

Der Einfluss eines bewegten Kognitionstrainings als Einzel- und multiple Intervention auf verschiedene Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate bei älteren Erwachsenen

Von der Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
der Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde des Doktors der Philosophie (Dr. phil.)
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von

Ann-Katrin Kurz

aus Lüdenscheid

Hauptberichter: Prof. Dr. Nadja Schott

Mitberichter: Prof. Dr. Tobias Siebert

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Juni 2014

Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft der Universität Stuttgart

2014

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. Nadja Schott für Ihre langjährige umfassende Unterstützung. Ihre engagierte wissenschaftliche Betreuung und das mir entgegengebrachte Vertrauen haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Danke an Prof. Dr. Tobias Siebert für die Übernahme des Mitberichts.

Dem Frankfurter Verband möchte ich für die gute Kooperation und die Bereitstellung der Räumlichkeiten danken. Ebenso danke ich der Ludwig Artzt GmbH für die materielle Unterstützung in Form von Trainingsmaterialien. Außerdem danke ich Reinhard Fichte vom Institut für Sportwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität für seinen technischen Support.

Ein großer Dank gebührt den Seniorinnen und Senioren, die an der Studie teilgenommen haben.

Weiterhin danke ich dem Team des Dissertationsprojekts: Oliver Knobl, Alexandra Bohnstädt, Sabine Kania geb. Petzold, Marina Lagun und Ulrike Gniza - Dankeschön für Euer Engagement und die gute Zusammenarbeit.

Ein besonderer Dank gilt Dr. Sylvia Schnelle für ihre stete Unterstützung, Motivation und den unablässigen Glauben an mich. Danke!

Herzlichen Dank an Diana Sommer, die sich die Zeit für das Korrektorat und Lektorat der Arbeit genommen hat.

Mein innigster Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, ohne deren mannigfaltige Unterstützung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre und die stets ein feste Stütze waren und sind.

DANKE!

1 Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	14
Zusammenfassung	15
Abstract.....	17
1 Einleitung	19
2 Veränderungen im höheren Lebensalter und der Einfluss von körperlicher Aktivität	23
2.1 Physische und motorische Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter	24
2.1.1 Körperkomposition, Knochen und Gelenke	24
2.1.2 Kraft	25
2.1.3 Flexibilität	29
2.1.4 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf die motorische Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter	30
2.2 Funktionelle Fähigkeiten im höheren Lebensalter.....	34
2.2.1 Aktivitäten des täglichen Lebens.....	34
2.2.2 Posturale Kontrolle	35
2.2.3 Lokomotion.....	38
2.2.4 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf die funktionelle Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter	40
2.3 Krankheitsstatus im höheren Lebensalter.....	44
2.3.1 Kardiovaskuläre Krankheiten.....	45
2.3.2 Muskuloskelettale Erkrankungen	45
2.3.3 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf den Krankheitsstatus im höheren Lebensalter.....	47
2.4 Mentale Ressourcen im höheren Lebensalter	48
2.4.1 Depression und Angst.....	48
2.4.2 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf Depressionen und Ängste im höheren Lebensalter	51
2.5 Kognition im höheren Lebensalter	52

2.5.1	Allgemeine Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter.....	52
2.5.2	Kognitive Anforderungen an die funktionellen Fähigkeiten im höheren Lebensalter.....	57
2.5.3	Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter.....	60
3	Stürze im höheren Lebensalter	64
3.1	Definition.....	64
3.2	Sturzrisikofaktoren.....	65
3.3	Modifikation der Sturzrisikofaktoren.....	74
3.3.1	Einzelinterventionen	75
3.3.1.1	Sturzrisiko-Assessment und -Management-Programme.....	75
3.3.1.2	Körperliche Aktivität	76
3.3.1.3	Modifikation der Umgebungsbedingungen.....	77
3.3.1.4	Aufklärungsprogramme	78
3.3.1.5	Kalzium- und Vitamin D-Substitution.....	78
3.3.2	Multifaktorielle Interventionsmaßnahmen	79
3.4	Effektivität von Interventionsmaßnahmen.....	80
3.4.1	Effektivität von Einzelinterventionsmaßnahmen auf Stürze und das Sturzrisiko.....	81
3.4.2	Effektivität von multifaktoriellen Interventionsmaßnahmen auf Stürze und das Sturzrisiko	88
4	Zusammenfassung und Fragestellung.....	93
5	Methodik	100
5.1	Untersuchungsdesign.....	100
5.1	Stichprobencharakteristik.....	101
5.1.1	Stichprobenentwicklung	101
5.1.2	Stichprobenbeschreibung	104
5.2	Untersuchungsmethoden	109
5.3	Trainingsinterventionen und -durchführung.....	121
5.3.1	Aufbau der Trainingseinheiten	121
5.3.2	Trainingsdurchführung.....	122
5.3.3	Trainingsinhalte.....	123

5.3.3.1	Allgemeines Aufwärmen	123
5.3.3.2	Motorisches Training	123
5.3.3.3	Bewegtes Kognitionstraining.....	125
5.3.3.4	Cool-down/Stundenausklang	126
5.4	Statistische Auswerteverfahren	126
6	Ergebnisse und Diskussion der Sturzrisikofaktoren	128
6.1	Ergebnisse zum Block physische Ressourcen	129
6.1.1	PASE	129
6.1.2	Krafttests	130
6.1.2.1	Aufstehetest	130
6.1.2.2	Bizeps-Curls.....	131
6.1.2.3	Frontheben	132
6.1.2.4	Kreuzheben.....	133
6.1.2.5	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Krafttests	134
6.1.3	Funktionelle Alltagstests.....	137
6.1.3.1	10-Meter-Gehtest.....	137
6.1.3.2	Timed-get-up-and-go-Test (TUG)	138
6.1.3.3	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der funktionellen Alltagstests.....	140
6.1.4	Gleichgewichtstests	143
6.1.4.1	Tandemstand	143
6.1.4.2	Einbeinstand	145
6.1.4.3	Einbeinstand mit geschlossenen Augen	147
6.1.4.4	Einbeinstand auf instabiler Ebene	148
6.1.4.5	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Gleichgewichtstests	149
6.1.5	Posturographie	152
6.1.5.1	Stehen mit geöffneten Augen	152
6.1.5.2	Stehen mit geschlossenen Augen	153
6.1.5.3	Aufstehen (normal).....	155
6.1.5.4	Aufstehen (schnell).....	156
6.1.5.5	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Posturographie.....	158
6.2	Ergebnisse zum Block mentale Ressourcen	160
6.2.1	SF-36	160
6.2.2	NLQ	162

6.2.3	SAFFE.....	163
6.2.4	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse des Blocks mentale Ressourcen	168
6.3	Ergebnisse zum Block Kognition	171
6.3.1	Reaktionszeit-Test.....	171
6.3.1.1	Einfache Reaktionszeit	171
6.3.1.2	Wahlreaktion schnell – bekannt	173
6.3.1.3	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Reaktionszeit-Tests.....	178
6.3.2	Block-Tapping-Test.....	180
6.3.3	Bilder-Test	181
6.3.4	Farb-Wort-Test.....	182
6.3.4.1	Farb-Wort-Test (Tafel 1)	182
6.3.4.2	Farb-Wort-Test (Tafel 2)	183
6.3.4.3	Farb-Wort-Test (Tafel 3)	184
6.3.4.4	Farb-Wort-Test (Interferenz)	184
6.3.5	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der einfachen Kognitionstests	185
6.3.6	Doppelaufgaben.....	187
6.3.6.1	Einbeinstand und Farb-Wort-Test (Tafel 2)	188
6.3.6.2	Einbeinstand und Farb-Wort-Test (Tafel 3)	190
6.3.6.3	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Doppelaufgaben „EBS und FWT“.....	192
6.3.6.4	Stehen auf der Kraftmessplatte und Farb-Wort-Test (Tafel 2).....	196
6.3.6.5	Stehen auf der Kraftmessplatte und Farb-Wort-Test (Tafel 3).....	199
6.3.6.6	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Doppelaufgaben „Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-2 und FWT-3“	201
6.4	Ergebnisse zu den Sturzereignissen	204
6.4.1	Entwicklung der Sturzhäufigkeit	204
6.4.2	Sturzrate, Sturzursachen und Sturzfolgen	205
6.4.3	Zusammenfassende Diskussion der Sturzereignisse	207
7	Abschließende Diskussion.....	210
7.1	Ergebnisdiskussion	210
7.1.1	Effekte des bewegten Kognitionstrainings	213
7.1.2	Effekte des kombinierten Bewegungstrainings (motorisches & bewegtes Kognitionstraining).....	217
7.1.3	Entwicklung der Kontrollgruppe	221

7.1.4	Fazit.....	222
7.2	Methodendiskussion	223
7.2.1	Stichprobe.....	223
7.2.2	Untersuchungsdesign	224
7.2.3	Untersuchungsmethoden.....	225
7.2.4	Statistische Auswerteverfahren	227
8	Fazit und Ausblick	228
	Literaturverzeichnis	231
	Anhang.....	255
	Erklärung	319

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einfluss körperlicher Aktivitäten auf verschiedene Fähigkeiten, Funktionen und Ressourcen	23
Abbildung 2: Faktoren, die den Rückgang in der Muskelmasse und der Muskelkraft im Alter verursachen (Schlicht & Schott, 2013, S. 103).....	27
Abbildung 3: Komponenten der posturalen Kontrolle (modifiziert nach Shumway-Cook & Woollacott, 2007, S. 160)	36
Abbildung 4: Gangbild eines älteren vs. jüngeren Menschen (Shumway-Cook & Woollacott, 2007, S. 346)	39
Abbildung 5: Querschnittsdaten zur kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter (Schlicht & Schott, 2013, S. 38)	53
Abbildung 6: Einfluss struktureller und neurobiologischer Gehirnveränderung auf Funktion, Kognition und Verhalten (Schlicht & Schott, 2013, S. 46).....	56
Abbildung 7: Interventionsmaßnahmen und ihr Einfluss auf verschiedene Sturzrisikofaktoren und Stürze	75
Abbildung 8: Studiendesign.....	101
Abbildung 9: „Flowchart“ über die Veränderung der Teilnehmerzahlen von Beginn des Interventionszeitraums bis zum Ende der Abschlussmessung	103
Abbildung 10: Operationalisierungsmodell.....	109
Abbildung 11-1 bis 11-3: Beispiele für Gleichgewichtsübungen.....	123
Abbildung 12-1 und 12-2: Beispiele für Kräftigungsübungen	124
Abbildung 13-1 und 13-2: Beispiele für bewegtes Kognitionstraining.....	125
Abbildung 14: Überblick der Ergebnisdarstellung der einzelnen Sturzrisikofaktoren	128
Abbildung 15: PASE-Gesamtscore in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	130
Abbildung 16: Aufstehetest in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	131
Abbildung 17: Bizeps-Curls in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	132
Abbildung 18: Frontheben in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	132
Abbildung 19: Kreuzheben in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	133
Abbildung 20: 10-Meter-Gehtest (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	137
Abbildung 21: Timed-get-up-and-go-Test (normal) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	138
Abbildung 22: Timed-get-up-and-go-Test (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	139
Abbildung 23: TDS mit dem rechten Bein vorn in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	144

Abbildung 24: TDS mit dem linken Bein vorn in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	144
Abbildung 25: EBS auf dem rechten Bein in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	145
Abbildung 26: EBS auf dem linken Bein in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	146
Abbildung 27: EBS auf dem rechten Bein mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$) ..	147
Abbildung 28: EBS auf dem linken Bein mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$) ..	148
Abbildung 29: EBS auf instabiler Ebene in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	149
Abbildung 30: Schwankung nach anterior-posterior beim Stehen mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	153
Abbildung 31: Schwankungsfläche beim Stehen mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	154
Abbildung 32: Schwankungsgeschwindigkeit beim Stehen mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	154
Abbildung 33: Schwankung nach medio-lateral beim Aufstehen(normal) in Abhängigkeit vom Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	155
Abbildung 34: Schwankung nach anterior-posterior beim Aufstehen (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	156
Abbildung 35: Schwankung nach medio-lateral beim Aufstehen (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	157
Abbildung 36: Schwankungsfläche beim Aufstehen (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	157
Abbildung 37: SF-36-Score körperliche Funktionsfähigkeit in Abhängigkeit vom Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	161
Abbildung 38: SF-36-Score der psychischen Funktionsfähigkeit in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	161
Abbildung 39: Gesamtscore des NLQ in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	162
Abbildung 40: SAFFE-Score des Aktivitätslevels in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	164
Abbildung 41: SAFFE-Score des Rückganges der Aktivitäten in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	165
Abbildung 42: SAFFE-Gesamtscore in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	165

