

**Bachelorarbeit**

# **Ältere Menschen schützen sich mit Reaktionsschnelligkeit vor Stürzen**

**Das reaktive Gleichgewichtstraining bei Menschen über 60**

---

**Miriam Humbel, Clemenzweg 14, 5443 Niederrohrdorf, S09171497**

<b>Departement:</b>	<b>Gesundheit</b>
<b>Institut:</b>	<b>Institut für Physiotherapie</b>
<b>Studienjahrgang:</b>	<b>2009</b>
<b>Eingereicht am:</b>	<b>14. Mai 2012</b>
<b>Betreuende Lehrperson:</b>	<b>Daniela Pernici</b>



## Abstract

**Hintergrund:** Ein Drittel der über 65 Jährigen stürzen mindestens einmal pro Jahr. In den letzten Jahren wurde in mehreren Studien nachgewiesen, dass die unwillkürlichen Gleichgewichtsreaktionen, wie Schutzschritte, im Alter stark reduziert sind. Deshalb sollen Sturzpräventionsprogramme in Zukunft spezifisch die Gleichgewichtsreaktionen trainieren.

**Ziel:** Diese Arbeit hat das Ziel zu prüfen, ob das reaktive Training einen positiven Effekt auf das Gleichgewicht bei älteren Menschen (>60 jährig) hat und ob sich daraus ein Nutzen für die Sturzprävention ergibt.

**Methode:** Es wurde nach Studien gesucht, die Interventionsprogramme untersuchten, welche auf Perturbation (Störung) des Gleichgewichts basieren. Die Interventionen sollen an Menschen ab 60 Jahren getestet worden sein. Die Studien wurden anhand der PEDro-Skala beurteilt.

**Relevante Ergebnisse:** Zur Beurteilung wurden drei Studien ausgewählt. Alle drei Studien konnten statistisch signifikante Verbesserungen der Reaktionszeit feststellen. Eine Studie hat die Sturzanzahl untersucht und konnte einen Rückgang der Sturzrate feststellen. Dieser Rückgang war nicht statistisch signifikant.

**Schlussfolgerung:** Das reaktive Gleichgewichtstraining hat einen positiven Effekt auf die Gleichgewichtsreaktionen bei älteren Menschen über 60 Jahren. Zusätzliche Studien werden aber benötigt, um diese Resultate zu bestätigen.

**Keywords:** *Fall prevention, Elderly, Perturbation, Fall, Balance training, Perturbation based balance training*



## Inhaltsverzeichnis

Abstract .....	3
Inhaltsverzeichnis .....	5
1 Einleitung.....	7
1.1 Einführung in die Thematik .....	7
1.2 Ziel und Fragestellung .....	7
1.3 Relevanz der Sturzprävention .....	8
1.4 Definitionen.....	8
1.4.1 Stürze.....	8
1.4.2 Reaktionen.....	9
1.4.3 Reflex.....	9
1.4.4 Schnelligkeit.....	10
1.5 Methodik.....	10
2 Theoretischer Hintergrund.....	13
2.1 Risikoerkennung und -faktoren.....	13
2.2 Sturzprophylaxe/Sturzprävention.....	14
2.3 Altersbedingte Veränderungen .....	14
2.3.1 Das sensomotorische System im Alter .....	15
2.3.2 Das Nervensystem im Alter.....	15
2.3.3 Reaktionszeit und Schnelligkeit im Alter .....	18
2.3.4 Der Bewegungsapparat im Alter .....	19
2.3.5 Das Gleichgewicht im Alter .....	20
2.3.6 Der Gang im Alter .....	21
2.3.7 Krankheitsbedingte Veränderungen.....	22
3 Studienvorstellung .....	25
3.1 Ein auf Perturbation basierendes Gleichgewichtstraining für ältere Menschen .....	25
3.2 Gehtraining mit unerwarteter Perturbation auf einem zweispurigen Laufband .....	27
3.3 Neues individuell angepasstes und progressives Gruppengleichgewichtstraining.....	29
4 Diskussion .....	33
4.1 Übertragbarkeit.....	33

4.1.1	Studiendesign: .....	33
4.1.2	Verblindung:.....	33
4.1.3	Stichprobe:.....	34
4.2	Kontrollgruppe .....	35
4.3	Intervention.....	36
4.3.1	Dosierung:.....	36
4.3.2	Elemente:.....	36
4.3.3	Follow up:.....	37
4.4	Resultate .....	37
4.4.1	Reaktionszeit: .....	37
4.4.2	Gehgeschwindigkeit:.....	38
4.4.3	Andere Resultate: .....	39
4.4.4	Resultate anderer Studien: .....	39
4.5	Praxisbezug und Alltagsrelevanz.....	40
4.6	Limitationen des Studienvergleichs .....	41
5	Schlussfolgerung.....	43
5.1	Zukunftsaussichten.....	43
6	Glossar .....	45
7	Verzeichnisse .....	47
7.1	Literaturverzeichnis .....	47
7.2	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	51
7.3	Abkürzungsverzeichnis.....	52
8	Eigenständigkeitserklärung .....	53
9	Anhang.....	54
9.1	Beurteilung der Studien nach PEDro.....	54
9.2	Übersicht der einzelnen Studien.....	56
9.3	Übersicht der Ergebnisse .....	59

**Anmerkung:** Um die Lesbarkeit zu verbessern, wird in dieser Arbeit grundsätzlich die männliche Form verwendet. Die weibliche Form wird nur eingesetzt, wenn ausschliesslich alle Beteiligten Frauen sind.

# 1 Einleitung

## 1.1 Einführung in die Thematik

Die Weltbevölkerung wird immer älter. Gemäss der Weltgesundheitsorganisation [WHO] (2007) wächst die Anzahl der Personen über 60 Jahre weltweit stärker als irgendeine andere Altersgruppe. Laut den Vereinten Nationen ist der Anteil der über 60 Jährigen zwischen 1950 und 2000 von 8% auf 10% angestiegen. Im Jahr 2050 soll der Anteil bereits 22% betragen (United Nations, 2005, zitiert nach Granacher, Muehlbauer, Zahner, Gollhofer & Kressig, 2011). Pro Jahr erleiden 28-35% der über 65 Jährigen mindestens einen Sturz. Diese Zahl steigt auf 32-42% bei über 75 jährigen Personen und auf 56% bei 90-99 Jährigen (Tinetti, Speechley & Ginter, 1988; Downton & Andrews, 1991, zitiert nach Granacher et al., 2011). Die Anzahl Stürze steigt mit den altersbedingten biologischen Veränderungen exponentiell an. Deshalb gibt es einen erheblichen Anstieg der Sturzrate bei über 80 jährigen Personen (WHO, 2007).

Laut Kannus, Parkkari, Koskinen, et al. (1999, zitiert nach Granacher et al., 2011) müssen 20% aller Stürze medizinisch versorgt werden und 15% davon ziehen eine schwere Verletzung (Gelenkluxationen, Quetschungen, Prellungen) nach sich. Gemäss Tideiksaar (2008) kann die Immobilität durch wiederholte Stürze zu Komplikationen (Dekubitus, Pneumonie) und diese zu einem frühzeitigen Tod führen. Bei Menschen über 65 Jahren enden 40% der Stürze in einem verletzungsbedingten Tod. Dazu kommt, dass 1% aller Todesfälle Folge eines Sturzes sind (Lord, Sherrington, Menz & Close, 2007).

## 1.2 Ziel und Fragestellung

Sturzpräventionsprogramme bestehen aus verschiedenen Komponenten. Neue Faktoren sind die Schnellkraft und das Reaktionsverhalten (Granacher, 2003). Diese Arbeit hat das Ziel zu prüfen, ob das reaktive Training einen positiven Effekt auf das Gleichgewicht bei älteren Menschen (>60 jährig) hat und ob sich daraus ein Nutzen für die Sturzprävention ergibt.

Daraus entwickelte sich folgende Fragestellung:

„Welchen Effekt hat das reaktive Gleichgewichtstraining bei Menschen von 60 Jahren oder mehr in Bezug auf das Sturzrisiko?“

In dieser Arbeit werden ausschliesslich Interventionen eingeschlossen, die unwillkürliche Reaktionen trainieren sollen.

Koordinations-, Krafttraining und andere Interventionen zur Verbesserung der Reaktionsfähigkeit werden in dieser Arbeit nicht untersucht.

### **1.3 Relevanz der Sturzprävention**

Stürze haben vor allem bei alten Menschen ernsthafte Konsequenzen. Direkte Folgen sind Verletzungen oder der Tod. Erhöhte Pflegebedürftigkeit, eingeschränkte Selbständigkeit und beeinträchtigte Lebensqualität gehören zu den indirekten Folgen (Downton, 1995). Laut Lord et al. (2007) haben Personen, die einmal gestürzt sind, ein grösseres Risiko, dass sich der Sturz wiederholt. Freiberger (2008) verdeutlicht dies mit der Aussage, „dass 60-70% der Gestürzten in den nächsten zwölf Monaten einen weiteren Sturz erleiden“ werden (S. 433).

Stürze verursachen 70% der Kosten durch Verletzungen bei alten Menschen. Sie setzen sich zusammen aus Arztbesuchen, Hospitalisationen, Rehabilitationskosten, Medikamenten und anderen Komponenten (Lord et al., 2007).

Auch Freiberger (2008) betont, dass Prävention und Rehabilitation bei älteren Menschen immer wichtiger werden, damit ein Kollaps im Gesundheitssystem verhindert werden kann. „In der Schweiz verursachen die Stürze jährlich soziale Kosten von rund 3 Mrd. Franken. [...] Bei fast 300.000 Sturzunfällen pro Jahr muss die Gesellschaft (in der Schweiz) soziale Kosten von rund 7000 Franken pro Ereignis tragen.“ (Gründler, 2006, zitiert nach Zaganek-Soehlke, 2008, S.87)

### **1.4 Definitionen**

#### **1.4.1 Stürze**

Die WHO (2007) definiert einen Sturz als versehentliches oder unfreiwilliges zu Boden oder auf eine tiefere Ebene kommen. Ausgeschlossen werden absichtliche Positionswechsel, um auf einem Möbel oder anderem zu verweilen.

In Anlehnung an die WHO definiert Lord et al. (2007) einen Sturz ebenfalls als versehentliches zu Boden oder auf eine tiefere Ebene kommen. Gründe dafür können ein heftiger Schlag, ein Bewusstseinsverlust, eine plötzliche Lähmung bei einem Schlaganfall oder ein epileptischer Anfall sein.

Die Definition von Ziganek-Soehlke (2008) ist folgende:



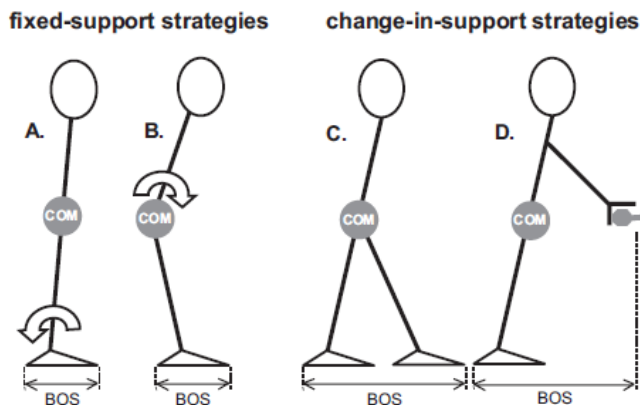
„Eine unfreiwillige und plötzliche Positionsänderung von einer höheren zu einer niedrigeren Position des Körpers, sei es aus dem Stehen, Sitzen oder Liegen, bezeichnet den Sturz.“ ( Ziganek-Soehlke, 2008, S.27)

Für Tideiksaar (2008) ist ein Sturz jedes Ereignis, bei dem Menschen versehentlich oder absichtlich zu Boden oder auf eine andere tiefere Ebene fallen und liegen bleiben.

### 1.4.2 Reaktionen

Die Reaktion ist die erste motorische Handlung oder Antwort auf eine Entscheidung. Die Reaktionszeit hängt unter anderem von der Bewegungsgeschwindigkeit ab (Haas, 2008).

Gleichgewichtsreaktionen halten den Körperschwerpunkt über der Unterstützungsfläche [USF]. Dazu wird die USF verändert (Schrittschritt) oder Gegengewichte eingesetzt (Extremitäten). Beides erfolgt oft in Kombination. Es ist aber auch möglich allein durch Muskelaktivität den Körper zu stabilisieren. Dann verändert sich der Druck innerhalb der USF, zum Beispiel beim Stehen unter der Fusssohle (Suppé, 2007).



**Abbildung 1: Gleichgewichtsreaktionen (Maki & McIlroy, 2006, S.ii13)**

BOS=USF; COM=Körperschwerpunkt  
 Fixed-support strategies: ohne Veränderung der USF, mit Druckveränderung  
 A. Fussstrategie  
 B. Hüftstrategie  
 Change-in-support strategies: Veränderung der USF  
 C. Schrittreaktion  
 D. Greifreaktion

### 1.4.3 Reflex

Reflexe sind unwillkürliche, stets gleich verlaufende Reaktionen/Antworten eines Organs auf einen bestimmten Reiz. „Ein Reflex wird immer über das zentrale Nervensystem vermittelt.“ (Trepel, 2012, S. 95)

Gemäss Laube (2008) ist die Reflexaktivität ein sensomotorischer Bestandteil. Schmidt, Thews und Lang (2000, zitiert nach Granacher, 2003) beschreiben den Reflex als funktionellen Baustein der Rückenmarksmotorik. Mit der Rückenmarksmotorik können einfache Haltungs- und Bewegungsmuster durchgeführt werden.

