B. Multiple Sklerose, Morbus Parkinson, Polyneuropathie. \***

- ja  
 nein

**Leiden Sie unter wiederkehrenden Schwindel- oder Ohnmachtsanfällen? \***

- ja  
 nein

**Haben oder leiden Sie unter einer diagnostizierten Beeinträchtigung des Seh- oder Hörorgans, DIE IHRE Gleichgewichtsfähigkeit (z.B. durch Schwindel) BEEINFLUSST? \***

- ja  
 nein

**Leiden Sie unter einer kognitiven Einschränkung? Darunter fallen z.B. Morbus Alzheimer oder Demenz. \***

- ja  
 nein

**Sind Sie schwanger? \***

- ja  
 nein

### Seite 3

Kommen wir nun zu den Fragen zu Ihrem Aktivitätsausmaß. Diese betreffen die Zeit, die Sie gewöhnlich mit verschiedenen körperlichen Aktivitäten verbringen. Da wir verschiedene Aktivitätsniveaus für unsere Studie benötigen, freuen wir uns über ehrliche Angaben.

Zuerst denken Sie bitte an eine gewöhnlich Woche und an alle Aufgaben und Tätigkeiten, die sie während einer solchen zu erledigen haben, z.B. bezahlte und unbezahlte Arbeit, Studieren/Lernen, Aufgaben im Haushalt, sportliche Aktivitäten oder Wege, die zurückgelegt werden müssen.

Intensive körperliche Aktivitäten sind solche, die große Anstrengungen erfordern, weshalb Atmung und Puls stark zunehmen (z.B. beim Laufen oder beim Tragen schwerer Gegenstände).

Moderate körperliche Aktivitäten führen hingegen nur zu einer leichten Erhöhung von Atmung und Puls (z.B. bei flotterem Gehen oder beim Fahrradfahren).

Die ersten 6 Fragen betreffen die körperliche Aktivität bei der Arbeit oder während der Ausbildung. Nicht inkludiert sind Wege zu oder von der Arbeits-/Ausbildungsstätte.

**Schwere Gegenstände tragen ... ,Turnunterricht ... oder Stiegen steigen**



**1. Beinhaltet Ihre Arbeit/Ausbildung intensive körperliche Aktivität mit einer Dauer von mindestens 10 Minuten?**

\*

Bei "NEIN" bitte mit Frage 4 fortfahren.

ja

nein

**2. An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche betätigen Sie sich bei der Arbeit/Ausbildung körperlich intensiv?**

Bitte wählen... ▼

**3. Wie viel Zeit verbringen Sie durchschnittlich an einem gewöhnlichen Tag mit intensiver körperlicher Aktivität? Angabe in Stunden und Minuten.**

**4. Beinhaltet Ihre Arbeit/Ausbildung moderate körperliche Aktivität mit einer Dauer von mindestens 10 Minuten?**

\*

Bei "NEIN" bitte mit Frage 7 fortfahren.

ja

nein

**5. An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche führen Sie moderate körperliche Aktivität aus?**

Bitte wählen... ▼

**6. Wie viel Zeit verbringen Sie durchschnittlich an einem gewöhnlichen Tag mit moderater körperlicher Aktivität?**

**Angabe in Stunden und Minuten.**

Die Fragen 7-9 beziehen sich nun auf die Fortbewegung von Ort zu Ort, nicht nur den Weg zur Arbeits-/Ausbildungsstätte, sondern auch zum Einkaufen, zu Freunden, etc.

**Gehend zur Arbeit oder in die Schule...**



**7. Gehen Sie zu Fuß oder fahren Sie mit dem Fahrrad, um von einem Ort zum anderen zu kommen, mit der Dauer von mindestens 10 Minuten? \***

Bei "NEIN" bitte mit Frage 10 fortfahren.