Abbildung 43: SAFFE-Score der ADL in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	166
Abbildung 44: SAFFE-Score der Mobilitätsaufgaben in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	167
Abbildung 45: SAFFE-Score der sozialen Aktivitäten in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	167
Abbildung 46: Einfache RT in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	172
Abbildung 47: Variationskoeffizient bei der einfachen RT in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	172
Abbildung 48: RT bei der Wahlreaktion nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	173
Abbildung 49: RT bei der Wahlreaktion nach links in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	174
Abbildung 50: Variationskoeffizient der RT bei der Wahlreaktion nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	175
Abbildung 51: Wahlreaktionszeit nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	176
Abbildung 52: Wahlreaktionszeit nach links in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	176
Abbildung 53: Variationskoeffizient der Wahlreaktionszeit nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	177
Abbildung 54: Block-Tapping-Test in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	180
Abbildung 55: Bilder-Test in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	181
Abbildung 56: FWT-1 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	182
Abbildung 57: FWT-2 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	183
Abbildung 58: FWT-3 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	184
Abbildung 59: FWT-Interferenz in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	185
Abbildung 60: EBS und FWT-2 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	188
Abbildung 61: Anzahl der Korrekturen beim EBS und FWT-2 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	189
Abbildung 62: EBS und FWT-3 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01).....	190
Abbildung 63: Anzahl der Korrekturen beim EBS und FWT-3 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* p < .10; * p < .05; ** p < .01)	191

Abbildung 64: Schwankung nach anterior-posterior beim FWT-2 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	197
Abbildung 65: Schwankung nach medio-lateral beim FWT-2 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	197
Abbildung 66: Schwankungsfläche beim FWT-2 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	198
Abbildung 67: Schwankung nach anterior-posterior beim FWT-3 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$).....	200
Abbildung 68: Schwankungsfläche beim FWT-3 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)	200
Abbildung 69: Stürze der 60- bis 74-Jährigen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe	204
Abbildung 70: Stürze der 75- bis 93-Jährigen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe	205
Abbildung 71: Einfluss des motorischen Trainings auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten.....	211
Abbildung 72: Einfluss des bewegten Kognitionstrainings auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten.....	214
Abbildung 73: Einfluss des kombinierten Bewegungsprogramms auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten.....	218
Abbildung 74: Entwicklung der Kontrollgruppe in Bezug auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten.....	221

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Veränderungen im Gangmuster älterer Menschen (Shumway-Cook & Woollacott, 2007, S. 346 f.)	39
Tabelle 2: Sturzrisikofaktoren (modifiziert nach Rose, 2003)	66
Tabelle 3: Sturzrisikofaktoren: Analysen zum relativen Risiko (RR) sowie zum Odds Ratio (OR) (modifiziert nach Rubenstein & Josephson, 2006; vgl. Schott & Kurz, 2008, S. 47; Deandrea, Lucenteforte, Bravi, Foschi, La Vecchia, & Negri, 2010)	68
Tabelle 4: Effektive Einzelinterventionen zur Prävention von Stürzen	86
Tabelle 5: Effektive multifaktorielle Interventionen zur Prävention von Stürzen	90
Tabelle 6: Geschlechterverteilung der Bevölkerung Deutschlands 2006 (Böhm et al., 2009, S. 28)	104
Tabelle 7: Stichprobencharakteristik.....	105
Tabelle 8: Soziodemografische Merkmale der Stichprobe	108
Tabelle 9: Testverfahren.....	111
Tabelle 10: Prozentuale Veränderungen in den Krafttests von MZP 1 zu MZP 4	134
Tabelle 11: Zwischensubjekteffekte Timed-get-up-and-go-Test	139
Tabelle 12: Prozentuale Veränderungen in den funktionellen Alltagstests von MZP 1 zu MZP 4	140
Tabelle 13: Zwischensubjekteffekte TDS.....	144
Tabelle 14: Zwischensubjekteffekte EBS.....	146
Tabelle 15: Range der Mittelwerte und Standardabweichungen bei „Stehen mit geöffneten Augen“	152
Tabelle 16: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte mit geöffneten Augen.....	153
Tabelle 17: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte mit geschlossenen Augen.....	155
Tabelle 18: Zwischensubjekteffekte: Aufstehen (normal) auf der Kraftmessplatte	156
Tabelle 19: Zwischensubjekteffekte: Aufstehen (schnell) auf der Kraftmessplatte	158
Tabelle 20: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-2.....	199
Tabelle 21: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-3.....	201
Tabelle 22: Anzahl der Gestürzten und der Stürze in den Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung und nach 12 Monaten.....	205
Tabelle 23: Inzidenzrate und Inzidenzdichtenverhältnisse (IRR) in der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung und nach 12 Monaten.....	206

Zusammenfassung

Hintergrund:

Physische, mentale und kognitive alters- und krankheitsbedingte Veränderungen können die Leistungsfähigkeit des älteren Menschen beeinträchtigen und sich derart manifestieren, dass das Sturzrisiko erheblich ansteigt. Stürze zählen zu den häufigsten Unfallereignissen im höheren Lebensalter und tragen zu einer erheblichen Erhöhung der Multimorbidität bei. Für den Einzelnen implizieren Stürze insbesondere funktionelle Einbußen und die Angst erneut zu stürzen. Dies führt wiederum häufig zu Einschränkungen in der selbstständigen Lebensführung der älteren Menschen und folglich zu einer enormen Belastung für das Gesundheitswesen. Stürze resultieren in der Regel aus der Interaktion verschiedener Sturzrisikofaktoren und Umweltbedingungen. Verschiedene einzelne und multifaktorielle Interventionsmaßnahmen können eine Vielzahl der Sturzrisikofaktoren positiv beeinflussen und die Sturzrate senken. Für die selbstständig lebenden Senioren haben sich diesbezüglich vor allem Bewegungsprogramme, die auf die Stärkung physischer und funktioneller Ressourcen abzielen als wirksam erwiesen. Dennoch fehlen weiterhin eindeutige Nachweise für die effektivsten Interventionsinhalte und die optimalen Belastungsparameter. In den letzten Jahren rückte verstärkt die Identifikation der nachlassenden kognitiven Fähigkeiten als Sturzrisikofaktor in den Fokus der Forschungsbemühungen. Die Stärkung der kognitiven Ressourcen fand jedoch bislang kaum Beachtung bei der Planung von Interventionsmaßnahmen zur Sturzprävention.

Zielsetzung:

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Überprüfung der Effizienz von drei verschiedenen Bewegungsinterventionen, die unterschiedliche bedeutungsvolle Sturzrisikofaktoren fokussieren hinsichtlich physischer, funktioneller, mentaler und kognitiver Sturzrisikofaktoren und der Sturzrate.

Methodik:

87 selbstständig lebende Senioren im Alter von durchschnittlich 72,7 Jahren ($\pm 8,3$ Jahre) nahmen an der Studie teil. Die Interventionsmaßnahmen gliederten sich in zwei Einzelinterventionen - (1) ein motorisches Bewegungsprogramm mit Kraft- und Gleichgewichtstraining ($n = 25$) sowie (2) ein bewegtes Kognitionstraining, in dem kognitive Aufgaben mit motorischen Übungen – z. B. in Form von Doppelaufgaben – kombiniert wurden ($n = 22$), (3) eine multifaktorielle Intervention, die die Inhalte der beiden Einzelinterventionen miteinander kombinierte ($n = 19$) sowie (4) eine Kontrollgruppe ($n = 21$), die kein spezifisches Training erhielt. Die Trainingsinterventionen wurden in Kleingruppen zweimal wöchentlich über einen Zeitraum von 12 Monaten

durchgeführt. Vor Beginn der Intervention, nach 4, 8 und 12 Monaten wurden verschiedene physische, funktionelle, mentale und kognitive Parameter sowie die Stürze erhoben.

Ergebnisse:

Das kombinierte Bewegungsprogramm erweist sich am wirksamsten. Insbesondere in Bezug auf die Reduzierung physischer und kognitiver Sturzrisikofaktoren ergeben sich hier teilweise signifikante Effekte. Die Sturzrate reduziert sich von 53 % auf 16 % (IRR = 0.16, 95 % KI 0.08-0.40). Bei den Einzelinterventionen zeigen sich ebenfalls positive Entwicklungen hinsichtlich der verschiedenen Sturzrisikofaktoren. Diese fallen jedoch unterschiedlich stark aus. Das Kraft- und Gleichgewichtstraining stärkt in erster Linie – teilweise signifikant – die physischen Ressourcen und reduziert die Sturzrate von 44 % auf 24 % (IRR = 0.24, 95 % KI 0.02-0.46). Durch das bewegte Kognitionstraining werden vorrangig die kognitiven Fähigkeiten gesteigert, aber auch die physischen und mentalen Ressourcen weitestgehend positiv beeinflusst. Signifikante Effekte ergeben sich jedoch kaum und die Sturzrate bleibt für diese Trainingsintervention konstant (IRR = 0.41, 95 % KI 0.11-0.70).

Schlussfolgerung:

Bewegtes Kognitionstraining allein kann Stürze im höheren Alter nicht vorbeugen, wenngleich diese Intervention verschiedene Sturzrisikofaktoren positiv beeinflusst. Als multiple Intervention in Kombination mit einem Kraft- und Gleichgewichtstraining ist das bewegte Kognitionstraining effektiver. Um eine konkrete Aussage über die sturzpräventive Effektivität eines bewegten Kognitionstrainings zu ermöglichen, sind weiterführende Untersuchungen mit einem langfristig angelegten Follow-Up anzustreben. Die Interventionsinhalte sollten dabei hinsichtlich ihrer Intensität und Zusammensetzung überdacht und weiterentwickelt werden.

Abstract

Background:

Physical, mental and cognitive age-related changes and morbidity affect older people's physical performance and may enhance their fall risk. Falls are the most frequent casualty in older people and causes individuals functional deterioration and fear of falling. This results in enormous costs for the public health system. The interaction between several risk factors and environmental conditions leads to an increase risk of falling. Various single- and multifactorial interventions have positive effects on many risk factors and may minimize the rate ratio for falls. For community-dwelling older adults especially exercise interventions seem to be most efficient by sustaining physical and functional resources. However the most effective intervention regarding contents and dose is still missing. Recently researchers focused their attention to the decreasing cognitive function as a fall risk factor, but the enhancement of cognitive resources is not yet implemented in fall prevention programs.

Objectives:

The aim of this study is to determine the effects of three different exercise interventions on several physical, functional, mental, and cognitive fall risk factors and falls in older adults.

Methods:

87 community-dwelling adults aged 72.7 years (± 8.3 years) participated in this study. The interventions were divided into two single interventions – (1) strength and balance exercise ($n = 22$) and (2) cognitive training in motion, focusing on cognitive tasks combined with exercise, for example in terms of dual-tasks ($n = 21$), a multifactorial intervention, which combined both single interventions in once ($n = 19$) and no intervention in the control group ($n = 21$). The exercise interventions took place in group sessions twice weekly above 12 months. Data on physical, functional, mental, and cognitive performance and falls were collected at baseline after 4, 8, and 12 month.

Results:

The multifactorial exercise program crystallized as the most effective intervention. Particularly the physical and cognitive risk factors revealed partial significant effects. The incidence rate of falls was reduced after 12 month from 53 % to 16% (IRR 0.16, 95 % KI 0.08-0.40).