Granacher (2003) unterscheidet den monosynaptischen und polysynaptischen Reflex nach Latash (1998). Der monosynaptische Reflex hat eine kürzere Latenzzeit (Zeit die der Muskel braucht, um auf einen Reiz reflektorisch zu kontrahieren), weil nur eine Synapse beteiligt ist (30-50ms). Beim polysynaptischen Reflex werden die Impulse über mehrere Synapsen verschaltet, deshalb ist die Latenzzeit länger (70-90ms). Für die Aufrechterhaltung des Körpers sowie für die Stellung der Extremitäten im Raum spielt der Dehnungsreflex eines Muskels als monosynaptischer Reflex eine wichtige Rolle.

#### **1.4.4 Schnelligkeit**

„Schnelligkeit ist die Fähigkeit, Reaktionen, Entscheidungen und Bewegungen in schnellstmöglicher Zeit auszuführen.“(Haas, 2008, S. 419)

Die Schnelligkeit setzt sich aus der geistigen Leistungsfähigkeit, der Koordination, Kraft (vor allem Explosiv- und Schnellkraft) und Beweglichkeit zusammen.

Die Reaktionsschnelligkeit ist die Fähigkeit, auf einen akustischen, visuellen oder taktilen Reiz zu reagieren. Die Reaktionsschnelligkeit und Aktionsschnelligkeit kommen bei azyklischen Bewegungsformen zum Tragen. Im Sport gehören dazu Sprünge und Würfe und im Alltag das Abfangen von einem drohenden Sturz. Die Frequenzschnelligkeit wird bei zyklischen Bewegungen, wie Radfahren oder Gehen gebraucht. Diese drei Formen der Schnelligkeit gehören zur motorischen Schnelligkeit (Haas, 2008).

### **1.5 Methodik**

Für die Literatursuche wurden die Datenbanken CINAHL, Medline via OvidSP, PEDro und Pubmed verwendet. Hinzugezogen wurden ausserdem Fachbücher und Fachzeitschriften, welche über die Datenbank NEBIS gefunden wurden. Die Suche wurde im November und Dezember 2011 durchgeführt und im Februar 2012 wiederholt.

Um die entsprechende Literatur zu finden, wurden folgende Keywords verwendet: *Fall prevention, Elderly, Perturbation, Fall, Balance training, Perturbation based balance training*. Die Keywords wurden in verschiedenen Kombinationen mit *AND* verbunden.

Die Studien mussten folgende Kriterien erfüllen:

- In den letzten 10 Jahren veröffentlicht
- In Deutsch oder Englisch publiziert
- Bevorzugt RCT Studien
- Probanden 60 Jahre alt oder älter
- Probanden ohne Erkrankungen wie Stroke, Parkinson, Diabetes Mellitus, etc.
- Probanden ohne pathologische Gleichgewichtsstörungen oder Schwindel
- Interventionsprogramm auf Basis von Gleichgewichtsstörungen/Perturbation

In den Datenbanken wurden 9 Studien gefunden. Anhand der Abstracts wurde kontrolliert, ob die Studien die Kriterien erfüllen, andernfalls wurden sie aussortiert. 6 Studien wurden ausgeschlossen, weil die Probanden unter speziellen Erkrankungen litten, die Intervention nur einmalig durchgeführt wurde, vorerst nur das Studienprotokoll existierte oder nur das Abstract öffentlich zugänglich war.

Ausgewählt wurden die folgenden Studien :

„Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reactiony in older adults: a randomised controlled trial“ von Mansfield, A., Peters, A.L., Liu, B.A. & Maki, B.E. (2007)

„New intervention program for preventing falls among frail elderly people: The effects of perturbed walking exercise using a bilateral seperated treadmill“ von Shimada, H., Obuchi, S., Furuna, T. & Suzuki, T. (2004).

Durch das Studienprotokoll „A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized cotrolled cross-over trial“ und die wissenschaftliche Publikation „Balance perturbation system to improve balance compensatory responses during walking in old persons“ wurde die Autorin auf Itshak Melzer aufmerksam.

Die dritte verwendete Studie erhielt die Autorin durch EMail-Kontakt mit Itshak Melzer:

„Effects of new, individually adjusted, progressive balance group training for elderly people with fear of falling and tent to fall: a randomized controlled trial“ von Halvarsson, Olsson, Farén, Pettersson & Stråhle (2011).

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Risikoerkennung und -faktoren

Granacher et al. (2011) zeigt die Ursachen von Stürzen folgendermassen auf: Die Ursachen bestehen aus multifaktoriellen extrinsischen Faktoren (lose Teppiche, blockierte Wege, mangelhafte Geländer) und intrinsischen Faktoren (beeinträchtigte Körperkontrolle bei Single- oder besonders bei Multitask-Bedingungen, Defizite in der Maximalkraft und besonders in der Explosivkraft der unteren Extremitäten).

Ziganek-Soehlke (2008) unterscheidet auch zwischen internen und externen Störungen (entsprechend den intrinsischen und extrinsischen Faktoren). Bei einem Sturz ist oft eine Kombination von beiden Faktoren vorhanden. Interne Störungen betreffen den Menschen selbst und beinhalten physische und psychische Ursachen. Die Umgebung, die Wohnung und die Kleidung können externe Störungen verursachen.

Tideiksaar (2008) trägt die internen/intrinsischen und externen/extrinsischen Faktoren folgendermassen zusammen:

**Tabelle 1: Übersicht der Risikofaktoren**

Intrinsische Faktoren	Extrinsische Faktoren
- Alter >75	- Physikalische Bedingungen der Umwelt
- Frühere Stürze	- Design der Einrichtungsgegenstände (instabile Stühle mit Rollen)
- Altersbedingte Veränderungen (Geisteszustand, Benommenheit oder Schwindel, Schwäche, eingeschränkte Mobilkität)	- Beschaffenheit der Fussböden
- Krankheitsbedingte Zustände (dekompensierte Herzinsuffizienz, Schlaganfall)	- Kleidung
- Medikation	- Hilfsmittel (defekte Bremsen)

Wenn die internen Faktoren mit ungünstigen Umweltbedingungen zusammenkommen, ist das Sturzrisiko am grössten (Tideiksaar, 2008). Hinzu kommt, dass laut Halvarsson, Olsson, Farén, Pettersson & Strähle (2011) allein schon die Angst vor einem Sturz ein Sturzrisiko darstellt. Bei 21-85% der älteren Bevölkerung ist diese Angst vorhanden.

## 2.2 Sturzprophylaxe/Sturzprävention

Downton (1995) vertritt die Ansicht, dass es möglich ist, durch eine sorgfältige Beurteilung sturzgefährdeter Menschen und eine Korrektur der veränderbaren Faktoren, die Anzahl der zukünftigen Stürze zu verringern.

Nach Ziganek-Soehlke (2008) ist es die Aufgabe der Sturzprävention, zielgerichtete Bewegungsmöglichkeiten anzubieten, Stolperfallen zu reduzieren und die Bewegungsfreude und Lebenslust zu wecken. Dazu ist es wichtig, die Sturzvorgänge zu verstehen und Risikofaktoren zu erkennen.

Die Ziele der Sturzprävention sind:

- Verringerung der Anzahl Stürze
- Linderung der Folge von Stürzen
- Senken von sturzbedingten Kosten

Um diese Ziele zu erreichen, müssen die Patienten aufgeklärt und ihre Selbständigkeit gefördert werden. Dazu gehört ein umfassendes motorisches Training, denn „je fitter man fällt, um so eher ist man wieder auf den Beinen.“ (Ziganek-Soehlke, 2008, S.12)

Tideiksaar (2008) zählt zur Prävention das Konzipieren von Interventionen, welche beitragende Faktoren beseitigen, das Sturzrisiko minimieren und gleichzeitig die Mobilität älterer Menschen erhalten oder verbessern. Neben dem Training gehört auch eine sinnvolle Gestaltung der Umgebung, adäquate Gehhilfe und passiver Schutz durch das Tragen von Protektoren zur Sturzprävention (Laube & Bertram, 2008). Für Freiburger (2008) hat die Erhaltung der Selbständigkeit im Alter und eine möglichst hohe Lebensqualität die erste Priorität.

## 2.3 Altersbedingte Veränderungen

Nach Granacher et al. (2011) können kognitive Einschränkungen, visuelle, vestibuläre und propriozeptive Dysfunktionen und Muskelschwäche die posturale Kontrolle im Alter verändern.

In diesem Kapitel werden die Veränderungen im alternden Körper beschrieben. Ein spezielles Augenmerk wird auf das neuromuskuläre System in Bezug auf die Schnelligkeit, das Reflex- und Reaktionsverhalten gelegt.

### 2.3.1 Das sensomotorische System im Alter

Das sensomotorische System nimmt Informationen aus der Umwelt auf. Das zentrale Nervensystem verarbeitet diese und gibt sie für die Bewegungsausführung weiter. Das sensomotorische System umfasst die neurosensorische Reizaufnahme, die zentralnervösen Verarbeitungsprozesse und die dazugehörige neuromuskuläre Antwort (Granacher, 2003). Sensomotorischen Reaktionen dienen zur Sicherung und Aufrechterhaltung der Körperhaltung im Raum. In unerwarteten störungsbedingten Situationen werden diese Reaktionen durch die altersbedingten Veränderungen inadäquater und langsamer (Laube, 2008). Gemäss Ziganek-Soehlke (2008) kommt es durch altersbedingte, strukturelle Veränderungen im Nerv-Muskel-System zur Reflexmodulation. Deshalb nimmt auch die Maximal- und Schnellkraft im Alter ab.

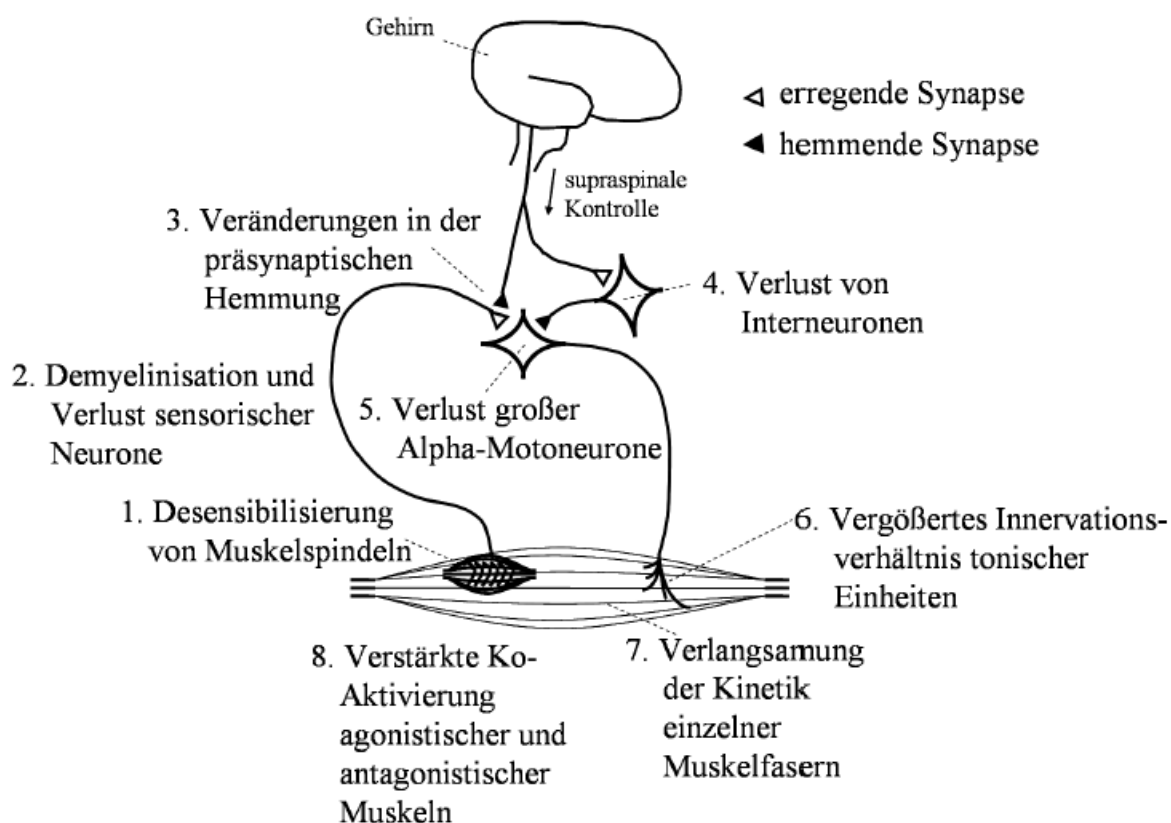


Abbildung 2: Altersbedingte Veränderungen des sensomotorischen Systems (Granacher et al., 2005, S.70)

### 2.3.2 Das Nervensystem im Alter

„Die wichtigsten Funktionen des Nervensystems stehen im Dienste der Wahrnehmung, der Integration des Wahrgenommenen, des Denkens und Fühlens, sowie der Auslösung angemessener Verhaltensweisen.“ (Trepel, 2012, S.1)

Nach Diez (2003, zitiert nach Granacher, 2003) kontrollieren das zentrale und periphere Nervensystem ständig die Bewegungen des Körpers. So wird die Präzision der Bewegungen gewährleistet.

### **2.3.2.1 Das zentrale Nervensystem [ZNS]**

Zum ZNS gehören laut Trepel (2012) das Gehirn und das Rückenmark. Sie sind strukturell und funktionell nicht voneinander zu trennen.