- ja
- nein

**8. An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche gehen Sie zu Fuß oder fahren Sie mit dem Fahrrad, um von einem Ort zum anderen zu kommen (mit mindestens 10 Minuten Dauer)?**

Bitte wählen... ▼

**9. Wie viel Zeit investieren Sie an einem gewöhnlichen Tag, um zu Fuß oder mit dem Fahrrad von einem Ort zum anderen zu kommen?  
Angabe in Stunden und Minuten.**

In den Fragen 10-15 wird nach Ihrer körperlichen Aktivität in der Freizeit gefragt.  
Nicht inkludiert sind Aktivitäten, die Sie bereits zu Arbeit/Ausbildung gerechnet haben.

**Körperlich intensive und ... moderate Aktivität in der Freizeit**



**10. Betreiben Sie in der Freizeit intensive körperliche Aktivität oder körperlich intensive Sportarten mit einer Dauer von mindestens 10 Minuten? \***

Bei "NEIN" bitte mit Frage 13 fortfahren.

- ja
- nein

**11. An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche betreiben Sie intensive körperliche Aktivität/Sport in der Freizeit?**

Bitte wählen... ▼

**12. Wie viel Zeit investieren Sie an einem gewöhnlichen Tag in intensive körperliche Aktivität/Sportarten? Angabe in Stunden und Minuten.**

**13. Betreiben Sie in der Freizeit moderate körperliche Aktivität oder körperlich moderat anstrengende Sportarten mit einer Dauer von mindestens 10 Minuten? \***

Bei "NEIN" bitte mit Frage 16 fortfahren.

- ja
- nein

**14. An wie vielen Tagen in einer gewöhnlichen Woche betreiben Sie moderate körperliche Aktivität/Sportarten in der Freizeit?**

Bitte wählen... ▼

**15. Wie viel Zeit investieren Sie an einem gewöhnlichen Tag in der Freizeit in moderate körperliche Aktivität/Sportarten?**

**Angabe in Stunden und Minuten.**

Die letzte Frage betrifft nun die Zeit, die Sie mit sitzenden und ruhenden Tätigkeiten verbringen (z.B. am Schreibtisch oder mit Freunden zusammen sitzen, mit dem Auto/Bus/Zug fahren, fernsehen).



**16. Wie viel Zeit verbringen Sie an einem gewöhnlichen Tag mit Sitzen oder Ruhen? \***

#### **Seite 4**

Wir möchten Sie im folgenden nun bitten uns Ihren Namen und Kontaktdaten mitzuteilen.

Danach finden Sie einige Termine, zu denen die Testungen durchgeführt werden können. Um eine sinnvolle Einteilung aller ProbandInnen zu ermöglichen, würden wir Sie bitten, alle Ihnen zeitlich mögliche Termine anzugeben. Da wir die Testungen an verschiedenen Orten durchführen, können Sie gerne auch auswählen, welcher Ort für Sie der geeignetste ist und nur in diesen Feldern Angaben tätigen. Wir kontaktieren Sie sobald wie möglich, um den endgültigen Termin mit Ihnen zu vereinbaren.

Zur Erinnerung, die Testung erfordert von Ihnen weder eine besondere körperliche Leistung noch außergewöhnliche Gleichgewichtsfähigkeiten, die über einen Einbeinstand auf ebenem Boden hinausgehen und werden pro Proband/in max. 20-30 Minuten in Anspruch nehmen.

**Ihre Daten: \***

Vor- und Nachname

Telefonnummer

E-Mailadresse

Alter

**Möchten Sie von uns über Ihre Ergebnisse, betreffend Aktivitätsniveau und Gleichgewichtsfähigkeit, nach Abschluss der Testungen informiert werden? \***

ja

nein

**Die Testungen in der FH finden an folgenden Tagen und zu folgenden Uhrzeiten statt:**

25.11.2017 von 11 Uhr bis 18 Uhr

27.11.2017 von 12:10 bis 18 Uhr

1.12.2017 von 14:40 bis 18 Uhr

4.12.2017 von 12:10 bis 18 Uhr

6.12.2017 von 12:10 bis 18 Uhr

13.12.2017 von 15:30 bis 18 Uhr

**Wann ist es Ihnen möglich zu kommen?**

**Wenn keiner dieser Termine Ihnen möglich ist, bitte nennen Sie uns Zeiten, die Ihnen möglich wären, damit wir doch noch einen geeigneten Termin finden können.**