The strength and balance exercise intervention primarily sustained physical resources – partly significant – and reduced the incidence rate of falls after 12 month from 44 % to 24 % (IRR 0.24, 95 % KI 0.02-0.46). The cognitive training in motion enhanced cognitive functions and some physical and mental parameter as well, but significant effects

were not evident. The incidence rate of falls stayed continuous (IRR 0.41, 95 % KI 0.11-0.70).

Conclusion:

The cognitive training in motion as a single intervention cannot prevent falls in older adults, although it manipulate various risk factors positively. As part of the multifactorial intervention, the cognitive training in motion is more effective. Further studies with a long-term follow-up are needed to evidence the prevention of falls. The intervention ought to review and develop concerning contents and intensity.

1 Einleitung

Hilde (69) ist spät dran. Mit dem Rollkoffer an der Hand eilt sie zur Bushaltestelle, um zum Bahnhof zu gelangen. Währenddessen überlegt sie, ob sie auch an alles gedacht hat: Ausweis und Schlüssel, Herd ausgestellt, Nachbarin benachrichtigt wegen der Post? Der Bus hält und Hilde steigt ein. Sie muss noch ihre Fahrkarte abstempeln, als der Bus bereits losfährt – eine wackelige Angelegenheit. Mit dem Koffer an der einen Hand hangelt sie sich mit der anderen Hand von Haltestange zu Haltestange durch den vollen Bus, um einen freien Sitzplatz zu erreichen. Nach einer kurzen Verschnaufpause für Hilde erreicht der Bus den Bahnhof. Hilde windet sich aus dem Sitz, nimmt ihren Koffer und hievt diesen aus dem Bus. Am Bahnhof herrscht dichtes Gedränge. Auf der Suche nach dem richtigen Bahngleis bahnt sich Hilde ihren Weg durch die Menschen. Der Geräuschpegel ist enorm. Am Aufgang zum Bahngleis muss Hilde mit ihrem Koffer auf eine Rolltreppe steigen – abermals eine wackelige Angelegenheit. Am Bahngleis angekommen, steht der Zug bereits parat. Hilde muss nun noch den richtigen Waggon finden, in dem sie einen Sitzplatz reserviert hat. Auf dem Weg über das Gleis weicht sie immer wieder entgegenkommenden Menschen aus, die gerade aus dem Zug gestiegen sind. Endlich erreicht Hilde den richtigen Waggon. Sie wuchtet ihren Koffer die hohen Stufen hoch und steigt in den Zug. Nachdem Hilde schließlich ihren Sitzplatz gefunden hat, verstaut sie ihren Koffer auf einer Gepäckablage und sinkt schließlich dankbar in ihren Sitz.

Die Bewältigung des Alltags stellt für ältere Menschen eine große Herausforderung dar. Physische, mentale und kognitive Systeme und Funktionen werden ständig gefordert und beansprucht. Diese unterliegen jedoch ihrerseits altersbedingten Veränderungen, welche – zusammen mit den im Alter zunehmenden Krankheiten – die Leistungsfähigkeit des älteren Menschen beeinträchtigen. Insbesondere die alters- und krankheitsbedingten Veränderungen in den Systemen, die Gleichgewicht, Haltungskontrolle und Fortbewegung beeinflussen, können sich so stark ausprägen, dass das Sturzrisiko erheblich ansteigt.

So sind Stürze bei älteren Menschen weit verbreitet. In Deutschland ist mehr als die Hälfte der Unfälle (53,7 %) der über 60-Jährigen auf Stürze zurückzuführen (Robert-Koch-Institut, 2013). Im englischsprachigen Raum wird berichtet, dass etwa ein Drittel der über 65-Jährigen und die Hälfte der über 80-Jährigen jedes Jahr mindestens einmal stürzt (Lord, Sherrington & Menz, 2001; Tinetti, Speechley & Ginter, 1988). Mit jedem Sturzereignis steigt die Wahrscheinlichkeit eines weiteren Sturzes rasch an (Lord, Sherrington, Menz & Close, 2007). Sturzereignisse und deren Folgen können wiederum zu Einschränkungen der Funktionsfähigkeit, Gesundheit und Selbstständigkeit älterer Menschen führen (u. a. Todd & Skelton, 2004) und infolgedessen die Problematik der Multimorbidität und vorzeitigen Mortalität erhöhen (Tesch-Römer, Engstler & Wurm,

2006; Wiesner & Bittner, 2005). Dementsprechend entstehen enorme Kosten für das Gesundheitssystem. So ergeben sich im höheren Erwachsenenalter im Mittel direkte Kosten pro Stürzendem von 2.044 bis 25.955 USD und pro Sturz von 1.059 bis 10.913 USD, je nach Schwere der Verletzung (Heinrich, Rapp, Rissmann, Becker & König, 2010). Bedenkt man außerdem den demografischen Wandel mit der stetig steigenden Lebenserwartung und der raschen Zunahme der älteren Bevölkerung (Statistisches Bundesamt, 2011), wird deutlich, dass die Sturzproblematik auch von großer gesellschaftspolitischer und volkswirtschaftlicher Bedeutung ist, denn der Pflegebedarf und die Kostenexplosion werden weiter forciert (Kannus, Sievänen, Palvanen, Järvinen & Parkkari, 2005).

Aufgrund der individuellen und gesellschaftlich bedeutsamen Folgen von Stürzen älterer Menschen sind die Forschungsbemühungen zur Identifizierung von Sturzursachen und -risikofaktoren in den letzten 20 Jahren enorm gestiegen. Dabei hat sich als besondere Herausforderung erwiesen, dass ein Sturz im höheren Lebensalter vorrangig aus der Interaktion unterschiedlicher physischer und psychologischer Faktoren und den Umweltbedingungen resultiert (Tideiksaar, 2000). Analog zu den Bestrebungen der Aufklärung der Sturzrisikofaktoren wurden bereits zahlreiche Präventionsansätze zur Reduzierung des Sturzrisikos und der Sturzrate älterer Menschen evaluiert (im Überblick: Gillespie et al., 2009 und 2012; Chang et al., 2004; Shekelle et al., 2003). Diesbezüglich hat sich gezeigt, dass die wesentlichen Risikofaktoren durch körperliches Training zu modifizieren sind und dass multifaktoriell angelegte Interventionen, in denen verschiedene Risikofaktoren durch unterschiedliche Maßnahmen angesprochen werden, die größten Effekte aufweisen (Gillespie et al., 2009 und 2012).

Physische Sturzrisikofaktoren wie die nachlassende Muskelkraft oder Defizite im Gang und Gleichgewicht wurden bereits vielfach belegt (im Überblick: Rubenstein & Josephson, 2006). Ebenso konnte die Effektivität von Bewegungsprogrammen bezüglich dieser physischen Faktoren in zahlreichen Studien dokumentiert und nachgewiesen werden (Gillespie et al., 2009 und 2012).

Folglich rückte in den letzten Jahren vermehrt der Einfluss kognitiver Fähigkeiten und Funktionen auf das Sturzgeschehen in den Mittelpunkt der Sturzforschung (im Überblick: Chen, Peronto & Edwards, 2012). Insbesondere sogenannte Doppelaufgaben-Studien erbrachten die Erkenntnis, dass eine verringerte Verfügbarkeit kognitiver Ressourcen ein erhöhtes Sturzrisiko darstellen kann (Lundin-Olsson, Nyberg & Gustafson, 1997; Bloem, Steijns & Smits-Engelsman, 2003; Zijlstra, Ufkes, Skelton, Lundin-Olsson & Zijlstra, 2008; Beauchet et al., 2009a). Ferner ließ sich nachweisen, dass

selbstständig lebende Senioren¹ vorrangig bei Aktivitäten stürzen, bei denen ihre Aufmerksamkeit zwischen der Gleichgewichtskontrolle und anderen Aufgaben aufgeteilt werden muss (Zijlstra et al., 2008). Betrachtet man den Alltag älterer Menschen, wie den von Hilde aus dem obigen Beispiel, wird deutlich, dass im täglichen Leben ständig mehrere Dinge zugleich zu bewältigen sind, die die kognitiven Ressourcen beanspruchen.

Trotz der umfassenden Erkenntnisse zu Sturzrisikofaktoren und deren Modifikation wurden diese bislang nicht ausreichend genug in Interventionsmaßnahmen zur Prävention von Stürzen älterer Menschen implementiert. So existieren kaum Interventionsstudien, die die altersbedingten kognitiven Veränderungen bzw. die Förderung kognitiver Ressourcen berücksichtigen und diese in einem Bewegungsprogramm integrieren.

Dieses Forschungsdefizit greift die vorliegende Dissertation auf. Ziel der Arbeit ist die Überprüfung der Wirksamkeit eines bewegten Kognitionstrainings, eines kombinierten Bewegungstrainings (bewegtes Kognitionstraining und körperliches Kraft- und Gleichgewichtstraining) und eines reinen Kraft- und Gleichgewichtstrainings im Vergleich zu einer Kontrollgruppe hinsichtlich ausgewählter Sturzrisikofaktoren und der Sturzrate. Dadurch soll die Forschungslage zur Prävention von Stürzen unter Beachtung altersspezifischer kognitiver Aspekte ergänzt und ein Beitrag zur Benennung der effektivsten Interventionsinhalte von Sturzpräventionsprogrammen für selbstständig lebende Senioren geleistet werden.

Vor diesem Hintergrund thematisiert Kapitel 2 zunächst die aus bewegungswissenschaftlicher Sicht für die Sturzproblematik relevanten altersbedingten physischen, mentalen und kognitiven Veränderungen und deren Beeinflussung durch körperliche Aktivität, um die Komplexität des Sturzgeschehens abzubilden (Kapitel 2). Im Anschluss daran folgt die Darstellung des aktuellen Forschungsstandes bezüglich bekannter Sturzrisikofaktoren, welche mit einer Erörterung einschlägiger Forschungsergebnisse zu wirksamen Interventionsmaßnahmen zur Sturzprävention Stürzen schließt (Kapitel 3). In Kapitel 4 werden die theoretischen Grundlagen aus den vorhergehenden Kapiteln zusammengefasst und die Fragestellungen der vorliegenden Untersuchung abgeleitet. Die Beschreibung der Methodik der durchgeführten Studie erfolgt in Kapitel 5. Gegenstand von Kapitel 6 ist die Darstellung der Ergebnisse der Untersuchung in Bezug auf einzelne Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate sowie die Diskussion dieser

1 In der vorliegenden Arbeit wird das Wort „Senior(en)“ für einen besseren Lesefluss stellvertretend für „Seniorinnen und Senioren“ verwendet, ebenso „Teilnehmer“ für „Teilnehmerinnen und Teilnehmer“.

Ergebnisse unter Berücksichtigung der in Kapitel 2 und 3 dargelegten theoretischen Hintergründe des theoretischen Hintergrundwissens aus Kapitel 2 und 3. Eine zusammenfassende Ergebnis- und Methodendiskussion beinhaltet Kapitel 7. Den Abschluss der Arbeit bildet der Forschungsausblick.

2 Veränderungen im höheren Lebensalter und der Einfluss von körperlicher Aktivität

Die Kenntnis über die physischen, physiologischen und kognitiven Veränderungen im Alterungsprozess und deren Manipulation durch Sport und Bewegung bilden die Grundlage der Diskussion über Sturzrisikofaktoren und die Effektivität verschiedener Sturzpräventionsmaßnahmen.

Gegenstand dieses Kapitels ist zunächst eine Beschreibung derjenigen altersbedingten Veränderungen von Steuerungs- und Funktionsprozessen, welche die physischen und mentalen Ressourcen sowie die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Erwachsener negativ beeinflussen, chronische Erkrankungen begünstigen und in Bezug auf die Sturzproblematik im Alter aus sportwissenschaftlicher Sicht am bedeutsamsten sind. Des Weiteren wird der Einfluss körperlich-sportlicher Aktivität auf die verschiedenen lebensalterbezogenen Veränderungen dargestellt (vgl. Abb. 1).