Engel (2008) unterscheidet strukturelle und neurochemische Veränderungen im Alter. Zu den strukturellen Veränderungen gehören unter anderem die Volumen- und Gewichtsabnahme des Gehirns durch die Abnahme von Vernetzungen, die verringerte Bildung von neuen Synapsen und der Untergang von Nervenzellen.

Ausserdem verändert sich die Durchblutung des ZNS.

Auf die strukturellen Veränderungen folgen neurochemische Veränderungen. Dazu gehören Störungen der Aktivität in den Synapsen, sei es durch die verminderte Konzentration von Botenstoffen oder durch Veränderungen der Nervenzellen (Engel, 2008).

Scheibel und Scheibel (1975, zitiert nach Granacher, 2003) spricht vom Absterben von sensorischen und motorischen Nervenzellen und der Rückbildung von interneuralen Verbindungen. Im Alter verschlechtert sich auf diese Weise die Informationsübertragung von den Schaltstellen zum Muskel. Gemäss Granacher (2003) sind vor allem unwillkürliche, das heisst reflexinduzierte Kontraktionen betroffen.

### **2.3.2.2 Das periphere Nervensystem [PNS]**

Trepel (2012) beschreibt das PNS als Rezeptions- und Ausführungsorgan des ZNS. Es leitet sensible Informationen aus der Peripherie zum ZNS und trägt motorische Impulse zum Erfolgsorgan in die Peripherie (Trepel, 2012).

Im höheren Alter lässt sich eine Abnahme der Nervenfasern im PNS nachweisen. Dazu kommt, dass die Axone atrophieren, ihr Durchmesser nimmt ab. Daraus folgt eine reduzierte Nervenleitgeschwindigkeit (Engel, 2008).

Bei älteren Menschen liegt häufig eine Funktionsstörung der peripheren Nerven vor, was darauf hindeutet, dass die Propriozeptoren bei vielen alten Menschen nicht mehr richtig funktionieren. Deshalb müssen sich alte Menschen mehr auf ihre Sehkraft als



auf ihre Eigenreflexe (über die peripheren Nervenbahnen) verlassen, um ihr Gleichgewicht zu halten. Im Vergleich zur Reaktion bei einem Eigenreflex dauert die Reaktion auf einen visuellen Eindruck wesentlich länger (100ms gegenüber 150ms) (Dowton, 1995).

### **2.3.2.3 Neuroplastizität**

Neuroplastizität ist die Möglichkeit des ZNS, sich funktionell anzupassen und sich neu zu organisieren (Carr & Shepherd, 2008)

Von Engel (2008) werden neue Erkenntnisse über die Fähigkeit neuraler Plastizität und Reorganisation bei älteren Menschen zusammengetragen. Die Fähigkeiten der Reorganisation des motorischen Kortex nehmen zwar im Alter ab, erfolgreiche motorische Lernprozesse bestehen jedoch weiterhin. Ausserdem zeigen sich deutliche plastische Prozesse und funktionelle Reorganisationen im Gehirn. Um dies zu ermöglichen spielen in den physiotherapeutischen Strategien die modernen Grundlagen des motorischen Lernens eine wichtige Rolle.

### **2.3.2.4 Motorisches Lernen**

Suppé (2007) teilt das motorische Lernen in zwei Teile: Das Lernen (=Verhaltensänderung) und die Motorik. Zur Motorik werden alle internen Vorgänge gezählt, die in irgendeiner Form an der Erzeugung von Bewegung beteiligt sind.

Das motorische Lernen ist „die erfahrungsabhängige und relativ überdauernde Veränderung der Kompetenz, in bestimmten Situationen durch ein bestimmtes Verhalten bestimmte Effekte zu erzielen.“ (S.118)

Es ist ein aktiver Prozess für Körper und Gehirn. Das motorische Lernen wird in drei Phasen eingeteilt:

- Kognitive Phase (Anfänger)
- Assoziative Phase
- Autonome oder automatische Phase (Experten)

Folgende Faktoren werden als lernbeeinflussend betrachtet:

- Zielbezug
- Feedback
- Mentales Üben
- Vorzeigen
- Motivation

- Umgebung
- Physisches Üben

Beim physischen Üben ist ein konsequentes Feedback, die Variabilität des Übens, die situationsbezogene Gleichwertigkeit und der Zielbezug erforderlich. Ausserdem sind Wiederholungen Voraussetzung für das Lernen (Suppé, 2007).

### 2.3.3 Reaktionszeit und Schnelligkeit im Alter

„Der beste Schutz vor einem Sturz ist die adäquate Reaktionsfähigkeit auf nicht vorhersehbare Unwegbarkeiten.“ (Zifanek-Soehlke, 2008, S.108)

Laut Granacher und Gollhofer (2005) und Haas (2008) ist das Reflexverhalten von einem funktionierenden neuronalen System und intakten neuromuskulären Strukturen abhängig. Die Desensibilisierung der Muskelspindeln, die Reduktion der afferenten und efferenten Leitungsgeschwindigkeit, die Abnahme der sensiblen Neurone, die Lichtung des Interneuronnetzes und der Muskelabbau beeinflussen das Reflexverhalten negativ (Granacher et al., 2005). Ist beim alten Menschen die Reflexaktivität beeinträchtigt, dann können die sensomotorischen Grundbausteine aus dem zentralen Bewegungsprogramm immer weniger genutzt werden. Betroffen ist vor allem die Steuerung der Halte- und Stellmotorik (Laube, 2008).

Wenn die Nervenleitungsgeschwindigkeit reduziert ist, ist die Zeit zwischen dem Reizeintritt und der ersten physiologischen Reizantwort verlängert. Deshalb erfolgt auf externe Störreize eine verlangsamte posturale Reaktion (Granacher et al., 2005). Die Haltungskorrektur durch das Kleinhirn ist durch die verminderte Reaktionszeit verlangsamt. So kann es zu einer Unter- oder Überkorrektur kommen, welche wiederum zu einem Gleichgewichtsverlust führen kann. Dazu kommt, dass bei älteren Menschen die synergetischen Muskelbewegungen zur Korrektur der Bewegung eher verzögert oder unvollständig sind. Deshalb wird eine Korrektur der schlecht ausbalancierten Bewegung erschwert (Downton,

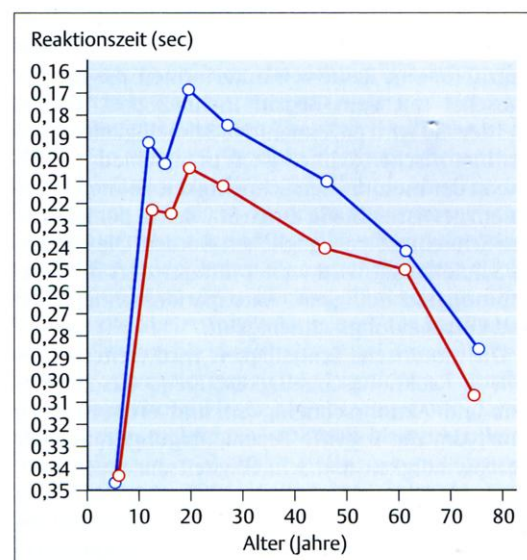


Abbildung 3: Reaktionszeit im Alter  
(Haas, 2008, S.420)

1995). Dies zeigte sich auch bei Hsiao-Weckser, Katdare, Matson, Liu, Lipsitz und Collins (2003), welche die Gleichgewichtsreaktionen bei älteren Menschen im Stand untersuchten. Ältere Menschen benötigten signifikant grössere Körperschwankungen, um das Gleichgewicht nach leichten Perturbationen (ohne Schutzschritt) aufrecht zu erhalten.

Laut Granacher et al. (2005) nimmt die Anzahl der grossen  $\alpha$ -Motoneurone ab. Diese sind für die Verlangsamung einzelner Muskelfasern verantwortlich, speziell für die tonischen fast-twitch Fasern (Typ 2 Fasern), welche schnell kontrahieren können. Daraus können negative Auswirkungen auf das Reaktionsverhalten folgen.

Laut Dorfman und Bosley (1979, zitiert nach Downton, 1995) steht fest, „dass die Reaktionszeit (abhängig von der Nervenübertragungsgeschwindigkeit) weniger vom Alter, als vom Mass der Übungen bestimmt wird.“(S.87)

Haas (2008) behauptet, dass sich Altersunterschiede in der Reaktionszeit durch Training nahezu ausschalten lassen. Durch regelmässiges Üben könne man die Reaktionsschnelligkeit bis ins 60. oder 70. Lebensalter erhalten.

#### **2.3.4 Der Bewegungsapparat im Alter**

Muskelatrophie, Kalkeinlagerungen in Sehnen und Bändern und auf Osteoporose zurückzuführende Veränderungen der Wirbelsäule beeinflussen den aktiven und passiven Bewegungsapparat älterer Menschen. Hinzu kommt, dass sich die Gelenksknorpel in den Knie- und Hüftgelenken abnutzen und dies die Stellungswechsel (z.B. Aufstehen und Absitzen) beeinträchtigen (Tideiksaar, 2008).

Laut Suppé (2007) sichert die Muskulatur das Gleichgewicht durch reaktive Bewegungen der Körperabschnitte.

Für Granacher et al. (2005) ist der Kraftverlust im Alter ein grosses Problem. Für sie hat die Schnellkraftfähigkeit den grössten Einfluss auf die Fähigkeit, Stürze zu vermeiden. Granacher et al. (2005) stellen die Maximalkraft in den Hintergrund und beschreiben, dass die Schnellkraft- und Reflexfähigkeit im Alter stärker zurückgehen als die Maximalkraft.

Da laut van den Berg (2008) im Gewebe weniger Wasser gebunden wird, nimmt die Mobilität und Elastizität des Gewebes ab. Ausserdem ist im Alter die Heilungs- und Regenerationsfähigkeit aufgrund geringerer Durchblutung und schlechterer Ernährung des Gewebes vermindert.

Tideiksaar (2008) beschreibt, dass sich die Körperhaltung immer mehr nach vorne beugt und die volle Streckung in der Hüfte und in den Knien eingeschränkt ist. Dadurch kann der Körperschwerpunkt verschoben werden und es für ältere Menschen schwieriger sein, die Stabilität zu halten und Gleichgewichtsverlagerungen auszugleichen.

Von der Bewegungseinschränkung und Schwäche sind auch die oberen Extremitäten betroffen. Dies kann den Körper daran hindern, das Gleichgewicht mit einer optimalen Hebelwirkung zu gewährleisten. Denn laut Suppé (2007) müssen die Arme bei der Gleichgewichtsreaktion als Gegengewicht benutzt werden.

### **2.3.5 Das Gleichgewicht im Alter**

Lord et al. (2007) bezeichnet das Gleichgewicht als die Fähigkeit, den Körperschwerpunkt innerhalb der Stabilitätsgrenze zu halten. Die Stabilitätsgrenze bezeichnet die Grenze, in welcher der Körper seine Position beibehalten kann, ohne die USF zu ändern.

Laut Tideiksaar (2008) sind das ZNS und der Bewegungsapparat ausschlaggebend, damit das Gleichgewicht gehalten werden kann. Hinzu kommt ein adäquates Sehvermögen, propriozeptives Feedback, der Eingang vestibulärer Informationen, ausreichende Muskelkraft und Gelenkbeweglichkeit.

Ziganek-Soehlke (2008) betrachtet das Gleichgewicht und dessen Training als Basis der Sturzprävention. Die Propriozeption, die als Voraussetzung für das Gleichgewicht gilt, läuft unbemerkt ab und kann geschult werden.

Ziganek-Soehlke (2008) teilt das Gleichgewicht in vier Arten ein:

- Das Standgleichgewicht (bei Bewegungen ohne Ortsveränderung)
- Das Balancegleichgewicht (bei allen Bewegungen mit Ortsveränderungen; dominierende Form im Alltag)
- Das Drehgleichgewicht (Wiederherstellung des Lots nach Drehbewegungen)
- Das Fluggleichgewicht (bei stützlosen Phasen)

Bei einem Sturz ist das Fluggleichgewicht entscheidend. Es sorgt dafür, dass das Gleichgewicht nach einer stützlosen Phase, ohne Halt oder Kontakt zu einem Gegenstand, wiederhergestellt werden kann. Ziganek-Soehlke (2008) betont, dass es sich lohnt, diese Gleichgewichtsart zu üben.

Im Alter verstärken sich posturale Reaktionen auf Störungen des Gleichgewichts, weil die Fähigkeiten des propriozeptiven Systems abnehmen. Dies zeigt sich auch bei Menschen, die stürzen. Sie haben stärkere posturale Reaktionen und Körperschwankungen als nichtstürzende ältere Menschen (Ziganek-Soehlke, 2008). Shimada et al. (2004) sind der Meinung, dass Störungen des dynamischen Gleichgewichts während des Gehens und Störungen des statischen Gleichgewichts beim Stehen nicht zwingend zusammenhängen. Deshalb soll spezifisch trainiert werden. Laut Mansfield et al. (2010) sind Gleichgewichtsreaktionen wie schnelle Schritte oder Greifen die einzige Abwehr gegen grosse Störungen des Gleichgewichts. Dies bestätigt Halvarsson et al. (2011) mit der Aussage, dass ein schneller Schritt von höchster Wichtigkeit ist.

### **2.3.6 Der Gang im Alter**

Laut Lord et al. (2007) geschehen 50-70% der Stürze während des Gehens. Downton (1995) sieht den Grund darin, dass sich der Körperschwerpunkt während Bewegungen stärker über die Standfläche hinaus bewegt als im Stehen. Halvarsson et al. (2011) vermutet, dass die Gehgeschwindigkeit beim Erhalten der Stabilität eine Rolle spielt. Ältere Menschen, welche schneller als 1m/s gehen, haben generell einen guten Funktionsstatus und einen guten Gesundheitszustand.