**Sie zählen zu unseren in Wien rekrutierten ProbandInnen? Dann nennen Sie uns bitte Zeiten, zu denen Sie zwischen dem 27.11. und 10.12.2017 Zeit für eine Testung hätten, damit wir die Testungen möglichst gut koordinieren können.**

**Sie möchten an einer Testung in der BAFEP/BASOP St.Pölten teilnehmen? Bitte teilen Sie uns mit, wann sie zwischen dem 27.11. und 10.12.2017 Zeit hätten, damit wir die Termine koordinieren und mit der Schulleitung absprechen können.**

**Nochmals vielen Dank für Ihre Teilnahme! Wir freuen uns darauf, Sie bei der Testung zu sehen.**



## F Tabellen zur Analyse nach Aktivitätsniveau

**Tabelle 6:** Vergleichswerte der Gesamtanzahl der aktiven und inaktiven ProbandInnen, unabhängig von der Altersgruppe

Ausgewertete Tests	Signifikanz (p-Wert)	Aktive (Median, Min/Max)	Inaktive (Median, Min/Max)
<b>Gesamtergebnis</b>	0,125	20, 15/23	18, 12/21
<b>BBT 1</b>	0,147	2, 1/3	1, 1/3
<b>BBT 2</b>	0,281	3, 2/3	3, 1/3
<b>BBT 3-li</b>	0,216	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 3-re</b>	0,943	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 4-li</b>	0,202	3, 2/3	2, 0/3
<b>BBT 4-re</b>	0,394	3, 1/3	2,5, 0/3
<b>BBT 5</b>	0,965	2, 1/3	2, 2/3
<b>BBT 6</b>	1,0	3, 3/3	3, 3/3

**Tabelle 7:** Vergleichswerte der aktiven und inaktiven jugendlichen ProbandInnen

Ausgewertete Tests	Signifikanz (p-Wert)	Aktive Jgdl (Median, Min/Max)	Inaktive Jgdl (Median, Min/Max)
<b>Gesamtergebnis</b>	0,383	20, 19/23	20, 18/21
<b>BBT 1</b>	0,091	2, 1/3	1,5, 1/3
<b>BBT 2</b>	0,542	3, 2/3	3, 2/3
<b>BBT 3-li</b>	0,075	3, 2/3	2, 2/3
<b>BBT 3-re</b>	0,648	2, 2/3	2, 2/3
<b>BBT 4-li</b>	0,615	3, 2/3	3, 2/3
<b>BBT 4-re</b>	1,0	3, 2/3	3, 2/3
<b>BBT 5</b>	0,317	2, 2/2	2, 2/3
<b>BBT 6</b>	1,0	3, 3/3	3, 3/3

**Tabelle 8:** Vergleichswerte der aktiven und inaktiven erwachsenen ProbandInnen

Ausgewertete Tests	Signifikanz (p-Wert)	Aktive Erw (Median, Min/Max)	Inaktive Erw (Median, Min/Max)
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>0,028</b>	18, 15/20	17, 12/19
<b>BBT 1</b>	0,861	1, 1/3	1, 1/2
<b>BBT 2</b>	0,306	3, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 3-li</b>	0,957	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 3-re</b>	0,584	2, 2/3	2, 1/3
<b>BBT 4-li</b>	0,109	2, 2/3	2, 0/3
<b>BBT 4-re</b>	0,225	2,5, 1/3	2, 0/3
<b>BBT 5</b>	0,582	2, 1/3	2, 2/3
<b>BBT 6</b>	1,0	3, 3/3	3, 3/3