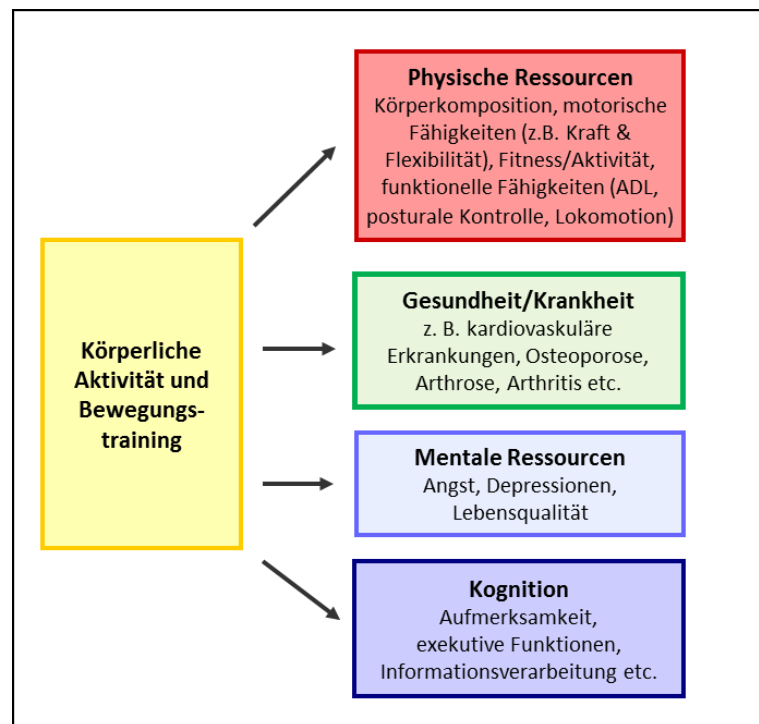


Abbildung 1: Einfluss körperlicher Aktivitäten auf verschiedene Fähigkeiten, Funktionen und Ressourcen

Die Abnahme physiologischer, motorischer und kognitiver Fähigkeiten im Alter ist vielfach belegt (vgl. Calautti, Serrati & Baron, 2001; D'Esposito, Zarahn, Aguirre & Rypma, 1999; Grady, 2000; Esposito, Kirkby, Van Horn, Ellmore & Berman, 1999). Die Abbauprozesse erfolgen im Altersgang progressiv und beginnen bereits ab dem 30. bis 40. Lebensjahr, teilweise noch früher. Da diese sehr langsam verlaufen, treten sie erst im höheren Alter, oftmals auch erst im hohen Alter in Erscheinung (Voelcker-Rehage, 2005). Faktoren wie Inaktivität, Krankheiten, mangelhafte Ernährung oder genetische

Dispositionen protegieren die Abbauprozesse im Altersgang. Demzufolge können die Veränderungen und Einschränkungen in den einzelnen Funktionsbereichen interindividuell sehr verschieden sein.

In vielen Bereichen kann dieser progressive Abbau durch die Teilnahme an entsprechenden Bewegungsprogrammen verzögert werden. Ebenso erfolgt der Leistungsabfall bei trainierten älteren Personen in wesentlich geringerem Ausmaß als bei Untrainierten. Beispielsweise wies Shepard bereits 1987 nach, dass aktive, trainierte ältere Erwachsene ab einem Alter von 70 Jahren noch über 65 % der einstigen maximalen Leistungsfähigkeit erreichen können, wohingegen der Wert der gleichaltrigen Inaktiven nur noch bei 40 % lag.

2.1 Physische und motorische Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

Mit zunehmendem Alter reduziert sich der Energieumsatz in Ruhe und Stoffwechselprozesse verlangsamen. Folglich verändern sich die Körperzusammensetzung sowie die Strukturen des aktiven und passiven Bewegungsapparates und demgemäß auch die physische und motorische Leistungsfähigkeit. Im Folgenden werden die wichtigsten altersbedingten Veränderungen der physischen und motorischen (hier: Kraft und Flexibilität) Leistungsfähigkeit beschrieben.

2.1.1 Körperkomposition, Knochen und Gelenke

Die Körperkomposition (Fett und Muskeln) verändert sich im Laufe des Lebens. Mit zunehmendem Alter nimmt der Flüssigkeitsgehalt des Körpers wie auch sein Anteil an aktiver Zellmasse deutlich ab. Dabei wird der Verlust der Muskelmasse durch Einlagerung von Fettmasse kompensiert. Infolgedessen steigt der Körperfettprozentsatz im Altersgang an. Während junge Frauen und Männer noch einen Körperfettanteil von etwa 27 bzw. 15 % haben, vergrößert sich dieser ab dem 3. Lebensjahrzehnt stetig und verschiebt so das Verhältnis von Körperfett zu Muskelmasse. Jenseits des 70. Lebensjahres kann der Körperfettprozentsatz bei Männern wie Frauen schließlich 30 bis 40 % betragen (McArdle, Katch & Katch, 2001).

Der Knochen des menschlichen Körpers ist ein dynamisches Gewebe, welches sich in einem ständigen Umbau befindet. Bis etwa zum 30. Lebensjahr baut sich die Knochenmasse bzw. Knochenmineraldichte (BMD²) auf und nimmt danach bei beiden Geschlechtern jährlich um circa 0,7 bis 1 % ab. Für Frauen gilt zudem, dass sich die Ver-

2 Bone mineral density

luste an Knochenmasse mit einsetzender Menopause auf 2 bis 3 % pro Jahr für weitere 5 bis 10 Jahre erhöhen. Durchschnittlich verlieren Frauen 30 bis 50 % ihrer Knochenmineraldichte während der Menopause (Spirduso, Francis & MacRae, 2005). Die Reduktion der Knochenmasse führt zu einer Verminderung der Knochendichte und einem Verlust an Knochenstruktur. Neben der genetischen Disposition ist der Knochenabbau auf hormonelle Veränderungen, die Ernährung sowie die steigende Inaktivität mit dem Alter zurückzuführen. Als Folge der veränderten Knochenstruktur im Alter ist insbesondere ein erhöhtes Frakturrisiko zu nennen.

Im Bereich des Bewegungsapparats sind vor allem Bänder und Gelenke vom verminderten Flüssigkeitsgehalt des Körpers betroffen. Die Elastizität des gesamten Bandapparats nimmt im Alter ab und so werden auch die Gelenkbänder weniger dehnbar. Folgen sind eine geringere Gelenkfestigkeit und ein größeres Risiko für Gelenkverletzungen bei Gewalteinwirkungen (de Marées, 2003). Zusätzlich wird die Gelenkbeweglichkeit durch Abnutzungserscheinungen, Versteifung und Ansammlungen von Schlackenstoffen eingeschränkt. Die physiologisch bedingten Veränderungen der Gelenke und des Bandapparates führen im höheren Alter in der Regel zu einem Flexibilitätsverlust. Weiterführende Erläuterungen zur Veränderung der Flexibilität erfolgen in Kapitel 2.1.3.

2.1.2 Kraft

Bezüglich der motorischen Fähigkeiten ist die Verringerung der Muskelkraft im Altersgang am auffälligsten. Diese Verluste führen beim älteren Menschen in erster Linie zu einer Beschränkung der Leistungsfähigkeit im Alltag. Nach Jette und Branch (1981) sind beispielsweise bei den über 75-Jährigen nur noch 72 % der Männer und 44 % der Frauen fähig, ein Gewicht von 4,5 Kilogramm zu heben. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Stump, Clark, Johnson und Wolinsky (1997) in ihrer Studie mit über 6000 älteren Erwachsenen im Alter von 70 Jahren und älter: 31 % der Senioren konnten eine Einkaufstüte mit einem Gewicht von 4 bis 5 Kilogramm nicht anheben, 36 % berichteten von Schwierigkeiten beim Gehen einer längeren Strecke und 26 % der Senioren waren nicht in der Lage, eine Treppe hinaufzusteigen, ohne zwischendurch eine Pause einlegen zu müssen. Als weitere Konsequenzen der reduzierten Muskelkraft werden Einschränkungen in der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit, eine verminderte Knochenfestigkeit sowie Gleichgewichts- und Mobilitätsprobleme der Senioren beschrieben (Brown, 2000; Conelly, 2000).

Die Kraftfähigkeiten unterscheidet man in Maximalkraft³, Schnellkraft⁴ und Kraftausdauer⁵, wobei die Maximalkraft die Grundlage der Schnellkraft und Kraftausdauer bildet (Schmidtbleicher, 2003, S. 16). In Abhängigkeit von der Beanspruchung der Muskulatur arbeitet diese konzentrisch, exzentrisch oder isometrisch. Im Altersgang lässt sich ein divergierender Entwicklungsverlauf der unterschiedlichen Kraftfähigkeiten beobachten.

Die *Maximalkraft* erreicht ihren Höhepunkt zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr und nimmt mit fortschreitendem Alter wieder ab. Nach dem 45. Lebensjahr können die Kraftverluste 1 bis 5 % pro Jahr betragen (vgl. Frontera, Hughes, Fielding, Fiatarone-Singh, Evans & Roubenoff, 2000).

Primär wird die verringerte Maximalkraft im Alter durch die Verminderung von Muskelmasse (Sarkopenie) induziert. Bezogen auf den Zeitraum zwischen dem 20. und 70. Lebensjahr belaufen sich diese Einbußen auf circa 30 bis 40 % (Hollmann & Hettinger, 2000). Diesbezüglich ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Verminderung der Muskelmasse generell nicht in einem linearen Zusammenhang zu einer reduzierten Muskelkraft im Altersgang steht (Manini & Clark, 2012).

Die Veränderungen in der Muskelmasse (Sarkopenie) und Muskelkraft (Dynapenie) sind nicht per se auf den Alterungsprozess zurückzuführen. Mangelhafte Ernährung, Inaktivität und die vermehrt auftretenden Krankheiten im Alter beeinflussen die Sarkopenie und Dynapenie zusätzlich. Darüber hinaus werden u. a. Modifikationen der Muskelfasern und deren Zusammensetzung, eine veränderte Muskeldurchblutung oder die Veränderung der motorischen Einheiten als Ursache der altersbedingten Kraftverluste benannt. (Abb. 2).

Als wesentliche altersassoziierte Veränderungen der Muskelfasern sind die reduzierte Anzahl, vorwiegend bedingt durch den Verlust von Motoneuronen und der geringere Muskelfaserquerschnitt zu nennen (Zimmermann, 2000). Die Muskelfasern lassen sich in Typ-I-Fasern (slow-twitch) und Typ-II-Fasern (fast-twitch) einteilen. Beide Fasertypen sind von einer Reduktion ihrer Anzahl betroffen. Eine geringere Faserdicke ist jedoch

3 Maximalkraft ist die höchste Kraft, die das neuromuskuläre System bei einer maximalen willkürlichen Kontraktion entfalten kann (Schmidtbleicher, 2003).

4 Die Schnellkraft wird definiert als „die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, einen möglichst großen Impuls (Kraftstoß) innerhalb einer verfügbaren Zeit zu entfalten. Ein Impuls ist charakterisiert durch die Steilheit des Kraftanstieges, das realisierte Kraftmaximum und die Impulsdauer“ (Schmidtbleicher, 2003, S. 18).

5 Die Kraftausdauer ist die „von der Maximalkraft abhängige Ermüdungswiderstandsfähigkeit gegen langdauernde oder sich wiederholende Belastungen bei statischer oder dynamischer Muskelarbeitsweise“ (Ehlenz, Grosser & Zimmermann, 1998, S. 71). Die zu bewältigenden Lasten sollten dabei mindestens 30 bis über 50 % der individuellen Maximalkraft liegen.

nur bei den Typ-II-Fasern zu beobachten (Lexell, 1995; Doherty, Vandervoort & Brown, 1993; Vandervoort, 2002). Die Veränderungen der Typ-II-Fasern sind durch die geringeren körperlich-sportlichen Aktivitäten im Alter begründet, denn zu ihrer Aktivierung bedarf es in erster Linie hochintensiver Belastungen, die im Alter eher reduziert werden (Landers, Hunter, Wetzstein, Bamman & Wiensier, 2001).