Um Gehen zu können ist eine Vielzahl neuronaler Mechanismen notwendig. Muskeln werden in einer bestimmten Abfolge aktiviert und zur Kontraktion gebracht. Das ZNS ist in der Lage, die Muskelaktivität kurzfristig an die aktuellen Gegebenheiten (z.B. Bodenbeschaffenheit) anzupassen. Das Zusammenspiel vom autonomen Rückenmark, den peripheren Reflexschleifen und den motorischen Hirnzentren macht ein harmonisches und ökonomisches Gangbild möglich (Diez, 2003/1992; Shumway-cook & Woollacott, 2001, zitiert nach Granacher, 2003).

Downton (1995) beschreibt, dass die Gangveränderungen bei alten Menschen in erster Linie die Stabilität bis zu einem gewissen Grad verbessern sollen. Die

Einschränkungen der Hüftrotation und Kniebeugung können aber dazu führen, dass der Fuss des Schwungbeines nicht genügend angehoben werden kann. Deshalb könnte die Stolperneigung bei alten Menschen erhöht sein.

Der Gang verändert sich im Alter folgendermassen: Die Schrittweite ist breiter, Hüftgelenksrotation und Knieflexion nehmen in der Schwungbeinphase ab und die Knöchelextension am Ende der Standbeinphase ist vermindert. Die Gehgeschwindigkeit nimmt ab und die Anzahl Schritte nimmt zu (Downton, 1995).

Für Tideiksaar (2008) ist beim Stolpern oder Ausrutschen entscheidend, ob Bewegungsmanöver eingeleitet und durchgeführt werden können, um einen Sturz zu verhindern. Lockhart, Spaulding und Park (2007) konnten zeigen, dass ältere Menschen mehr Schritte benötigen, um ihr Gleichgewicht auf einer rutschigen Oberfläche wiederherzustellen, als junge Menschen.

Pijnappels, Bobbert und van Dieën (2004) kommen zum Ergebnis, dass das erfolgreiche Auffangen nach dem Stolpern weitgehend durch die Abstossreaktion des Standbeines bestimmt ist. Bei der Abstossreaktion generieren junge Personen eine schnelle und starke Extension in der Hüfte und im Fussgelenk. Das abstossende Bein muss Kraft und Beschleunigung in die vertikale generieren und trotzdem eine Vorwärtsbewegung beibehalten.

Es wird angenommen, dass ältere Personen beim Abstossen des Standbeines beim Kontakt des Schwungbeinfusses mit einem Hindernis langsamer reagieren, weniger Kraft besitzen und ein schwächeres Impulsmoment haben.

Stürzende Personen zeigen eine Reduktion des Impulsmoments während des Abstossens und ein weniger präzises Platzieren des Schwungbeinfusses (Pijnappels et al., 2004).

Ursachen eines veränderten Gangbildes können zum Beispiel metabolische, neurologische, Herz-Kreislauf- oder Gefässprobleme sein. Systeme wie zum Beispiel der Sprechapparat, der regelmässig gebraucht wird, zeigen weniger altersbedingte Veränderungen als die Muskeln des Bewegungsapparats, was auf eine Atrophie durch Nichtgebrauch hinweist (Downton, 1995).

### **2.3.7 Krankheitsbedingte Veränderungen**

Tideiksaar (2008) legt dar, dass bei wiederholt stürzenden Menschen häufiger eine medizinische Multimorbidität vorliegt als bei Menschen ohne Stürze in der Vergangenheit.

Tideiksaar (2008) und Downton (1995) zählen folgende Krankheiten auf, die zu einem Sturz führen können:

Akute Erkrankungen:

„Etwa 10% der Stürze älterer Menschen werden auf akute Erkrankungen zurückgeführt.“ (Tideiksaar, 2008, S.49)

- Synkopen
- Hypertonie
- Herzrhythmusstörungen
- Elektrolytstörungen
- Epileptische Anfälle
- Apoplexie
- Fieberzustände
- Akutphase einer chronischen Erkrankung (z.B. dekompensierte Herzinsuffizienz)

Chronische Erkrankungen:

- Parkinson
- Zerebrale Arteriosklerose
- Periphere Neuropathie
- Myopathien
- Demenz/ Depression
- Diabetes mellitus
- Karotissyndrom





### 3 Studienvorstellung

Im Folgenden werden die Studien vorgestellt. Die Beurteilung der Studien nach der PEDro-Skala kann aus dem Anhang entnommen werden (S.54).

Die Studien haben eine Punktzahl zwischen 4 und 7 von maximal 10 Punkten erhalten. Die Kriterien 5, 6 (Verblindung von Teilnehmern und Therapeuten) und 9 (Intention-to-treat Methode) haben alle 3 Studien nicht erfüllt.

Wenn in dieser Arbeit von Signifikanz gesprochen wird, ist die statistische Signifikanz gemeint, sofern sie nicht anders definiert wird.

#### 3.1 Ein auf Perturbation basierendes Gleichgewichtstraining für ältere Menschen

*(Effect of a Perturbation-Based Balance Training Program on Compensatory Stepping and Grasping Reactions in Older Adults: A Randomised Controlled Trial)*

Mansfield, Peters, Liu & Maki (2010)

Design: eine randomisiert kontrollierte Studie (PEDro 6/10)

Das Ziel der Studie war, die Effektivität eines neuartigen Trainingsprogrammes, das auf unerwarteten Perturbationen (Störungen) basiert, auszuwerten. Dieses reaktive Gleichgewichtstraining wurde mit einer multidirektionalen Plattform durchgeführt. Mit unvorhersehbaren Bewegungen in eine von vier Richtungen (vorwärts, rückwärts, links, rechts) sollten Stell- und Schutzreaktionen (Schritt- und Greifbewegungen) hervorgerufen werden. Das Programm wurde in Übereinstimmung mit bereits bekannten Prinzipien des motorischen Lernens (siehe „Motorisches Lernen 2.3.2.4) entwickelt.

Es wurden vier Hypothesen aufgestellt. Sie entsprechen den vier Trainingszielen, welche sich verbessern sollten:

1. Die Frequenz von Mehrfachsritten
2. Die Frequenz von Extraschritten zur Seite während der Schrittreaktion durch Störungen von vorne und hinten
3. Die Frequenz von Fusskollisionen bei Schrittreaktionen auf Störungen von der Seite
4. Die Zeit, welche für die Greifreaktion benötigt wird

Die Teilnehmer wurden mittels Zeitungsanzeigen, Aushängen in Gemeinschaften und mündlicher Überlieferung rekrutiert.

An der Studie nahmen 30 in einer Gemeinschaft lebende ältere Personen zwischen 64-80 Jahren teil. Alle Teilnehmer hatten eine verminderte Gleichgewichtsfähigkeit, einen Sturz in den letzten fünf Jahren oder in kürzester Vergangenheit erlitten.

Freiwillige mit Krankheiten, welche alltägliche Aktivitäten, Sensorik oder Motorik beeinträchtigen (Schlaganfall, Diabetes) oder ein erhöhtes Verletzungsrisiko hatten (z.B. durch Osteoporose) konnten nicht teilnehmen. Personen, welche an kognitiven Einschränkungen litten oder Medikamente einnahmen, die zu Schwindel führen, wurden ausgeschlossen. Ausserdem schieden Personen aus, welche bereits ein- oder mehrmals wöchentlich ein begleitetes Übungsprogramm besuchen. Die Autoren teilten die Teilnehmer randomisiert der Interventionsgruppe (n=16) und der Kontrollgruppe (n=14) zu. In dieser Studie wurden die Basisdaten der Teilnehmer vor der Zuordnung bestimmt. Anhand dieser Daten bildete ein Computerprogramm zwei gleichwertige Gruppen.

Intervention:

Beide Gruppen hatten während sechs Wochen drei Mal pro Woche eine 30-minütige Trainingssitzung im Einzelunterricht. Während der Studienzeit wurde von allen Teilnehmern verlangt, andere Übungsprogramme zu unterlassen und ihre üblichen Aktivitäten nicht zu verändern. Die Kontrollgruppe erhielt ein Trainingsprogramm aus Übungen zur Entspannung und Beweglichkeitsförderung.

Das Interventionsprogramm war aus zwei Komponenten zusammengesetzt; aus Störungen der USF (Translationen der Plattform) und Störungen des Körperschwerpunktes (über Kabelzug am Becken).

Datenerhebung und -auswertung:

Die Teilnehmer wurden vor und nach der Intervention getestet. Damit die Teilnehmer der Interventionsgruppe keine Vorteile aus Vertrautheit zu dem Equipment hatten, wurden die Tests auf einer anderen Plattform durchgeführt. Getestet wurden drei Durchgänge:

1. Schritte ausgelöst durch Perturbation vor und zurück während des Stehens
2. Schritte ausgelöst durch Seitwärtsperturbation während des Gehens an Ort
3. Greifen ausgelöst durch Perturbation nach hinten während dem Stehen.

Der 1. und 3. Durchgang wurde mit einer zusätzlichen kognitiven Aufgabe durchgeführt, um ein bewusstes Warten auf die Perturbation zu vermeiden. Sieben Teilnehmer haben das Programm abgebrochen.

Resultate:

Die primären Messparameter prüften die vier Hypothesen. Es hat sich gezeigt, dass bei der Interventionsgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe die Frequenz der Mehrschritte während den Translationen der Plattform signifikant abgenommen hat ( $p=0,034$ ). Bei der Frequenz der Extraschritte zur Seite gab es keine signifikante Verbesserung. Die Interventionsgruppe zeigte eine signifikante Abnahme von Kollisionen zwischen dem Stand- und Schwungbein während der Translationen ( $p=0,0046$ ). Zudem konnte die Interventionsgruppe die Zeit für die Greifreaktion während Störungen über den Kabelzug signifikant verkürzen ( $p=0,004$ ).

### **3.2 Gehtraining mit unerwarteter Perturbation auf einem zweispurigen Laufband**

*(New intervention program for preventing falls among frail elderly people: The effects of perturbed walking exercise using a bilateral seperated treadmill)*

Shimada, Obuchi, Furuna & Suzuki (2004)

Design: Die Autoren benennen das Design der Studie nicht. (PEDro 4/10)

Diese Studie untersuchte den Effekt von Gangübungen mit unerwarteter Perturbation (Störung) auf einem zweispurigen Laufband bei körperlich beeinträchtigten älteren Menschen.

Die 32 ausgesuchten Teilnehmer im Alter zwischen 66 und 98 Jahren waren entweder Bewohner eines Altersheimes oder ambulante Patienten zur Rehabilitation. Alle hatten ein erhöhtes Sturzrisiko (durch muskuläre Schwäche, vermindertes Gleichgewicht und schlechte Gangfunktion) und brauchten Unterstützung in der Langzeitpflege. Die Teilnehmer mussten in der Lage sein, drei Minuten oder mehr mit der Geschwindigkeit von 0.5 km/h auf dem Laufband zu gehen. Ausgeschlossen wurden Personen, die aufgrund ihrer Demenz nicht am Kontrollprogramm teilnehmen konnten oder aus anderen gesundheitlichen Gründen nicht geeignet waren. Die Teilnehmer wurden randomisiert in eine Kontrollgruppe ( $n=14$ ) und eine Laufbandgruppe ( $n=18$ ) eingeteilt. Es gab zwischen den Gruppen vor der Behand-

lung keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf Alter, Geschlecht, Körperstruktur, Sturzgeschichte, Medikamente und Diagnose.

Die Intervention:

Das Laufbandtraining wurde in acht verschiedenen Phasen durchgeführt. Die Trainingsgeschwindigkeit wurde bei 50-70% der Maximalgeschwindigkeit festgelegt. Die Maximalgeschwindigkeit wurde vor jeder Phase neu gemessen. Die Perturbation (Verlangsamung von einer Seite des Laufbandes) wurde im Ausmass progressiv gesteigert. Um die Sicherheit zu gewährleisten, konnten sich alle Probanden an einem Handlauf festhalten.

**Tabelle 2: Die acht Phasen des Laufbandtrainings (Shimada et al. 2004)**

Dauer, Minuten	Perturbation, Geschwindigkeitsabnahme, %	Gehgeschwindigkeit, %*
0~40	0	50
41~120	20	50
121~200	40	50
201~280	40	70
281~360	60	50
361~440	60	70
441~520	100	50
521~600	100	70

\*Prozentualer Anteil von der maximalen Gehgeschwindigkeit

Das Laufbandtraining dauerte im Ganzen 600 Minuten auf sechs Monate verteilt. Beide Gruppen machten weiterhin ihr herkömmliches Training, das aus Stretching, Krafttraining, Gruppentraining und Gangschule bestand. Die Laufbandgruppe absolvierte zusätzlich ein bis drei Mal pro Woche das Laufbandtraining. Nach sechs Monaten wurde das Programm bei allen Probanden gestoppt, auch bei denjenigen, die keine 600 Minuten vollendet hatten.

Datenerhebung und -auswertung:

Vor und nach der Intervention wurden folgende Daten erhoben:

- Die Anzahl der Stürze während der sechs Monate (monatlich dokumentiert)
- Die körperlichen Leistungen: Gleichgewicht (Ein-Bein-Stand-Zeit und Functional Reach Test)
- Gehgeschwindigkeit
- Reaktionszeit auf Hörreiz, gehend auf dem Laufband ohne und mit Perturbation

Im Verlauf mussten drei Teilnehmer der Laufbandgruppe das Programm beenden.

Bei der Kontrollgruppe schieden drei Teilnehmer aus.

Resultate:

Die Interventionsgruppe zeigte im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikante Verbesserung beim Funktional Reach Test ( $p=0,015$ ) und bei der Reaktionszeit während des Gehens mit Perturbationen ( $p=0,035$ ). Die tiefere Sturzrate der Interventionsgruppe während der sechs Monate war nicht signifikant. Auch der Unterschied bei der durchschnittlichen Zeit bis zum ersten Sturz war nicht signifikant. Ausserdem konnte bei der Gehgeschwindigkeit keine signifikante Veränderung festgestellt werden.

### **3.3 Neues individuell angepasstes und progressives Gruppengleichgewichtstraining**

*(Effects of new, individually adjusted, progressive balance group training for elderly people with fear of falling and tent to fall: a randomized controlled trial)*

Halvarsson, Olsson, Farén, Pettersson & Stråhle (2011)

Diese Studie konzentrierte sich nicht nur auf das Perturbationstraining, sondern integrierte es als 5. Level in ein umfassendes Interventionsprogramm. Weil das auf Perturbation basierende Training auch in der Praxis als Ergänzung anderer Therapien angewendet werden soll, wird diese Studie in diese Arbeit mit einbezogen.

Design: eine randomisierte kontrollierte Studie (PEDro 7/10)

Das Ziel dieser Studie war, den Effekt eines neuen individuell angepassten progressiven Gleichgewichtstrainings bei gesunden älteren Menschen mit Angst vor Stürzen und/oder einem Sturzerlebnis im vergangenen Jahr zu untersuchen.

Mit Inseraten wurden 59 ältere, in einem Altersheim lebende Personen rekrutiert und randomisiert in die Interventionsgruppe ( $n=38$ ) oder in die Kontrollgruppe ( $n=21$ ) 2:1 eingeteilt.

Die Probanden mussten 65 jährig oder älter sein, Angst vor Stürzen haben und /oder einen Sturz in den vergangenen 12 Monaten erlebt haben. Ausserdem musste es ihnen möglich sein, im Innenbereich ohne Hilfe zu gehen und im Mini-Mental-Test einen Score von 24 Punkten oder mehr zu erreichen.

Die Teilnehmer mit starken/schwerwiegenden Einschränkungen des Sehvermögens oder des Hörens, schweren Krebserkrankung, starken Schmerzen, neurologischen

Erkrankungen oder Schädigungen mit Symptomen, Schwindel mit medizinischer Versorgung, Herz- oder Atemproblemen wurden ausgeschlossen.

Intervention:

Das Übungskonzept wurde von Oddsson, Boissy und Melzer (2007) übernommen. In „How to improve gait and balance function in elderly individuals-compliance with principles of training“ werden die einzelnen Übungen genauer beschrieben.

Die Kontrollgruppe erhielt kein Trainingsprogramm. Die Teilnehmer der Interventionsgruppe wurden in kleine Gruppen von sechs bis sieben Personen aufgeteilt und von zwei Therapeuten betreut. Während 12 Wochen absolvierten die Teilnehmer drei Mal pro Woche eine Therapiesitzung von 45 Minuten. Das Programm bestand aus 5 Levels. Jeder Level widerspiegelte unterschiedliche Anforderungen an die posturale Kontrolle.

Im Programm wurden verschiedene Arten von Bällen und Luftkissen, einschliesslich eines grossen Gymnastikballes, verwendet.

Level 1-4 beinhalteten willentlich kontrollierte Übungen mit dem Fokus, das Gleichgewicht sitzend, stehend oder gehend aufrecht zu erhalten.

Level 5 beinhaltete Perturbations-Übungen für die Fähigkeit, das Gleichgewicht durch automatische Korrekturen der Körperhaltung wieder zu erlangen. Level 5 integrierte Dualtask-Aufgaben in Form von zusätzlichen kognitiven oder motorischen Aufgaben.

Individuell angepasst wurden die Übungen mit Veränderungen der USF, Armposition, Kopfbewegungen und Bewegungsgeschwindigkeit.

Datenerhebung und -auswertung:

Vor und nach der Intervention wurde folgendes getestet:

- Die Angst vor Stürzen (Fragebogen)
- Die Reaktionszeit für einen schnellen Schritt vorwärts während einer Singletask- und einer Dualtask-Aufgabe
- Die bevorzugte und die schnelle Gehgeschwindigkeit (Schnelligkeit, Rhythmus, Schrittlänge, Doppelstandphase)
- Die Wahrscheinlichkeit einer Depressionen

Während des Programmes schieden vier Teilnehmer aus der Interventionsgruppe aus. Die Kontrollgruppe blieb vollständig.

**Resultate:**

Nach den drei Monaten konnte in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine statistisch signifikante Abnahme der Angst verzeichnet werden ( $p=0,008$ ). Bei Dualtask-Aufgaben verringerte sich die Zeit für die Schrittausführung im Zwischengruppenvergleich signifikant ( $p=0,012$ ). Ausserdem erhöhte sich die Gehgeschwindigkeit beim schnellen Gehen signifikant ( $p=0,004$ ). Der Rhythmus verbesserte sich bei der bevorzugten Geschwindigkeit während Singletask-Aufgaben ( $p=0,03$ ) und bei schneller Geschwindigkeit ( $p=0,001$ ) signifikant.

Bei den Dualtask-Aufgaben verbesserten sich beide Gruppen, so dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gab.





## 4 Diskussion

In der Diskussion werden verschiedene Themen näher erläutert und kritisch diskutiert, damit die Ergebnisse der Studien und somit der Effekt der einzelnen Interventionen bestmöglich eingeschätzt werden kann. Dies soll dabei helfen, die Fragestellung dieser Arbeit zu beantworten.

### 4.1 Übertragbarkeit

Um eine Relevanz für die Praxis herstellen zu können, ist es wichtig, auf die Übertragbarkeit zu achten. In der Studienbeurteilung war die interne Validität ein Thema. Für eine Übertragung auf die Praxis sind randomisierte kontrollierte Studien (RCT) am besten geeignet. Bei ihnen ist die externe Validität am ehesten gewährleistet. Damit sich so wenig Messfehler oder Verzerrungen (Bias) wie möglich einschleichen, wird die Stichprobe randomisiert den Gruppen zugeteilt und die Stichprobe gezielt gewählt.

#### 4.1.1 Studiendesign:

Bei der Studie von Shimada et al. (2004) wurde von den Autoren kein Design angegeben. Ein definiertes Design wäre erwünscht, damit ersichtlich ist, ob die Autoren eine exakte Vorstellung davon haben, wie sie ihre Studie aufbauen und welche Kriterien sie erfüllen soll. Dies zeigt sich in der Bewertung der internen Validität, wo diese Studie nur 4 von 10 PEDro Punkten erreichte. Im Gegensatz dazu ist bei Mansfield et al. (2010) und Halvarsson et al. (2011) schon im Titel ersichtlich, dass es sich um randomisierte kontrollierte Studien handelt. Dies reflektiert sich in den PEDro Bewertungen von 6 und 7 von 10 Punkten.

#### 4.1.2 Verblindung:

Die Randomisierung ist eine Voraussetzung für die Verblindung, mit der die Bias so klein wie möglich gehalten werden möchte. Die Verblindung der Teilnehmer wird vorgenommen, um einen möglichen Placeboeffekt (Effekt ohne wirksame Behandlung) durch die persönliche Einstellung auszuschliessen. Das heisst, die Teilnehmer dürfen nicht wissen, in welche Gruppe sie zugeteilt wurden. Keine der Studien hat dies erfüllt. Mansfield et al. (2010) beschrieb zwar, dass sich die Teilnehmer nicht bewusst waren, welche Behandlung einen Effekt auf das Gleichgewicht hat.

Trotzdem ist diese Aussage kein Hinweis darauf, ob die Teilnehmer wirklich verblindet waren.

Die Verblindung der behandelnden Therapeuten wird aus demselben Grund vorgenommen, damit z.B. der Enthusiasmus des Therapeuten das Ergebnis nicht beeinflusst. Auch diese Verblindung hat keine der Studien vorgenommen.

Bei Shimada et al. (2004) fehlt zusätzlich die Verblindung des Untersuchers, was bei den anderen beiden Studien der Fall ist. Der Untersucher soll verblindet werden, damit seine persönliche Einstellung nicht seine Wahrnehmung beeinflusst und so Messfehler entstehen.

#### **4.1.3 Stichprobe:**

Da die Stichprobe stellvertretend für eine Gesamtheit steht, soll sie möglichst gross gewählt werden. Sie repräsentiert eine bestimmte Personengruppe. Mansfield et al. (2010) sagt deutlich, dass sie ihre Stichprobe so wählten, dass die Teilnehmer die Risikogruppe vertreten. Trotzdem ist die Stichprobengrösse mit 30 Teilnehmern, wie auch bei Shimada et al. (2004), mit 32 Teilnehmern eher klein. Halvarsson et al. (2011) wählte die grösste Stichprobe von 59 Personen und konnte mit den Einschlusskriterien die Risikogruppe vertreten.

Damit die Stichprobe für den Studienvergleich aussagekräftig wird, ist nicht nur die Grösse von Bedeutung. Das Alter war bei allen Studien ein Kriterium. Halvarsson et al. (2011) wählten Personen ab 65 Jahren, Mansfield et al. (2010) Personen zwischen 64 und 80 Jahren. Das durchschnittliche Alter war 77 und 70 Jahre. Shimada et al. (2001) haben kein Mindestalter angesetzt, trotzdem ist in dieser Studie das durchschnittliche Alter am höchsten (82Jahre) und die jüngste Person war 66 Jahre alt.

Der Studienvergleich wird erschwert, da die Einschlusskriterien in den verschiedenen Studien unterschiedlich waren. In der folgenden Tabelle 3 werden die Einschlusskriterien (ohne Alter) aufgezählt und gegenübergestellt, um zu zeigen, welche sich miteinander vergleichen lassen.

**Tabelle 3: Vergleich der Einschlusskriterien**

Mansfield	Shimada	Halvarsson
Risikogruppe der Sturzgefährdeten	Teilnehmer haben hohes Sturzrisiko	
Eingeschränktes/ reduziertes Gleichgewicht ODER	Eingeschränktes/ reduziertes Gleichgewicht und Gangfunktionen	
Sturz in den letzten 5 Jahren oder Sturz in kürzester Vergangenheit		Sturz im Vergangenen Jahr ODER
		Angst vor Stürzen
	Teilnehmer können drei Minuten oder mehr mit der 0,5km/h auf dem Laufband gehen	Teilnehmer können selbständig gehen
		Punktzahl beim Mini-Mental-Test 24 oder mehr
	Teilnehmer haben eine muskuläre Schwäche	

## 4.2 Kontrollgruppe

Die randomisierte Zuteilung soll gewährleisten, dass die Kontrollgruppe der Interventionsgruppe ähnlich ist und ein valider Vergleich aufgestellt werden kann.

Allen drei Studien begannen mit Vergleichsgruppen, die sich nicht signifikant unterschieden.

Das Programm der Kontrollgruppen wurde in allen Studien unterschiedlich zusammengestellt.

Mansfield et al. (2010) limitierte im Kontrollprogramm die körperlichen Aktivitäten der Probanden, damit Auswirkungen auf das Gleichgewicht möglichst vermieden wurden. Pro Woche beinhaltete das Programm ein Mal passive Übungen zur Muskelentspannung und zwei Mal Beweglichkeitsübungen. Die Anzahl der Sitzungen und Dauer des Programms stimmten mit derjenigen der Interventionsgruppe überein.

Bei Shimada et al. (2004) führten die Kontroll- und Interventionsgruppe ihr übliches, individuell angepasstes Übungsprogramm weiter. Es bestand aus Dehnungen, Krafttraining, Gruppentraining und Gehtraining im Freien. Das Programm war also weder unter den Teilnehmern innerhalb der Gruppen, noch im Zwischengruppenvergleich absolut identisch. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass jeder Teil-

nehmer die für ihn beste Zusammenstellung erhielt und so die Homogenität für einen Gruppenvergleich gewährleistet wurde.

Halvarsson et al. (2011) hatten die Kontrollgruppe lediglich dazu aufgefordert, ihr normales Leben weiterzuführen.

Mansfield et al. (2010) und Halvarsson et al. (2011) wählten verschiedene Kontrollgruppen, hatten aber das Ziel, bei der jeweiligen Kontrollgruppe keinerlei Verbesserungen der Gleichgewichtsfunktionen herbeizuführen. Das Grundprogramm von Shimada et al. (2004), das beide Gruppen absolvierten, könnte das Gleichgewicht bereits ohne das zusätzliche Laufbandtraining beeinflusst haben. Somit geht Shimada et al. (2004) von einer anderen Ausgangslage aus.

### **4.3 Intervention**

#### **4.3.1 Dosierung:**

Bei den drei Studien wurden ähnliche Dosierungen angewendet. Mansfield et al. (2010) und Halvarsson et al. (2011) wählten beide drei Trainingssitzungen pro Woche. Shimada et al. (2004) wich davon ab, indem die Trainingsanzahl pro Woche zwischen ein bis drei Mal variieren konnte. Die Dauer einer Trainingssitzung war bei den Studien verschieden. Mansfield et al. (2010) wählte 30 Minuten, Halvarsson et al. (2011) 45 Minuten. Bei Shimada et al. (2004) ist lediglich bekannt, dass die Teilnehmer das übliche Programm von 30 Minuten weiterführten. Das zusätzliche Laufbandprogramm dauerte im Ganzen 600 Minuten. Die Dauer der einzelnen Laufbandsitzungen ist nicht bekannt. Die Intervention dauerte bei Shimada et al. (2004) mit Abstand am längsten. Innerhalb der 6 Monate sollten die 600 Minuten beendet werden. Es ist möglich, dass Shimada et al. (2004) diesen Zeitraum gewählt hat, damit auch die Teilnehmer, welche nur ein Mal in der Woche zum Training kamen, die 600 Minuten abschliessen konnten. In der Studie von Halvarsson et al. (2011) dauerte das Programm 12 Wochen, bei Mansfield et al. (2010) nur 6 Wochen.