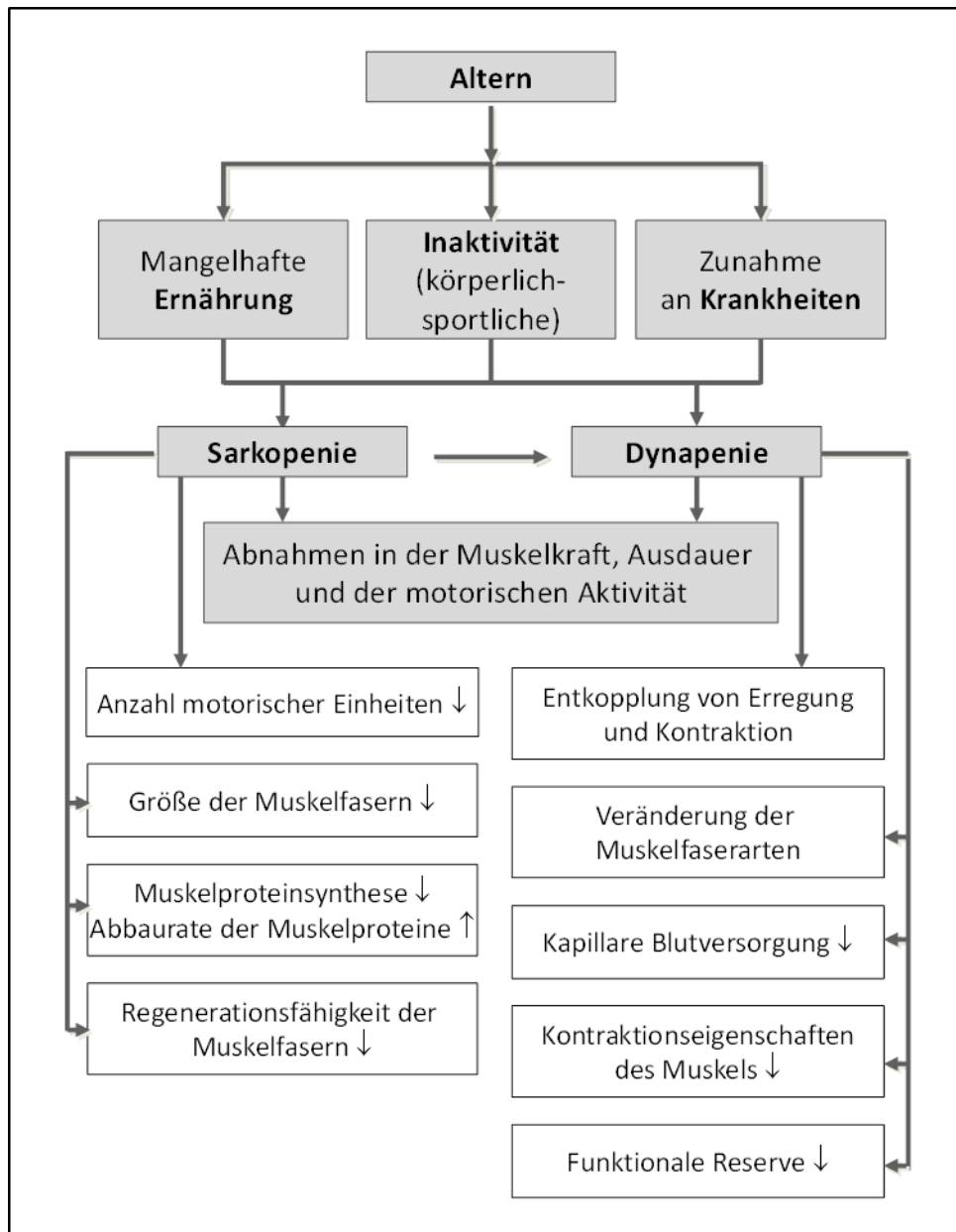


Abbildung 2: Faktoren, die den Rückgang in der Muskelmasse und der Muskelkraft im Alter verursachen - modifiziert nach Spirduso et al., 2005, S. 112 & Seene & Kaasik, 2012 (Schlicht & Schott, 2013, S. 103).

Für die veränderte Zusammensetzung der Muskelfasern im Alter scheint eine zunehmende Vermischung der Muskelfasertypen verantwortlich zu sein. Das heißt, ein großer Teil der Muskelfasern ist nicht mehr nur dem Typ I oder dem Typ II zuzuordnen. Darüber hinaus bewirkt Altern scheinbar eine Gruppierung der Fasertypen. Während

beim jüngeren Menschen die verschiedenen Fasertypen (Typ-I- und Typ-II-Fasern) gleichmäßig mosaikartig über den Muskel verteilt sind, bilden sie beim älteren Menschen größere einheitliche Gruppierungen, sogenannte Cluster. Diese veränderte Architektur der Muskeln wird zusätzlich für die verminderte Muskelkraft im Alter verantwortlich gemacht (Spirduo et al., 2005).

Die Durchblutung der Muskeln nimmt im Alter ab. Begründet wird dies durch eine verringerte Kapillarisation, die insbesondere bei sehr inaktiven Senioren nachzuweisen ist (Cartee, 1994). Daraus resultiert eine verminderte Sauerstoffkapazität im Muskel, denn der Sauerstoffaustausch erfolgt über die Kapillare. Dies hat wiederum einen veränderten Blutfluss zur Folge.

Bezüglich der motorischen Einheiten zeigt sich, dass deren Größe zwar mit steigendem Alter wächst, sich ihre Anzahl jedoch etwa ab dem 60. Lebensjahr reduziert (Vandervoort & McComas, 1986). Nach Rice (2000) ist ab dem 3. Lebensjahrzehnt mit jährlichen Verlusten in Höhe von 1 % zu rechnen, mit dem 60. Lebensjahr erhöht sich dieser Wert noch weiter. Ebenso verringert sich die Arbeitsgeschwindigkeit der überlebenden Motoneuronen im Alterungsprozess. Des Weiteren sind mit zunehmendem Alter Reduktionen im Innervationsverhältnis der motorischen Einheit zu beobachten, d. h. ein einzelnes Neuron versorgt weniger Muskelfasern (Spirduo et al., 2005). Die mangelnde Innervation und verringerte Arbeitsgeschwindigkeit beeinträchtigen insbesondere die Feinmotorik und die Fähigkeit zur kontrollierten Muskelkontraktion beim älteren Menschen (Spirduo et al., 2005).

Im Vergleich zu den Abnahmen in der Maximalkraft fallen die Defizite bei der *Schnellkraft* noch gravierender aus (Skelton, Greig, Davies & Young, 1994). Metter, Conwitt, Tobin und Fozard (1997) sprechen sogar von einer um 10 % höheren Verlustrate der Schnellkraft gegenüber der Maximalkraft. Bezüglich der Explosivkraft, definiert als größter Anstieg im Kraft-Zeit-Verlauf, wird von einer jährlichen Reduktion von 3 bis 4 % ab dem 65. Lebensjahr berichtet (Skelton et al., 1994). Dieser Verlust konnte sowohl bei konzentrischen Kontraktionen (hier: reaktive Sprünge im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus) als auch bei explosiv durchgeführten isometrischen Kontraktionen festgestellt werden.

Hinsichtlich der Veränderungen der Schnellkraft im Altersverlauf wurde die Ursachenforschung lange Zeit vernachlässigt. Schnellkräftige Bewegungen im höheren Erwachsenenalter wurden als nicht notwendig betrachtet und mit einem großen Verletzungsrisiko assoziiert (Schmidtbleicher, 1994). In Bezug auf die Sturzproblematik findet die Bedeutung des Schnellkraftverhaltens im Alter in den letzten Jahren aber immer mehr Beachtung und trägt damit folgender Erkenntnis Rechnung: Soll ein Sturz erfolgreich verhindert werden, so ist eine gut entwickelte Schnellkraftfähigkeit wichtiger als das Vermögen, möglichst hohe Kraftwerte zu erzielen (Granacher & Gollhofer, 2005).

Für die Verluste im explosiven Kraftverhalten werden die degenerativen Prozesse im neuromuskulären System verantwortlich gemacht (Häkkinen, Kraemer, Newton & Alen, 2001). Besonders die reduzierte Anzahl der Alpha-Motoneurone, das veränderte Rekrutierungs- und Frequenzierungsverhalten motorischer Einheiten sowie die Koaktivierung gelenkumgebender Muskeln bei willkürlichen Bewegungen stehen hier im Fokus (Macaluso & DeVito, 2004; Granacher & Gollhofer, 2005). Kostka (2005) begründet die Abnahmen in der Explosivkraft hingegen mit einer verringerten Muskelmasse und der nachlassenden Kontraktionsgeschwindigkeit. Er konnte in seiner Studie mit 335 Männern im Alter von 23 bis 88 Jahren eine Gewichtsabnahme des M. quadriceps femoris⁶ um 3,4 % und eine Minderung der Kontraktionsfähigkeit um 6,6 % pro Lebensdekade nachweisen.

Allgemeingültige Aussagen über die altersbedingten Veränderungen der Muskelkraft sind kritisch zu betrachten. Die bis dato evaluierten Modifizierungen des Kraftverhaltens im Alter sind von verschiedenen Faktoren abhängig:

- ⇒ der Art der gemessenen Kraft (isometrisch vs. konzentrisch vs. exzentrisch)
- ⇒ dem getesteten Muskel (untere vs. obere Extremität)
- ⇒ dem Aktivitäts- bzw. Inaktivitätsgrad der Person
- ⇒ Krankheiten

So weisen beispielsweise die isometrische und konzentrische Muskelkraft größere Verluste im Altersgang auf als die exzentrische Muskelkraft (Vandervoort, 2002).

Die Muskulatur der oberen Extremität (Armbeuger und -strecker) erfährt deutlich geringere Einbußen als die der unteren Extremität (Kniebeuger und -strecker) (Lynch et al., 1999; Vandervoort, 2002). Diesbezüglich ist zu erwähnen, dass Funktion und Struktur der unteren Extremität, insbesondere des M. quadriceps femoris, weitaus häufiger Gegenstand von Untersuchungen sind als andere Muskelgruppen.

Außerdem sind Veränderungen der Muskelfunktion und -kraft, wie bereits beschrieben, wesentlich von dem Aktivitätslevel und dem Krankheitsstatus der Person abhängig (vgl. Abb. 2).

2.1.3 Flexibilität

Die Flexibilität ist von der Bewegungsweite in den Gelenken und der Dehnfähigkeit der Muskeln, Bänder und Sehnen abhängig. Wie schon unter Kapitel 2.1.1 beschrieben, weisen die Gelenkstrukturen mit zunehmendem Alter Abnutzungserscheinungen auf,

6 Vierköpfiger Oberschenkelmuskel

die die Gelenkbeweglichkeit einschränken. Weiterhin erschwert die zunehmende Verkürzung von Muskeln, Bändern und Sehnen die Beweglichkeit ebenso wie die im höheren Alter vermehrt auftretenden Gelenkerkrankungen Arthrose oder rheumatische Arthritis.

Außerdem ist die Beweglichkeit der Gelenke von deren Nutzung abhängig. Wird ein Gelenk wenig oder nicht über den gesamten Bewegungsumfang beansprucht, verkürzt die beteiligte Muskulatur und das Bewegungsausmaß des Gelenks wird zunehmend eingeschränkt.