#### **4.3.2 Elemente:**

Es ist nicht einfach, ein reaktives Gleichgewichtstraining durchzuführen, ohne dass sich willentliche Bewegungen einstellen. Vielleicht sind die Interventionen deshalb so

unterschiedlich. Shimada et al. (2004) und Mansfield et al. (2010) trainierten die Schrittreaktionen (und Greifreaktionen) isoliert. Bei ihnen erhielt der Teilnehmer Einzeltherapie. Halvarsson et al. (2011) integrierte das reaktive Gleichgewichtstraining in ein vielfältiges Sturzprogramm. Diese Intervention fand in Gruppen statt. Die Grösse der Gruppen wird als angemessen erachtet, ausserdem waren zwei Therapeuten für eine Gruppe zuständig, um die individuellen Anpassungen und die Sicherheit zu gewährleisten.

Um sicher zu gehen, dass die Teilnehmer nicht bewusst auf die Perturbation warteten, arbeitete Mansfield et al. (2010) mit Dualtask-Aufgaben als Ablenkung. So sollte die Bewegung ohne willentliche Kontrolle gewährleistet werden. Auch Halvarsson et al. (2011) arbeitete mit Dualtask-Aufgaben. Shimada et al. (2004) haben nicht dafür gesorgt, dass sich die Teilnehmer nicht auf die nahende Perturbation konzentrieren. Zudem konnten sich die Teilnehmer an einem Handlauf festhalten. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den anderen beiden Studien. Das Festhalten verändert die Statik des Standes. Die USF wird grösser und das Gleichgewicht im Stand stabiler, weil es mehr als drei Auflagepunkte gibt (Suppé, 2007).

### **4.3.3 Follow up:**

Alle drei Studien führten nur eine pre und post Messung ohne eine spätere Nachkontrolle durch. Für die umfassende Beurteilung einer Intervention wäre eine Nachkontrolle einige Zeit nach dem Ende der Studie wichtig. Der Langzeiteffekt kann sonst nicht beurteilt werden und es ist nicht klar, wie lange die Verbesserungen ohne Training anhalten.

## **4.4 Resultate**

Die drei Studien haben den Effekt mit verschiedenen Messparametern überprüft, deshalb ist ein Vergleich schwierig. Um den Vergleich übersichtlicher zu gestalten ist, im Anhang eine Tabelle aufgeführt (S. 59).

### **4.4.1 Reaktionszeit:**

Mansfield et al. (2010) haben die Zeit gemessen, die gebraucht wurde, um den Fuss abzuheben (Fussabhebzeit), ihn neu zu platzieren (Fusskontaktzeit) und die Zeit bis zum Greifkontakt am Handlauf. Bei der Fusskontaktzeit gab es weder innerhalb noch zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede. Die Fussabhebzeit bei einer

Störung am Becken zeigte eine signifikante Veränderung im Zwischengruppenvergleich ( $p=0,029$ ). Halvarsson et al. (2011) testete die Reaktion, indem der Proband einen Reiz an der Ferse (rechts oder links) erhielt, als Aufforderung, wenige schnelle Schritte nach vorne zu machen. Bei der Schrittausführung unter Dualtask-Bedingungen zeigte sich auch hier eine signifikante Verbesserung der Reaktionszeit im Vergleich der beiden Gruppen ( $p=0,012$ ).

Die Kontaktzeit mit dem Handlauf bei Mansfield et al. (2010) lässt sich mit den Messungen von Shimada et al. (2004) vergleichen. Shimada et al. (2004) hatte ebenfalls die Reaktion der oberen Extremitäten gemessen. Der Proband erhielt während dem normalen Gehen oder dem Gehen mit Perturbation ein Hörsignal, auf welches er einen Schalter betätigen musste, auf dem sein Finger platziert war. Die Zeit bis zum Kontakt mit dem Handlauf bei der Greifreaktion verkürzte sich im Zwischengruppenvergleich bei Störungen am Becken signifikant ( $p=0,004$ ). Shimada et al. (2004) konnte eine signifikante Verbesserungen während des normalen Gehens ( $p=0,015$ ) und des Gehens mit Perturbation ( $p=0,007$ ) bei der Interventionsgruppe feststellen. Im Vergleich zur Kontrollgruppe war lediglich die Zeit beim Gehen mit Perturbation signifikant kürzer ( $p=0,035$ ).

Eine statistisch signifikante Verbesserung der Reaktionsfähigkeit hat sich in allen Studien gezeigt.

#### **4.4.2 Gehgeschwindigkeit:**

Die Gehgeschwindigkeit wurde nur von Shimada et al. (2004) und Halvarsson et al. (2011) getestet. Shimada et al. (2004) konnten keine signifikante Veränderung im Gegensatz zu Halvarsson et al. (2011) feststellen. Halvarsson et al. (2011) untersuchten nicht die Gehgeschwindigkeit über eine bestimmte Distanz, sondern unterschied zwischen der vom Teilnehmer bevorzugten und einer möglichst schnellen Geschwindigkeit. Nur die schnelle Geschwindigkeit hat sich signifikant verbessert ( $p=0,004$ ). Bei der bevorzugten ( $p=0,03$ ) sowie bei der schnellen ( $p=0,001$ ) Geschwindigkeit konnte jedoch eine signifikante Verbesserung des Gangrhythmus festgestellt werden. Dies muss ebenfalls in Betracht gezogen werden, da im Alltag neben der Geschwindigkeit auch die Qualität des Gehens eine Rolle spielt.

#### **4.4.3 Andere Resultate:**

Nicht zu vernachlässigen sind die Messparameter, welche nicht zwischen den Studien verglichen werden können. Auch diese haben einen Einfluss auf das Sturzrisiko bei älteren Menschen. Bei den primären Messungen konnte Mansfield et al. (2010) zeigen, dass die Probanden nach einer Verschiebung der USF signifikant weniger Mehrfachschritte benötigten, um ihr Gleichgewicht wieder zu finden ( $p=0,034$ ). Ausserdem gab es signifikant weniger Fusskollisionen ( $p=0,0046$ ). Bei Shimada et al. (2004) ist die signifikante Verbesserung im Zwischengruppenvergleich des Functional Reach Test ( $p=0,015$ ) zu erwähnen, der das Gleichgewicht repräsentiert. Halvarsson et al. (2011) konnte feststellen, dass die Angst bei der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant gesunken ist ( $p=0,008$ ). Dieser Aspekt ist wichtig, weil angenommen werden kann, dass die Lebensqualität der älteren Menschen besser wird, wenn ihre Angst verringert wird.

#### **4.4.4 Resultate anderer Studien:**

Einige Resultate der Laufbandintervention von Shimada et al. (2004) können mit einer weiteren Laufbandstudie von Obuchi, Kojima, Ahiba, Shimada und Suzuki (2004) bestätigt werden. Obuchi et al. (2004) hatte eine normale Laufbandgruppe und eine Perturbationslaufbandgruppe untersucht. Signifikante Verbesserungen in der Interventionsgruppe mit Perturbation wurden beim

- Functional Reach Test ( $p<0,01$ ),
- Time up and go Test ( $p<0,05$ )
- und bei der Latenzzeit (Reaktionszeit) des Muskels Tibialis Anterior (Fusshebermuskel) beider Beine (Seite mit Perturbation  $<0,01$ /Seite ohne Perturbation  $p<0,05$ ) festgestellt.

In dieser Studie konnte zusätzlich gezeigt werden, dass die signifikante Verkürzung der Latenzzeit auch einen Monat nach Studienende anhielt (Seite mit Perturbation  $p<0,01$ /Seite ohne Perturbation  $p<0,05$ ).

Eine weitere Laufbandstudie im Design einer Einzelfallstudie mit fünf älteren Frauen als Teilnehmerinnen wurde von Liu und Kim (2012) durchgeführt. Die Intervention wurde einmalig als 16-minütiges Laufbandtraining absolviert. Trotzdem kam es schon nach diesem kurzen Trainingsintervall zu einer signifikanten Verbesserung der dynamischen Stabilität ( $p=0,007$ ) und der Ausrutschneigung ( $p=0,0465$ ).

2011 wurde in einer anderen Einzelfallstudie mit nur fünf Teilnehmern von Bieryla und Madigan das reaktive Gleichgewichtstraining wie bei Mansfield et al. (2010) mit einer Plattform getestet. Der Unterschied war, dass bei dieser Studie keine Schutzschritte erwünscht waren und nur die Gleichgewichtsreaktionen ohne Schritt zugelassen wurden. Sie kamen zum Schluss, dass sich die Zeit zur Stabilisation durch dieses Training signifikant verkürzte ( $p < 0,001$ ). Bei der Nachuntersuchung einen Monat nach Abschluss des Trainings hielt die Signifikanz an. Bei der Untersuchung der Abstossreaktion von Pijnappels et al. (2004) hatte sich die Gleichgewichtsfähigkeit der Teilnehmer im Verlauf der Testungen verbessert.

#### **4.5 Praxisbezug und Alltagsrelevanz**

Nach PEDro (2012) muss eine Intervention

- das Outcome beeinflussen, an dem Patienten interessiert sind,
- eine genügend grosse, sich lohnende Wirkung haben,
- mehr nützen als schaden und
- kosteneffizient sein,

um als klinisch relevant zu gelten. Die statistische Relevanz ist damit nicht gleich zu setzen.

Shimada et al. (2004) fand keine statistisch signifikanten Unterschiede bei der Anzahl der Stürze im Zwischengruppenvergleich. Deshalb sind sie der Meinung, dass es keinen signifikanten Nutzen für die Sturzprävention gibt. Während den 6 Monaten des Interventionsprogrammes wurden jeden Monat die Stürze der Teilnehmer dokumentiert. Die Kontrollgruppe hatte eine Sturzrate von 54,5%, die Interventionsgruppe 33,3%. Ausserdem dauerte es im Durchschnitt in der Kontrollgruppe nur 120 Tage bis zum ersten Sturz, im Vergleich zur Interventionsgruppe mit 147 Tagen. Diese Unterschiede sind nicht statistisch signifikant, aber für die Autorin gross genug, um klinisch relevant zu sein.

Für ein Interventionsprogramm eignet sich am besten das Programm von Halvarsson et al. (2011) mit Bällen und Luftkissen. Es ist einfach umzusetzen, braucht keine aufwändigen Apparaturen und wurde laut Halvarsson et al. (2011) von den Teilnehmern gut angenommen und gerne besucht. Die Interventionsformen in den Studien von Mansfield et al. (2010) und Shimada et al. (2004) sind sehr aufwendig



und teuer, mit speziellen Apparaturen, die zuerst angeschafft werden müssen (Laufband und Plattform). Trotzdem lässt sich beim Training mit Verschiebungen der USF ein Zusammenhang mit den alltäglichen Anforderungen erkennen (rutschige Oberflächen und andere unerwartete Störungen). Der Bezug zu alltäglichen Aktivitäten ist auch bei Halvarsson et al. (2011) im Fragenkatalog zur Angst vor dem Stürzen vorhanden. Die Teilnehmer fühlten sich bei Alltagsaktivitäten sichtbar sicherer.

Bieryla et al. (2011) haben gezeigt, dass auch ältere Menschen in der Lage sind, die Verbesserung des Gleichgewichts mindestens einen Monat lang aufrecht zu erhalten.

Laut Obuchi et al. (2004) könnte die Latenzzeit des Muskels Tibialis Anterior die Verbesserung der Schutzschrittreaktion repräsentieren. Sie sind wie Mansfield et al. (2010), Shimada et al. (2004), Halvarsson et al. (2011) und Pijnappels et al. (2004) der Meinung, dass die Schutzschritte einen wesentlichen Beitrag zur Gleichgewichtserhaltung leisten und deshalb das reaktive Gleichgewichtstraining in der Sturzprävention vertreten sein muss.

#### **4.6 Limitationen des Studienvergleichs**

Der Vergleich der gewählten Studien ist kritisch zu betrachten. Die Interventionen sind sehr verschieden und auch die Anzahl der Teilnehmer, die Anzahl und Art der Messmethoden und die Kriterien sind unterschiedlich. Obwohl alle Studien ihr Augenmerk auf die Sturzprävention legten, haben nur Shimada et al. (2004) die Sturzanzahl gemessen. Für zukünftige Studien wäre dies ein Wert der wichtig sein könnte, um festzustellen, in welchem Ausmass Stürze verhindert werden können. Ausserdem lassen sich die Resultate von Halvarsson et al. (2011) nicht ausschliesslich auf das Perturbationstraining beziehen, da das Programm viele verschiedene Komponenten beinhaltet. Der Vergleich wurde nicht mit und ohne Perturbation aufgestellt.



## 5 Schlussfolgerung

Zum Thema Sturzprävention mithilfe von spezifischem reaktivem Training gibt es erst wenige aussagekräftige Studien. Diese Arbeit zeigt aber, dass das Training mit Perturbation einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Gleichgewichtsfähigkeit hat. Für die Selbständigkeit der älteren Generation ist dies von höchster Wichtigkeit. Um den Alltagsfunktionen gerecht zu werden, müssen die Gleichgewichtsreaktionen gezielt trainiert werden. Dazu gehören verschiedene Gangvariationen, damit im Falle des Stolperns, Ausrutschens oder anderen externen Störungen adäquat reagiert werden kann.