Die maximale Bewegungsweite (ROM)⁷ der Gelenke wird in der zweiten Lebensdekade erreicht. Zwischen dem 30. und 70. Lebensjahr ist ein Rückgang der ROM von 20 bis 30 % zu beobachten (Bell & Hoshizaki, 1981), welcher jedoch stark von Gelenk zu Gelenk variiert. Die größten Flexibilitätsverluste im Alter sind im Bereich der Wirbelsäule zu verzeichnen, wobei die Extension die am stärksten eingeschränkte Bewegungsrichtung ist. Bei Frauen im Alter von 70 bis 84 Jahren wurde diesbezüglich eine um 50 % verminderte Flexibilität im Vergleich zu 20- bis 29-Jährigen nachgewiesen (Einkauf, Gohdes, Jensen & Jewell, 1987). Die Autoren erklären diesen hohen Verlust mit den Bewegungsmustern im Alltag: Selten erfordern alltägliche Tätigkeiten eine Rumpflexion. Bei vielen Tätigkeiten wird eher die Rumpfflexion genutzt, z. B. beim Staubsaugen oder beim Ankleiden. Ähnlich hohe Flexibilitätseinbußen (35 bis 50 %) sind beim Sprunggelenk zu konstatieren (Vandervoort, Chesworth, Cunningham, Paterson, Rechnitzer & Koval, 1992). Für diese scheint besonders die Abschwächung der Dorsalflexoren verantwortlich zu sein. Die eingeschränkte Dorsalflexion des Fußes kann bei älteren Menschen Probleme beim Treppensteigen verursachen sowie vermehrt zu Stolpersituationen führen und damit das Sturzrisiko dieser Personen erhöhen (Spirduso et al., 2005).

2.1.4 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf die motorische Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

Es ist vielfach dokumentiert, dass die alters- und inaktivitätsbedingten Veränderungen der motorischen Leistungsfähigkeit durch entsprechendes Training positiv beeinflusst werden können (Latham, Bennett, Stretton & Anderson, 2004; Macaluso & DeVito, 2004; Baker, Atlantis & Fiartrone Singh, 2007).

Ein Forschungsschwerpunkt liegt hier auf der Untersuchung von Trainingsprogrammen und ihrer Effektivität im Hinblick auf die *Muskelfunktionen*. Dabei steht insbesondere

7 Range of motion

das Krafttraining im Fokus, denn bei älteren Erwachsenen wirkt sich vor allem eine gesteigerte Muskelkraft positiv aus: Alltägliche Tätigkeiten können leichter bewältigt werden, Gangparameter verbessern sich und eine allgemein größere Mobilität gewährleistet die funktionelle Unabhängigkeit (im Überblick: Latham et al. 2004).

Ein direkter Vergleich der zahlreichen Trainingsstudien gestaltet sich schwierig. Sowohl die Auswahl der Population (selbstständig lebende ältere Erwachsene vs. Heimbewohner) als auch das Alter der Teilnehmer (60- bis über 90-Jährige) variiert stark von Studie zu Studie. Weitere Faktoren, die einen Studienvergleich erschweren, sind neben den Trainingsinhalten (Übungsauswahl, trainierte Muskelgruppen, Art der Muskelarbeit) und Testmethoden (isometrische oder isokinetische Kraftmessung, 1-RM⁸, Muskelbiopsie, CT oder MRI⁹) Dauer und Frequenz des Trainingsprogramms, Anzahl der Sätze und Wiederholungen sowie die Intensität der Übungen. So reicht der Trainingszeitraum bei den Studien von 4 Wochen (Sherrington & Lord, 1997) bis zu 84 Wochen (McCartney, Hicks, Martin & Webber, 1996), wobei der Durchschnitt zwischen 8 und 12 Wochen liegt (z. B. Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen & Evans, 1988; Fiatarone et al., 1990; Lexell, 1995). Ähnlich verhält es sich mit der Trainingsfrequenz: Taaffe, Duret, Wheller und Marcus (1999) zeigten, dass bereits ein Training, welches einmal wöchentlich durchgeführt wird, zu einem Kraftzuwachs führen kann. Dahingegen ließen Sherrington und Lord (1997) ihre Teilnehmer täglich trainieren. In den meisten Studien wurde jedoch eine Frequenz von 3 Trainingseinheiten pro Woche bevorzugt.

Unabhängig von der Dauer und Intensität des Trainingsprogramms konnten dabei Trainingseffekte bezüglich der Maximalkraft nachgewiesen werden. Demnach führt sowohl hochintensives Krafttraining bei 80 % des 1-RM als auch weniger intensives Krafttraining bei 40 bis 60 % des 1-RM zu Verbesserungen der Muskelfunktionen (Fiatarone Singh, 2002; Brown, 2000). Die Zugewinne im Bereich der Maximalkraft variieren bei den älteren Erwachsenen von wenigen Prozenten bis hin zu 174 % (Fiatarone et al., 1990; Frontera et al., 1988; Häkkinen et al., 2001). Wie hoch die Kraftzuwächse ausfallen, ist im Wesentlichen von dem Trainingszustand der Teilnehmer und der Trainings- und Testsituation abhängig. Je niedriger das Ausgangsniveau der Kraftfähigkeiten der Teilnehmer, desto größer sind die Kraftzuwächse (Frontera et al., 1988; Lexell, 2000). Entsprechen die Trainingsinhalte den Testmethoden hinsichtlich Übung, Gerät, Kontraktionsform etc. so lassen sich ebenfalls höhere Zugewinne der Maximalkraft verzeichnen (Brown, McCartney & Sale, 1990).

8 One Repetition Maximum: Test zur Bestimmung der Maximalkraft

9 Computer Tomography und Magnet Resonance Image

Für diese Trainingseffekte scheinen verschiedene Faktoren verantwortlich zu sein. Werden Verbesserungen der Muskelkraft in der ersten Trainingsphase vor allem Lerneffekten zugeschrieben, so sind sie nach circa 3 bis 4 Wochen zunehmend auf neuronale Adaptationen zurückzuführen (Häkkinen et al., 2001; Lexell, 2000). Eine Hypertrophie und Kraftzuwächse beim trainierten Muskel lassen sich schließlich nach etwa 6 Wochen Training nachweisen (Macaluso & DeVito, 2004).

In den letzten Jahren wurden vermehrt Studien publiziert, die die Effektivität verschiedener Trainingsformen im Hinblick auf die Schnellkraftfähigkeit älterer Menschen zum Gegenstand haben (Macaluso & DeVito, 2004; Hazell, Kenno & Jakobi, 2007; Skelton, Young, Greig & Malbut 1995; Henwood, Riek & Taaffe, 2008). Danach fördern sowohl spezifisches Schnellkrafttraining als auch allgemeines Krafttraining die Schnellkraftfähigkeit älterer Menschen (Caserotti, Aagaard, Buttrup Larsen & Puggaard, 2008; Henwood et al., 2008).

Capodaglio, Capodaglio, Ferri, Scaglioni, Marchi und Saibene (2005) untersuchten beispielsweise den Einfluss eines einjährigen multimodalen Trainingsprogramms (3 Trainingseinheiten Krafttraining und 1 Trainingseinheit aerobe Aktivitäten wöchentlich) auf die Muskelfunktion, die funktionelle Leistungsfähigkeit und die körperliche Aktivität älterer Menschen über 75 Jahre. Die Teilnehmer der Trainingsgruppe führten Übungen zur Kräftigung der unteren Extremität mit einer Belastungsintensität von 60 % des 1-RM aus - sowohl an Geräten als auch zu Hause, wo sie mit elastischen Übungsbändern arbeiteten. Nach einem Jahr Training waren bei den Frauen signifikante Verbesserungen der Maximalkraft der Knieextensoren um 21,5 % sowie der Plantarflexoren um 12 % zu verzeichnen. Ebenfalls erhöhten sich die Schnellkraftwerte der Beinstrecker um 22,5 %. Bei den Männern war hingegen nur eine geringe Verbesserung der Muskelfunktionen von 4 bis 8 % zu verzeichnen. Dies ist wahrscheinlich auf die für dieses Geschlecht eher niedrig gewählte Belastungsintensität zurückzuführen. Für die funktionelle Leistungsfähigkeit wurden jedoch bei Frauen wie Männern signifikante Trainingseffekte festgestellt.

Caserotti und Kollegen (2008) wiesen in ihrer Studie nach, dass ein 12-wöchiges explosives Krafttraining an Geräten sowohl bei über 60-Jährigen als auch bei über 80-Jährigen positive Trainingseffekte auf die Muskelfunktionen (Maximal- und Schnellkraft) erbringen kann.

Ein wiederum anderes Untersuchungsdesign wählten Henwood und Kollegen (2008). Sie führten eine Vergleichsstudie mit 67 älteren Erwachsenen (65-87 Jahre) durch, in der die Effektivität eines 24-wöchigen Schnellkrafttrainings und eines normalen Krafttrainings (75 % des 1-RM) hinsichtlich der Muskelfunktionen überprüft wurden. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ergaben sich hier bei beiden Trainingsgruppen signifikante Verbesserungen für die dynamisch-konzentrische Muskelkraft, die isometrische

Maximalkraft sowie den maximalen Kraft-Zeit-Anstieg. Weiterhin ließen sich in beiden Trainingsgruppen signifikante Trainingseffekte im Bereich der funktionellen Leistungsfähigkeit konstatieren.

Granacher, Gruber, Gollhofer und Strass (2007) zeigten mit ihrer Untersuchung, dass ein sensomotorisches Training, welches über einen Zeitraum von 13 Wochen durchgeführt wurde, ebenfalls die Möglichkeit zur Verbesserung der Maximalkraft (13,1 %) und Explosivkraft (25,1 %) bei Männern im Alter von 60 bis 80 Jahren bietet.

Die hier dargestellten Studien verdeutlichen die Komplexität der Forschungsbemühungen bezüglich der Trainierbarkeit der Muskelfunktionen im höheren Alter. Obgleich die Trainingsinterventionen Maximalkraft- oder Schnellkrafttraining, Freihantel- oder Gerätetraining, Training mit elastischen Bändern und kleinen Gewichten oder sensomotorisches Training beinhalten – gemein ist allen, dass Verbesserungen der Muskelfunktionen bei älteren Menschen nachgewiesen werden konnten. Diese Ergebnisse belegen die Bedeutsamkeit körperlicher Aktivität für die Muskelfunktionen im höheren Lebensalter.

Die Flexibilität lässt sich durch ein langfristig angelegtes Bewegungstraining ebenfalls noch im höheren Alter verbessern (Misner, Massey, Bembien, Coing & Patrick, 1992). Großräumige Übungen, die die gesamte Bewegungsweite des Gelenks beanspruchen, sind diesbezüglich besonders geeignet. Statisches und dynamisches Stretchen, Aerobic, Tanzen, Tai-Chi-Chuan und auch Krafttraining erweisen sich als geeignete Übungsformen, um den ROM in Abhängigkeit vom Gelenk zu verbessern (Fatouros et al., 2002). Rikli und Edwards (1991) untersuchten über 3 Jahre hinweg bei 21 Frauen im Alter von 57 bis 85 Jahren die Auswirkungen eines dreimal wöchentlichen Aerobic-Trainings auf die Schulterbeweglichkeit. Der Hauptteil des 1-stündigen Trainings bestand aus gymnastischen Übungen. Bereits nach einem Jahr war eine deutliche Verbesserung der Schulterbeweglichkeit nachweisbar und auch durch kürzer angelegte Interventionen konnten positive Effekte hinsichtlich der Flexibilität nachgewiesen werden. Ein 12-wöchiges Tai-Chi-Training mit Männern und Frauen im Alter von 58 bis 70 Jahren erbrachte beispielsweise für die Rumpfflexion eine Verbesserung von 21 % im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (Lan, Lai, Chen & Wong, 1998). Ein reines Stretching-Training führten Rider und Daly (1991) durch: 10 Wochen absolvierten ältere Erwachsene (Ø 71,8 Jahre) dreimal wöchentlich 30 bis 40 Minuten Dehnübungen. Die Teilnehmer der Trainingsgruppe konnten ihre Beweglichkeit im unteren Rücken und im Bereich der Oberschenkelrückseite (Sit-and-reach-Leistung) um 25 % verbessern, die Wirbelsäulenextension sogar um 40 %. In der Kontrollgruppe konnten dahingegen keinerlei veränderte Werte registriert werden. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Art der körperlichen Aktivität für eine Verbesserung der Beweglichkeit irrelevant ist, solange diese nur großräumige Bewegungen beinhaltet.

Zu der Beschreibung der Trainierbarkeit im Alter lässt sich abschließend festhalten, dass ältere Menschen hinsichtlich ihrer motorischen Leistungsfähigkeit von regelmäßiger körperlicher Aktivität und Trainingsprogrammen profitieren - unabhängig von deren Dauer, Inhalten und Intensität. Diesbezüglich ist jedoch zu beachten, dass die körperliche und motorische Leistungsfähigkeit von trainierten Personen in jedem Alter deutlich über der von Untrainierten liegt.

2.2 Funktionelle Fähigkeiten im höheren Lebensalter

Funktionelle Fähigkeiten sind die physischen, psychischen, sozialen und kognitiven Fähigkeiten, die für die Bewältigung des täglichen Lebens erforderlich sind. Mit zunehmendem Alter gewinnen diese immer mehr an Bedeutung, da sie die Grundlage einer selbstständigen Lebensführung darstellen. Für die Sturzproblematik sind dabei besonders die Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL¹⁰), die posturale Kontrolle (Haltungskontrolle) und die Lokomotion (Fortbewegung) von Bedeutung. Im Folgenden werden diese drei Bereiche näher betrachtet und im Anschluss der Einfluss körperlicher Aktivität erläutert.

2.2.1 Aktivitäten des täglichen Lebens

Die Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) beschreiben die Fähigkeit, bestimmte Basisaktivitäten der Pflege und Versorgung der eigenen Person zu leisten. Dazu zählen Essen, Trinken, Baden/Duschen, ins-Bett-Gelangen/aus-dem-Bett-Aufstehen und das An- und Ausziehen. Defizite in den ADL gehen üblicherweise mit einem hohen Mobilitätsverlust der betroffenen Person einher und lassen auf einen relativ ausgeprägten Grad der Hilfebedürftigkeit dieser Person schließen (Menning, 2006). Daten der SHARE-Studie¹¹ zeigen, dass bei den selbstständig lebenden Senioren in Deutschland der Anteil derjenigen, die eine oder mehrere Einschränkungen in den ADL aufweisen, bis zum 80. Lebensjahr relativ gering ist. Bei den über 80-Jährigen treten diese Einschränkungen dagegen vermehrt auf. So ist etwa ein Drittel der Männer und Frauen jenseits des 80. Lebensjahres bei mindestens einer der Basisaktivitäten der Selbstversorgung wie Anziehen, Baden/Duschen oder Essen eingeschränkt (Menning, 2006).

10 Activities of Daily Living

11 Survey of Health, Aging, and Retirement in Europe: Mehr als 40.000 Personen im Alter von 50 Jahren und älter wurden u. a. zu ihrer Gesundheit befragt. Einbezogen wurden Ältere in Deutschland, Österreich und der Schweiz und weiteren 12 Ländern in Europa. Die zentrale Koordination unterlag dem Mannheimer Forschungsinstitut Ökonomie und Demographischer Wandel.

Die komplexeren Tätigkeiten, die für die Bewältigung des Alltags erforderlich sind, werden durch die instrumentalen Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL¹²) beschrieben. Diese umfassen diejenigen Tätigkeiten, die notwendig sind, um ein selbstständiges Leben in einem Privathaushalt zu führen. Hierzu zählen z. B. einkaufen gehen, Mahlzeiten zubereiten, die Haushaltsreinigung, Wäsche waschen sowie auch die finanziellen Angelegenheiten regeln. Bei den über 80-Jährigen sind 39 % der Männer und 44 % der Frauen in mindestens einer IADL eingeschränkt.

2.2.2 Posturale Kontrolle

Täglich werden Menschen sowohl einfache (stehen, sitzen, gehen) als auch komplexe Bewegungshandlungen (z. B. einkaufen in einem vollen Einkaufszentrum) abverlangt. Nach Shumway-Cook und Woollacott (2007) resultieren Bewegungshandlungen aus der Interaktion zwischen individuellen Kompetenzen (z. B. Maximal- und Schnellkraft, kognitive Fähigkeiten, Einschränkung sensorischer Funktionen), Aufgabenanforderungen (z. B. gehen, stehen, Einfach- oder Mehrfachaufgaben) und Umweltfaktoren (z. B. verschiedene Untergründe, wechselnde Beleuchtung).

Grundlage jeglicher Bewegungshandlung ist die *posturale Kontrolle*. Diese wird definiert als Kontrolle des Körpers im Raum, um Stabilität und Orientierung zu ermöglichen (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Die *posturale Orientierung* bezeichnet wiederum das aufgabenangemessene Verhältnis der Körperteile zueinander und die Ausrichtung des Körpers zur Umwelt (Horak & Macpherson, 1996). Die posturale Stabilität ist die Fähigkeit, den Körper im Gleichgewicht zu halten: Ein Körper befindet sich im Gleichgewicht, wenn sein Körperschwerpunkt (KSP¹³) über seiner Unterstützungsfläche (BOS¹⁴) gehalten wird. Die posturale Kontrolle wird durch die Interaktion verschiedener Systeme gewährleistet (Abb. 3). Dazu zählen:

- ⇒ sensorische Prozesse, die die Organisation und das Zusammenspiel des visuellen, vestibulären und somato-sensorischen Systems garantieren. Diese liefern Informationen über die Umgebungsbedingungen, die Lage des Körpers im Raum und zu anderen Objekten oder Personen sowie Informationen aus Haut-, Gelenk-, und Muskelrezeptoren

12 Instrumental Activities of Daily Living

13 Der Körperschwerpunkt (KSP) ist definiert als das Zentrum der gesamten Körpermasse und wird bestimmt als das gewichtete Mittel aus den verschiedenen Körperteilmassen. Die vertikale Projektion des KSP wird als „Center of gravity“ (COG) bezeichnet.

14 Base of support: Die Unterstützungsfläche (BOS) bezeichnet den Bereich, in dem sich der Körper bzw. das Objekt in Kontakt mit dem Untergrund befindet.

- ⇒ muskuloskelettale und (neuro)muskuläre Komponenten, wie z. B. Gelenkbeweglichkeit, Muskelbeschaffenheit, neuromuskuläre Synergien, Erzeugung der nötigen Kräfte
- ⇒ das kognitive System, welches die Basis für adaptive und antizipatorische Aspekte der posturalen Kontrolle repräsentiert und für die Verarbeitung von Informationen aus den anderen Systemen verantwortlich ist (Shumway-Cook & Woollacott, 2007)

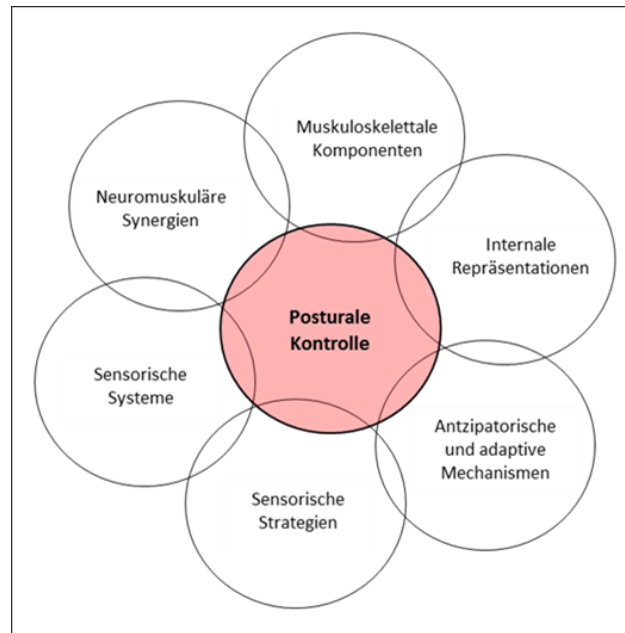


Abbildung 3: Komponenten der posturalen Kontrolle (modifiziert nach Shumway-Cook & Woollacott, 2007, S. 160)

In Alltagssituationen wird die posturale Kontrolle ständig gefordert. Wenn einer Person beispielsweise während eines Spaziergangs plötzlich ein Ball vor die Füße rollt, müssen die Informationen aus den sensorischen Systemen in hinreichender Schnelligkeit wahrgenommen werden. Die Person muss schnell und akkurat reagieren und überlegen, was zu tun ist (Verarbeitung der Information im Zentralnervensystem), um schließlich dem Hindernis auszuweichen oder die Bewegung zu stoppen (adäquate, präzise muskuläre Antwort), sodass sie nicht aus dem Gleichgewicht gerät.

Für den älteren Menschen stellt die Erhaltung des Gleichgewichts aufgrund der altersbedingten Veränderungen der beteiligten Systeme eine besondere Herausforderung dar.

Im visuellen System ist im Altersgang eine Verschlechterung nahezu aller Sehleistungen zu beobachten, welche in einem verringerten Sehvermögen resultieren. Dazu zählen u. a. die Verminderung der Sehschärfe, die Einengung des Gesichtsfelds, eine beeinträchtigte Tiefenwahrnehmung, eine schlechtere Farb- und Kontrastwahrnehmung oder die Altersweitsichtigkeit.

Bezüglich des somato-sensorischen Systems ist die Beeinträchtigung der Druck- und Berührungsempfindungen im Alter zu nennen. Ebenso sind die Propriozeption¹⁵ und die Fuß- und Fußgelenkstellung betroffen. Die Veränderungen im somato-sensorischen System sind in erster Linie auf die Degeneration von peripheren Nervenfasern und Rezeptoren zurückzuführen. Insbesondere die taktile Sensitivität der Fußsohlen nimmt mit zunehmendem Alter ab. Ältere Personen haben zum Beispiel häufig Schwierigkeiten, eine Veränderung von Bodenverhältnissen wahrzunehmen.

Veränderungen im vestibulären System sind bereits im frühen Erwachsenenalter zu beobachten und verlaufen im Altersgang progressiv. In einem Alter von 70 Jahren wurde ein Verlust von mehr als 40 % der vestibulären Sinneshärchen und der dazugehörigen Nervenzellen nachgewiesen (Rosenhall & Rubin, 1975). Dies resultiert in einer verminderten Sensitivität für Kopfbewegungen. Des Weiteren reduziert sich im Altersgang der vestibulo-okulare Reflex (VOR), der dazu dient, eine stabile visuelle Wahrnehmung während der Kopfbewegungen zu ermöglichen. Diese Veränderungen werden in der Regel für den Schwindel, über den viele ältere Personen berichten, verantwortlich gemacht.

Im muskulären System sind die altersbedingten Veränderungen insbesondere durch den Abbau der Maximal- und Explosivkraft charakterisiert (Kapitel 2.1.2). Beispielsweise konnte Young (1986) zeigen, dass gesunde Frauen im Alter von 80 Jahren kaum noch in der Lage sind, genügend Kraft im M. quadriceps femoris zu entwickeln, um von einem Stuhl aufzustehen. Außerdem benötigen ältere Personen mehr Zeit, um eine situationsangemessene Bewegung zu planen und auszuführen. Die Auswahl des richtigen Ausmaßes von Kraftdosierung und Bewegungsweite fällt älteren Menschen zunehmend schwerer.

Der Verlust von Motoneuronen im motorischen Kortex und im Rückenmark, die Verlangsamung der Nervenleitgeschwindigkeit und die Verringerung wichtiger Neurotransmitter wie z. B. Dopamin – wichtige Komponenten beim Zusammenspiel der Muskeln und der Ausführung von Bewegungen – kennzeichnen die Veränderungen auf neuromuskulärer Ebene im Alter (Spirduso et al., 2005).