Für Mansfield et al. (2010), Shimada et al. (2004) und Halvarsson et al. (2011) senkt die Fähigkeit, ein Schutzschritt durchzuführen, das Sturzrisiko. Aus diesem Sichtpunkt konnten die vorgestellten Interventionen ihren Beitrag zur Sturzprävention leisten.

Bei den Studien wurde die Langzeitwirkung nicht untersucht. Dies ist ein wichtiger Aspekt für die Praxis, der in zukünftigen Studien miteinbezogen werden sollte, um herauszufinden, wie lange die erwünschten Effekte anhalten.

Die Sturzprävention ist ein komplexes Thema, das aus den verschiedensten Aspekten besteht und interdisziplinär angegangen werden muss. Genauso vielfältig soll auch ein gutes Trainingsprogramm sein. Das Perturbationstraining ist nur ein Bestandteil davon. Ein Programm wie Halvarsson et al. (2011) es durchführten, wird empfohlen, da es einfach umzusetzen ist, gute Ergebnisse zeigt, und kostengünstig ist.

### 5.1 Zukunftsaussichten

In der wissenschaftlichen Publikation „Balance perturbation system to improve balance compensatory responses during walking in old persons“ von Shapiro und Melzer (2010) wird ein weiteres Laufbandtraining beschrieben. Das BaMPer System (Balance Measure & Perturbation System) ist ein Laufband, das kontrollierte unvorhersehbare Perturbationen während des Gehens auslösen kann. Laut Melzer (2012) ist eine RCT Studie mit 48 Teilnehmern (24 in der Interventionsgruppe, 24 in der Kontrollgruppe) in Arbeit. In ungefähr einem Jahr wird diese abgeschlossen sein und öffentlich publiziert werden.

Eine andere Art von Perturbationsprogramm im Wasser wird im Studienprotokoll von Melzer, Elbar, Tsedek und Oddsson (2008) beschrieben. Die Studie „A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomised controlled cross-over trial“ wurde bereits durchgeführt und eingereicht. Die Autoren warten nun darauf, ob die Resultate anerkannt/akzeptiert werden (Melzer, 2012).

## 6 Glossar

Explosivkraft:

Maximaler Kraftanstieg pro Zeiteinheit (Bührle, 1985, zitiert nach Granacher, 2003).

Funktional Reach Test:

Beurteilt das funktionsbezogene (alltagsbezogene) Gleichgewicht. Gemessen wird, wie weit sich eine Person in der Verlängerung der nach vorne gestreckten Arme vorwärts beugen kann (Schleuter & Röhrig, 2004).

Latenzzeit:

„Zeitdauer von der ersten physiologischen Reaktion auf einen Störreiz bis zur ersten Muskelaktivität“ (Hildebrandt, 1998, zitiert nach Granacher, 2003, S.191).

Maximalkraft:

Höchstmögliche Kraft, die durch eine willkürliche Kontraktion hervorgerufen werden kann (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, zitiert von Granacher, 2003).

Mini Mental Test:

Beurteilt den kognitiven Status von Patienten. Er ist aus 30 Aufgaben zusammengesetzt, die wichtige kognitive Funktionen testen. Verdacht auf Demenz besteht bei weniger als 24 von 30 Punkten. Dieser Wert ist aber nicht absolut (Folstein et al., 1975, zitiert nach Geriatriische Klinik St. Gallen, 2007).

Perturbation:

Störung (oder Veränderung) einer regelmässigen Bewegung eines Körpers oder Objektes. Perturbationsreize sind Störreize (Heacock, 2003, zitiert nach Granacher, 2003).

Placeboeffekt:

Positive Veränderung, die auf den psychosozialen Kontext zurückzuführen ist und nicht auf die spezifische Wirkung einer Behandlung (Wikimedia Foundation Inc., 2012).

**Posturale Kontrolle:**

Fähigkeit, seine Körpersegmente statisch und dynamisch gegen die Schwerkraft auszurichten (Horst, 2005/2007, zitiert nach Horst, 2009).

**P-Wert, Statistische Signifikanz:**

„Sagt aus, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der gemessene Unterschied dem Zufall entspringt.  $p < 0.05$  bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit kleiner als 5% ist, dass der gemessene Unterschied zwischen den zwei Vergleichsgruppen nur auf Zufall beruht. Die statistische Signifikanz ist von der Grösse der untersuchten Population abhängig. Wenn die Population genügend gross ist, erlangen schon kleine Unterschiede zwischen zwei Gruppen statistische Signifikanz. Der p-Wert ist ein rein statistischer Ausdruck und sagt nichts aus über die klinische Relevanz des Ergebnisses.“ (Horten-Zentrum, 2008, para. 1)

**Schnellkraft:**

Fähigkeit, in einer bestimmten Zeiteinheit einen möglichst grossen Kraftstoss durchzuführen (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, zitiert von Granacher, 2003).

**Synapse:**

Kontaktstelle zur Signalübertragung durch Ausschüttung von Botenstoffen zwischen Nervenzellen, beziehungsweise zwischen Nervenzellen und anderen Zellen (Trepel, 2012).

**Time up and go Test:**

Burteilt das Körpergleichgewicht und das Sturzrisiko bei einer Alltagsaktivität (Sitz-Stand und kurzes Gehen). (Schleuter & Röhrig, 2008).

**Verblindung:**

Bedeutet, dass eine bestimmte Person (Proband, Therapeut oder Untersucher) nicht weiss, ob der Proband der Interventions- oder der Kontrollgruppe zugeteilt wurde (PEDro, 2012).

## 7 Verzeichnisse

### 7.1 Literaturverzeichnis

- Bieryla, K. A. & Madigan, M. L. (2011). Proof of concept for perturbation-based balance training in older adults at a high risk for falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(5), 841-843.
- Carr, J. & Shepherd, R. (2008). Optimierung der Wiederherstellung der Funktion nach Schlaganfall. In J. Mehrholz (Ed.). *Frühphase Schlaganfall: Physiotherapie und medizinische Versorgung* (S. 63-156). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Downton, J.H. (1995). *Wenn alte Menschen stürzen: Ursachen und Risiko, Pflege und Prävention*. (U. Schmid, Übers.). München: Ernst Reinhardt Verlag. (Originales Werk publiziert 1993).
- Engel, S. (2008). Neurophysiologische Veränderungen. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alterungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 78-91). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Freiberger, E. (2008). Die Angst erkennen. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alterungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 432-438). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Geriatrische Klinik St. Gallen (2007). *MMS Mini Mental Status/Uhrentest* [PDF Dokument]. Heruntergeladen von <http://www.buergerspital.ch/contento/LinkClick.aspx?fileticket=eRoKBMqu6%2FY%3D&tabid=196&mid=582>
- Granacher, U. (2003). *Neuromuskuläre Leistungsfähigkeit im Alter (>60 Jahre): Auswirkungen von Kraft- und Sensomotorischem Training* [PDF Dokument]. Heruntergeladen von [http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1194/pdf/Gesamt\\_Diss\\_PDF\\_neu.pdf](http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1194/pdf/Gesamt_Diss_PDF_neu.pdf)
- Granacher, U. und Gollhofer, A. (2005). Auswirkungen des Alters auf die Schnellkraftfähigkeit und das Reflexverhalten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56:3, 68-72.
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Zahner, L., Gollhofer, A. & Kressig, R.W. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports medicine* 41(5), 377-400.

- Haas, H.J. (2008). Sport im Alter - Leistungsphysiologie. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alterungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 387-450 ). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Halvarsson, A., Olsson, E., Farén, E., Pettersson, A. & Stråhle, A. (2011). Effects of new, individually adjusted, progressive balance group training for elderly people with fear of falling and tent to fall: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation, 0(0)*, I-II.
- Horst, R. (2009). *Morbus Parkinson: Teil II – Motorisches Strategietraining nach dem N.A.P.<sup>®</sup>-Konzept* [PDF Dokument]. Heruntergeladen von [http://www.renatahorst.de/veroeffentlichungen/Parkinson\\_Horst.pdf](http://www.renatahorst.de/veroeffentlichungen/Parkinson_Horst.pdf)
- Horten-Zentrum (2008). *Evimed: Journal Club: Glossar: Statistische Signifikanz, p-Wert*. Heruntergeladen von [http://www.evimed.ch/glossar/p\\_wert.html](http://www.evimed.ch/glossar/p_wert.html)
- Hsiao-Weckser, E. T., Katdare, K., Matson, J., Liu, W., Lipsitz, L. A. & Collins, J.J. (2003). Predicting the dynamic postural control response from quiet-stance behavior in elderly adults. *Journal of Biomechanics, 36*, 1327-1333
- Laube, W. & Bertram, A. M. (2008). Koordinationstraining als Sturzprävention. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alerungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 438-449). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Laube, W. (2008). Sensorik, sensomotorisches System und Alterungsprozess. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alerungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 169-194 ). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Liu, J. & Kim, S. (2012). Effect of walking surface perturbation training on slip propensity and local dynamic stability. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation, 41(1)*, 3352-3354.
- Lockhart, T. E., Spaulding, J. M. & Park, S. H. (2007). Age-related slip avoidance strategy while walking over a known slippery floor surface. *Gait Posture, 26(1)*, 142-149.
- Lord, S., Sherrington, C., Menz, H. & Close, J.(2007). *Falls in older people: Risk factors and Strategies for Prevention* (2.Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Maki, B. E. & McIlroy, W.E. (2006). Control of rapid limb movements for balance recovery: age-related changes and implications for fall prevention. *Age and Anging, 35-S2*, ii12-ii18.



- Mansfield, A., Peters, A.L., Liu, B.A. & Maki, B.E. (2010). Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reaction in older adults: a randomised controlled trial. *Physical Therapy*, 90:4,476-491.
- Melzer, I., Elbar, O., Tsedek, I. & Oddsson L. IE. (2008). A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized controlled cross-over trial. *Bio Med Central Geriatrics*, 8:19.
- Melzer, I., persönliche Kommunikation, 1. März 2012
- Obuchi, S., Kojima, M., Shiba, Y., Shimada, H. & Suzuki, T. (2004). A randomized controlled trial of a treadmill training with the perturbation to improve the balance performance in the community dwelling elderly subjects. *Japanese Journal of Geriatrics*, 41(3), 321-327.
- Oddsson, L. I. E., Boissy, P. & Melzer, I. (2007). How to improve gait and balance function in elderly individuals – compliance with principles of training. *European Review of Aging and Physical Activity*, 4, 15-23.
- PEDro (2012). *PEDro-Skala*. Heruntergeladen von <http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/>
- Pijnappels, M., Bobbert, M.F. & Van Dieën, J.H. (2004) . Push-off reactions in recovery after tripping discriminate young subjects, older non-fallers and older fallers. *Gait & Posture*, 21, 388-394.
- Reybrouck, T. (2008). Physiologische Veränderungen im Herz-Kreislauf-System im Laufe des Alterns. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alterungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 291-304). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Schleuter, S. & Röhrig, A. (2004). *Functional Reach Test*. Heruntergeladen von <http://www.assessment-info.de/assessment/seiten/datenbank/vollanzeige/vollanzeige-de.asp?vid=397>
- Schleuter, S. & Röhrig, A. (2008). *Time Get-Up and Go Test/Timed „Up and Go“-Test (TGUG/TUG)*. Heruntergeladen von <http://www.assessment-info.de/assessment/seiten/datenbank/vollanzeige/vollanzeige-de.asp?vid=370>
- Shapiro, A. & Melzer, I. (2010). Balance perturbation system to improve balance compensatory responses during walking in old persons. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7:32.

- Shimada, H., Obuchi, S., Furuna, T. & Suzuki, T. (2004). New intervention program for preventing falls among frail elderly people: The effects of perturbed walking exercise using a bilateral separated treadmill. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 7:12, 493-499.
- Suppé, B. (2007). *FBL Klein-Vogelbach: Functional Kinetics: Die Grundlagen* (6th ed.) I. Spirgi-Gantert & B.Suppé, (Eds.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Tideiksaar, R. (2008). *Stürze und Sturzprävention: Assessment-Prävention-Management* (2. Aufl.). (T. Dassen & R. Schwendimann, Übers.). Bern: Verlag Hans Huber. (Originales Werk publiziert 2002).
- Trepel, M. (Eds.). (2012). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion*. München: Urban und Fischer Verlag.
- Van den Berg, F. (2008). Physiologische Veränderungen am Bewegungsapparat im Altersprozess. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), *Angewandte Physiologie 6: Alterungsprozesse und das Alter verstehen* (S. 195-223). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Wikimedia Foundation Inc. (2012). *Wikipedia die freie Enzyklopädie: Placebo*. Heruntergeladen von <http://de.wikipedia.org/wiki/Placebo>
- World Health Organization. (2007). *WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age* [PDF Dokument]. Heruntergeladen von [http://www.who.int/ageing/publications/Falls\\_prevention7March.pdf](http://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf)
- Ziganek-Soehlke, F. (2008). *StuBs: Sturzprophylaxe durch Bewegungsschulung: Mehr Bewegungssicherheit im Alltag*. München: Richard Pflaum Verlag.

## 7.2 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen	Titel	Quelle	Seite
<b>Abbildung 1</b>	Gleichgewichtsreaktionen (Maki & McIlroy, 2006, S.ii13)	Maki, B. E. & McIlroy, W.E. (2006). Control of rapid limb movements for balance recovery: age-related changes and implications for fall prevention. <i>Age and Ageing</i> , 35-S2, ii12-ii18.	9
<b>Abbildung 2</b>	Altersbedingte Veränderungen des sensomotorischen Systems (Granacher et al., 2005, S.70)	Granacher, U. und Gollhofer, A. (2005). Auswirkungen des Alters auf die Schnellkraftfähigkeit und das Reflexverhalten. <i>Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin</i> , 56:3, 68-72.	16
<b>Abbildung 3</b>	Reaktionszeit im Alter (Haas, 2008, S.420)	Haas, H.J. (2008). Sport im Alter - Leistungsphysiologie. In F. van den Berg & D. Wulf (Eds.), <i>Angewandte Physiologie 6: Alterungsprozesse und das Alter verstehen</i> (S. 387-450). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.	18

Tabellen	Titel	Quelle	Seite
<b>Tabelle 1</b>	Übersicht der Risikofaktoren	Von der Verfasserin erstellt	13
<b>Tabelle 2</b>	Die acht Phasen des Laufbandtrainings (Shimada et al., 2004)	Shimada, H., Obuchi, S., Furuna, T. & Suzuki, T. (2004). New intervention program for preventing falls among frail elderly people: The effects of perturbed walking exercise using a bilateral seperated treadmill. <i>American Journal of Physical Medicine &amp; Rehabilitation</i> , 7:12, 493-499.	28
<b>Tabelle 3</b>	Vergleich der Einschlusskriterien	Von der Verfasserin erstellt	34/35
<b>Im Anhang:</b>			
<b>Tabelle 4</b>	Bewertung der Studien nach PEDro	PEDro (2012). <i>PEDro-Skala</i> . Heruntergeladen von <a href="http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/">http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/</a>	54/55
<b>Tabelle 5</b>	Mansfield et al. (2010)	Von der Verfasserin erstellt	56
<b>Tabelle 6</b>	Shimada et al. (2004)	Von der Verfasserin erstellt	57
<b>Tabelle 7</b>	Halvarsson et al. (2011)	Von der Verfasserin erstellt	58
<b>Tabelle 8</b>	Übersicht/Vergleich der Ergebnisse	Von der Verfasserin erstellt	59
<b>Tabelle 9</b>	Sekundäre Ergebnisse von Mansfield et al. (2010)	Von der Verfasserin erstellt	60

### **7.3 Abkürzungsverzeichnis**

WHO	World Health Organisation (deutsch: Weltgesundheitsorganisation)
ZNS	Zentrales Nervensystem
PNS	Peripheres Nervensystem
USF	Unterstützungsfläche

## **8 Eigenständigkeitserklärung**

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.“

Niederrohrdorf, Mai 2012

Miriam Humbel

## 9 Anhang

### 9.1 Beurteilung der Studien nach PEDro

Die PEDro-Skala soll den Benutzern der PEDro-Datenbank helfen, schnell festzustellen, welche der Studien, die in der PEDro-Datenbank archiviert sind, intern valide sind und ausreichend statistische Information beinhalten, um ihre Ergebnisse interpretierbar zu machen.

In den Beurteilungskriterien von PEDro werden die interne Validität (Glaubwürdigkeit) und die Interpretationsfähigkeit der Studien untersucht. Mit der Beurteilung durch PEDro soll die Qualität der Studien dargestellt werden. Die Generalisierbarkeit oder Verallgemeinerbarkeit (externe Validität) wird nicht beurteilt.

Das Kriterium 1 wurde der Vollständigkeit halber übernommen, wird aber nicht in die PEDro-Punktzahl miteingerechnet, da es die externe Validität beeinflusst.

Weitere Informationen und den Zugang zur Datenbank sind auf <http://www.pedro.org.au/german/> zu finden.

**Tabelle 4: Bewertung der Studien nach PEDro**

Kriterien	Mansfield et al.	Shimada et al.	Halvarsson et al.*
<b>1</b> Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja	nein	ja
<b>2</b> Die Probanden werden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	ja	ja	ja
<b>3</b> Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein	nein	ja
<b>4</b> Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bezgl. Der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	ja	ja	ja
<b>5</b> Alle Probanden waren geblindet	nein	nein	nein
<b>6</b> Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein	nein	nein
<b>7</b> Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja	nein	ja
<b>8</b> Von mehr als 85% der ursprüngliche den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	ja	nein	ja
<b>9</b> Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrillanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine „intention to treat“ Methode analysiert	nein	nein	nein
<b>10</b> Für mindestens ein zentrales Outcome wurde die	ja	ja	ja

---

	Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet			
<b>11</b>	Die Studie berichtet sowohl Punkt-als auch Streuungsmasse für zumindest ein zentrales Outcome	ja	ja	ja
<b>Total score</b>		<b>6/10</b>	<b>4/10</b>	<b>7/10</b>

---

\*Diese Studie ist nicht in der PEDro Datenbank. Die Punkte wurden von der Autorin zugeordnet.

---

## 9.2 Übersicht der einzelnen Studien

Tabelle 5: Mansfield et al. (2010)

Autor	Jahr	Titel	Studientyp	Intervention	Intervention der Kontrollgruppe	Stichprobe	Ausschlusskriterien	Wichtigste Resultate
Mansfield, A., Peters, A.L., Liu, B.A. & Maki, B.E.	2010	Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reaction in older adults: a randomised controlled trial	randomised controlled trial	6 Wöchiges reaktives Gleichgewichtstraining durch Perturbation auf einer bewegenden Plattform 3x/Woche  Durch Verschiebungen der Plattform oder Störungen am Becken der Teilnehmer mit einem Seilzug wurden Gleichgewichtsreaktionen ausgelöst. (Schritt- und Greifreaktionen)	6 wöchiges Trainingsprogramm für Beweglichkeit und Entspannung	Ältere Personen zwischen 64-80 Jahren mit vermindertem Gleichgewicht, einem Sturz in den letzten 5 Jahren oder in kürzester Vergangenheit  Bei allen war die rechte Seite dominant. (Rechtshänder)	Krankheiten, die alltägliches Leben, Sensorik oder Motorik beeinträchtigen  erhöhtes Verletzungsrisiko  Medikamente, die zu Schindel führen  Kognitive Einschränkungen	Signifikante Reduktion der Frequenz von Mehrfachschritten und Fusskollisionen während Verschiebungen der Plattform bei der Interventionsgruppe  Im Zwischengruppenvergleich Signifikante Verkürzung der Kontaktzeit mit dem Handlauf bei Greifreaktionen ausgelöst durch Störungen am Becken
				Interventionsgruppe n=16	Kontrollgruppe n=14	Stichprobe n=30		



**Tabelle 6: Shimada et al. (2004)**

Autor	Jahr	Titel	Studientyp	Intervention	Intervention der Konrollgruppe	Stichprobe	Ausschlusskriterien	Wichtigste Resultate
Shimada, H., Obuchi, S., Furuna, T. & Suzuki, T.	2004	New intervention program for preventing falls among frail elderly people: The effects of perturbed walking exercise using a bilateral seperated treadmill	wird nicht angegeben	9 monatiges Laufbandtraining auf einem zweispurigen Laufband mit Perturbation 1-3x/Woche zusätzliche zum üblichen Trainingsprogramm  Durch Perturbationen (Geschwindigkeitsveränderung) sollen Schrittreaktionen ausgelöst werden	Übliches Trainingsprogramm wird weitergeführt	Ältere Personen zwischen 66-98 Jahren mit erhöhtem Sturzrisiko durch muskuläre Schwäche, vermindertes Gleichgewicht und schlechte Gangfunktionen. Können $\geq 3$ min mit 0,5km/h auf dem Laufband gehen.	Demenz und andere Gesundheitsprobleme	Im Zwischengruppenvergleich signifikante Verbesserung der Gleichgewichts und Reaktionszeit  21% tiefere Sturzrate in der Interventionsgruppe (Wert aber nicht signifikant)
				Interventionsgruppe n=18	Kontrollgruppe n=14	Stichprobe n=32		

**Tabelle 7: Halvarsson et al. (2011)**

Autor	Jahr	Titel	Studientyp	Intervention	Intervention der Konrollgruppe	Stichprobe	Ausschlusskriterien	Wichtigste Resultate
Halvarsson, A., Olsson, E., Farén, E., Pettersson, A. & Strähle, A.	2011	Effects of new, individually adjusted, progressive balance group training for elderly people with fear of falling and tent to fall: a randomized controlled trial	randomised controlled trial	12 Wöchiges individuell angepasstes prograssives Gleichgewichts-Gruppen-Training 3x/Woche  Übungskonzept mit verschiedenen Bällen und Luftkissen mit 5 Level  Beinhaltet Elemente die für Alltagsaktivitäten gebraucht werden	Kein Interventionsprogramm	Ältere Personen ,65 jährig oder älter, mit Angst vor Stürzen und/ oder einem Sturz in den letzten 12 Monaten  Können drinnen ohne Hilfe gehen.  Mini-Mental-Score ≥ 24	Starke/schwerwiegende Einschränkungen des Sehvermögens oder des Hörens  Schwere Krebs-erkrankungen  Starke Schmerzen  Neurologische Erkrankungen oder Schädigungen mit Symptomen  Schwindel mit medizinischer Versorgung  Herz-oder Atemprobleme	Im Zwischengruppenvergleich: Signifikante Abnahme der Angst vor Stürzen  Signifikant kürzere Schrittdurchführung bei Dualtask-Aufgaben  Signifikante Verbesserung des Gangrhythmus während der bevorzugten Geschwindigkeit bei Singletask-Aufgaben  Signifikante Verbesserung des Gangrhythmus und der Gehgeschwindigkeit während der schnellen/zügigen Gehgeschwindigkeit
				Interventionsgruppe n=38	Kontrollgruppe n=21	Stichprobe n=59		

### 9.3 Übersicht der Ergebnisse

Tabelle 8: Übersicht/Vergleich der Ergebnisse

Mansfield, Peters, Liu & Maki (2010)	Gruppen- vergleich signifikant bei P<0,05	Shimada, Obuchi, Furuna & Suzuki (2004)	Gruppen- vergleich signifikant bei P<0,05	Halvarsson, Olsson, Farén, Pettersson & Strähle (2011)	Gruppen- vergleich signifikant bei P<0,05
<b>Primäre Messparameter</b>					
Frequenz Mehrfachschr. (%)		Anzahl Stürze	0,384	Angst zu stürzen	0,008*
- Plattform Verschiebungen	0,034*			- An-&Abziehen	0,023*
- Kabelzug	0,78			- Treppen rauf&runter gehen	0,050
				- Gehen auf rutschiger Fläche	0,010*
				- Steigung rauf&runter gehen	0,062
Frequenz Seitenschritte bei Schrittreaktionen durch vor/zurück- Perturbation (%)		Gleichgewicht		Bevorzugte Geschwindigkeit	
- Plattform Verschiebungen	0,05	Ein-Bein-Stand-Zeit	0,513	- Geschwindigkeit (m/s)	
- Kabelzug	0,93	Funktional Reach Test	0,015*	Singletask[ST]/Dualtask[DT]	0,012/0,972
				- Rhythmus ST/DT (Schritt/min)	0,03*/0,63
				- Schrittlänge ST/DT (m)	0,418/0,682
				- Doppelstandphase ST/DT (%)	0,052/0,71
Frequenz Fusskollisionen (%)		Gehgeschwindigkeit 10m	0,174	Zügige/schnelle Geschwindigkeit	
- Plattform Verschiebungen	0,0046*			- Geschwindigkeit (m/s)	0,004*
- Kabelzug	0,7			- Rhythmus (Schritt/min)	0,001*
				- Schrittlänge (m)	0,266
				- Doppelstandphase (%)	0,051
<b>Kontaktzeit mit Handlauf bei der Greifreaktion (ms)</b>		<b>Reaktionszeit</b>		<b>Reaktionszeit bis zur</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,88	- Gehend ohne Perturbation	0,067	- Anfangsphase ST/DT	0,621/0,349
- Kabelzug	0,004*	- Gehend mit Perturbation	0,035*	- Schrittdurchführung ST/DT	0,755/0,012*

\* statistisch signifikanter p-Wert

Tabelle 9: Sekundäre Ergebnisse von Mansfield et al. (2010)

Sekundäre Messparameter	Gruppenvergleich signifikant bei $p < 0,05$
<b>&gt; als zwei Extraschritte bei Schrittreaktion nach vorne und hinten (%)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,018*
- Kabelzug	0,27
<b>Zeit bis zum Abheben des Fusses (ms)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,22
- Kabelzug	0,029*
<b>Zeit bis zum Kontakt des Fusses mit der Plattform (ms)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,12
- Kabelzug	0,11
<b>Schrittreaktion nach vorne</b>	
<b>Schrittlänge bei Schritten nach vorne (cm)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,71
- Kabelzug	0,5
<b>Schrittlänge bei Schritten zur Seite (cm)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,58
- Kabelzug	0,044*
<b>Schrittreaktion nach hinten</b>	
<b>Schrittlänge bei Schritten nach hinten (cm)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,0017*
- Kabelzug	0,043*
<b>Schrittlänge bei Schritten zur Seite (cm)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,16
- Kabelzug	0,0042*
<b>Seitliche Schrittreaktionen</b>	
<b>Kreuzschritte (%)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,16
- Kabelzug	0,46
<b>Greifreaktionen</b>	
<b>Latenzzeit des M. biceps (Armbeugemuskel) (ms)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,99
- Kabelzug	0,8
<b>Frequenz von Greiffehlversuchen (% der Versuche)</b>	
- Plattform Verschiebungen	0,018*
- Kabelzug	0,63

\* statistisch signifikanter p-Wert

Wortanzahl:

Abstract: 186

Arbeit: 8000