Dem kognitiven System wird eine zentrale Rolle bei der Koordination der Informationen aus dem sensorischen und muskulären System beigemessen. Beispielsweise ist ein gewisses Maß an Aufmerksamkeit für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts unter variierenden Bedingungen erforderlich (Woollacott, 2000). Die kognitiven Fähigkeiten unterliegen ihrerseits ebenfalls altersbedingten Veränderungen. Diese werden auf-

15 Fähigkeit des Körpers, Lage und Lageänderungen des Halte- und Bewegungsapparates zu registrieren; Tiefensensibilität)

grund ihrer Bedeutsamkeit für die vorliegende Untersuchung in Kapitel 2.5 ausführlich erläutert.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die altersbedingten Einbußen in der posturalen Kontrolle in erster Linie aus den Veränderungen in den sensorischen, (neuro-)muskulären und kognitiven Funktionen resultieren (Simoneau & Leibowitz, 1996; Woollacott, 2000). Zusätzlich beeinträchtigen im höheren Alter verstärkt auftretende Erkrankungen wie Parkinson, Neuropathien oder Arthritis die Gleichgewichtskontrolle einer Person. Psychologische Faktoren wie z. B. Sturzangst oder ein geringes Vertrauen in die eigenen Gleichgewichtsfähigkeiten sorgen zusätzlich für Veränderungen der posturalen Kontrolle älterer Menschen (Maki, Holliday & Topper, 1991).

2.2.3 Lokomotion

Lokomotion bzw. Fortbewegung bezeichnet die aktive Bewegung von Individuen, die mit einer Ortsveränderung einhergeht. Die wohl wichtigste Form der Lokomotion ist das Gehen. Der menschliche Gang ist ein komplexes Verhalten, welches die Koordination vieler Muskeln und Gelenke erfordert. Um sich sicher im Alltag fortbewegen zu können, nutzt der Mensch die verschiedensten sensorischen Informationen, um sein Verhalten an die ständig wechselnden Umgebungsanforderungen anzupassen (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Die Beschreibung des Ganges erfolgt hinsichtlich zeitlicher und räumlicher Parameter. Hierzu zählen Geschwindigkeit, Schrittlänge, Kadenz (Schritte pro Minute), Schreitlänge, Schrittweite, Standphase, Schwungphase und Doppelkontaktphase. Bei älteren Menschen verändert sich das Gangbild im Vergleich zu Jüngeren dahingehend, dass in erster Linie die Gehgeschwindigkeit abnimmt (Blischke & Schott, 2010a). Bezüglich der gewohnten Gehgeschwindigkeit wird beispielsweise von einer über 12- bis 16-prozentigen Verlangsamung ab dem 7. Lebensjahrzehnt berichtet. Für die schnelle Gehgeschwindigkeit fallen die Verluste noch größer aus und liegen bei circa 20 % (Judge, Ounpuu & Davis, 1996). Für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Alter werden in der Regel die Verringerung der Schrittlänge und eine längere Doppelkontaktphase verantwortlich gemacht (Winter, Patla, Frank & Walt 1990; Beauchet et al., 2009b; Callisaya, Blizzard, Schmidt, McGinley & Srikanth, 2010). Darüber hinaus ist bei älteren Personen eine größere Variabilität in der Schrittweite ebenso zu beobachten wie ein flacheres Aufsetzen der Füße und eine geringere Flexion im Hüft-, Knie- und Fußgelenk (siehe auch Abb. 4; Kerrigan, Todd, Croce, Lipsitz & Collins, 1998; Beauchet et al., 2009b; Ko, Hausdorff & Ferrucci, 2010). Die Veränderungen der Gangparameter im Alter sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

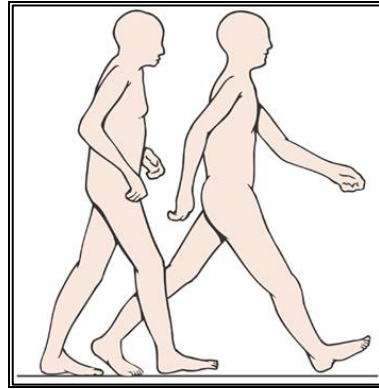


Abbildung 4: Gangbild eines älteren vs. jüngeren Menschen (Shumway-Cook & Woollacott, 2007, S. 346)

Die Ursache der Ganginstabilitäten bei älteren Menschen wurde bis dato nicht eindeutig geklärt. Einigkeit herrscht nur bezüglich der Multifaktorialität. Der Alterungsprozess per se und die im Alter vermehrt auftretenden Krankheiten werden diesbezüglich ebenso diskutiert wie die nachlassende Muskelkraft und Beweglichkeit sowie die eingeschränkte motorische und posturale Kontrolle. Die Interpretation der veränderten Gangparameter erfolgt dahin gehend, dass Senioren bewusst eine konservativere Gangart wählen, um die Einschränkungen in den physischen Fertigkeiten zu kompensieren und Stürze zu vermeiden (Woollacott & Tang, 1997; Cromwell & Newton, 2004).

Tabelle 1: Veränderungen im Gangmuster älterer Menschen (Shumway-Cook & Woollacott, 2007, S. 346 f.)

Zeitliche und räumliche Variablen	Abnahme der Geschwindigkeit Abnahme der Schrittlänge Abnahme der Kadenz (Schritte pro Minute) Abnahme der Schreitlänge Zunahme der Schrittweite Zunahme der Standphase Zunahme der Zeit der Doppelkontaktphase Abnahme der Schwungphase
Kinematische Variablen	Abnahme in der Vertikalbewegung des KSP Reduzierter Armschwung Flacher Fußabsatz während der Standphase
Kinetische Variablen	Reduzierte Beugung und Streckung von Fuß-, Knie- und Hüftgelenk Abnahme in der Kraft beim Fußabdruck Abnahme in der Absorptionsfähigkeit beim Fußaufsatz

Kognitive Faktoren wie die Teilung der Aufmerksamkeit, mangelnde sensorische Fähigkeiten und psychologische Faktoren – z. B. Sturzangst – können ebenfalls zur Beeinträchtigung der Fortbewegung führen (Hausdorff et al., 2001; Chandler, Duncan, Kochersberger & Studenski, 1998; Maki, 1997).

2.2.4 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf die funktionelle Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

Die Ergebnisse zum Einfluss von körperlicher Aktivität und Bewegungstraining auf die funktionelle Leistungsfähigkeit älterer Erwachsener fallen recht unterschiedlich aus. Einige Studien, die die Effektivität von Krafttraining untersuchten und bereits in Kapitel 2.1.5 dargestellt wurden, haben auch den funktionellen Status der Teilnehmer erhoben (Skelton et al., 1995; Misko, Cress, Slade, Covey, Agrawal & Doerr, 2003; Henwood, et al., 2008; Capodaglio et al., 2005). Skelton und Kollegen (1995), deren Teilnehmer ein Krafttraining mit Kleingeräten durchführten, stellten zwar Verbesserungen bezüglich der Kraftfähigkeiten fest, aber nur einen sehr geringen Effekt auf die funktionelle Leistungsfähigkeit. Misko et al. (2003), Henwood et al. (2008) und auch Capodaglio et al. (2005) berichten hingegen neben der Verbesserungen in den Kraftfähigkeiten zusätzlich von signifikanten Verbesserungen der funktionellen Leistungsfähigkeit durch unterschiedliche Krafttrainingsformen (vgl. 2.1.5). Diese differierenden Ergebnisse scheinen durch die Auswahl der unterschiedlichen Interventionsinhalte und des Stichprobenzusammensetzung begründet.

Des Weiteren ist festzuhalten, dass die Steigerungen – insbesondere in den ADL – eher mit der Schnellkraft als mit der Maximalkraft korrelieren (Basse, Fiatarone, O'Neill, Kelly, Evans & Lipsitz, 1992; Misko et al., 2003). Beispielsweise evaluierten Foldvari und Kollegen (2000) die Effekte von Kraft-, Schnellkraft- und Ausdauertraining auf die Leistung in den ADL und konnten in ihrer einjährigen Interventionsstudie (selbstständig lebende Frauen, Alter: Ø 75 Jahre) darlegen, dass primär die Schnellkraftfähigkeiten der Beinmuskulatur sowie regelmäßige körperliche Aktivitäten die Prädiktoren für effiziente funktionelle Fähigkeiten darstellen.

Hinsichtlich der Inhalte eines körperlichen Trainings zur Steigerung der funktionellen Fähigkeiten zeigte sich, dass es nicht unbedingt kostspieliger Maschinen oder Fitnessstudios bedarf, um die muskuläre und funktionelle Leistungsfähigkeit älterer Erwachsener zu verbessern: Huda, Hicks und McCartney (2003) überprüften den Einfluss eines einfachen progressiven Kraft- und Schnellkrafttrainings der unteren Extremitäten auf die funktionellen Fähigkeiten älterer Erwachsener (75 - 94 Jahre). Die Teilnehmer trainierten über einen Zeitraum von 10 Wochen dreimal wöchentlich unter Anleitung eines Therapeuten. Die Übungen wurden sowohl im Sitzen als auch stehend mit elastischen Bändern durchgeführt. Neben signifikanter Verbesserungen der Kraftfähigkeiten

zeigten die Teilnehmer ebenfalls signifikante Steigerungen in den funktionellen Tests (6-Meter-Gehtest: 33 %, Aufstehtest: 66 % und 8-Foot-up-and-go-Test: 31 %). Ähnliche Ergebnisse brachte die Pilotstudie von Bean und Kollegen (2004) hervor: 21 ältere Frauen (70 Jahre und älter) nahmen über 12 Wochen dreimal wöchentlich an einem progressiven Krafttrainingsprogramm teil, in dem lediglich Gewichtswesten während der Übungen getragen wurden. Das Training beinhaltet spezifische Übungen, die den ADL ähnlich sind, wie z. B. das Aufstehen von einem Stuhl oder das Treppensteigen. In der Interventionsgruppe (n = 11) sollten die Übungen so schnell wie möglich ausgeführt werden (Increased Velocity Exercise Specific to Task - InVEST). Die Kontrollgruppe hingegen (n = 10) absolvierte die Übungen mit langsamer Geschwindigkeit und niedrigeren Gewichten. Neben den Kraftparametern wurden die funktionellen Fähigkeiten anhand der Short Physical Performance Battery (SPPB)¹⁶, des Einbeinstandes, des Aufstehens von einem Stuhl und der Gehgeschwindigkeit erhoben. Im Vergleich zu der Kontrollgruppe verbesserte sich die Interventionsgruppe (InVEST) signifikant hinsichtlich der Beinkraft. Beide Gruppen zeigten signifikante Steigerungen im Aufstehtest und in der SPPB. Die InVEST-Gruppe konnte zusätzlich eine signifikante Zunahme in der Gehgeschwindigkeit und eine größere Verbesserung im Aufstehtest verzeichnen als die Kontrollgruppe.

In Bezug auf den Erhalt oder die Verbesserung der Haltungskontrolle und Gleichgewichtsfähigkeiten zeigte sich, dass sowohl spezifisches Kraft- und Gleichgewichtstraining als auch Tai-Chi-Chuan¹⁷ oder regelmäßiges Walking effektive Trainingsmaßnahmen darstellen (Campbell, Robertson, Gardner, Norton, Tilyard & Buchner, 1997; Day, Fildes, Gordon, Fitzharris, Flamer & Lord, 2002; Li, Xu & Hong, 2008; Lord, Ward, Williams & Strudwick, 1995; Melzer, Benjuya & Kaplanski, 2004; Verhagen, Immink, van der Meulen & Bierma-Zeinstra, 2004).

Li, Xu und Hong (2008) führten beispielsweise ein 16-wöchiges Tai-Chi-Training mit selbstständig lebenden älteren Erwachsenen durch. Es wurde mindestens viermal in der Woche für 1 Stunde trainiert. Die posturale Kontrolle wurde anhand des Einbeinstandes (offene Augen und geschlossene Augen) sowie des Tandemstands mit geschlossenen Augen überprüft. Die Trainingsgruppe verbesserte sich im Einbeinstand

16 Die Short Physical Performance Battery ist eine motorische Testbatterie für ältere Erwachsene. Verschiedene Subtests überprüfen die Funktion der unteren Extremitäten. Die Tests geben Auskunft über das Gleichgewicht und die Ganggeschwindigkeit sowie über Kraft und Ausdauer der unteren Extremitäten (Guralnik et al., 1994).

17 Tai-Chi-Chuan wird auch als chinesisches Schattenboxen bezeichnet. Es ist eine innere Kampfkunst, die in China entwickelt wurde. Die Übungen sind klar umschriebene Bewegungsabläufe aufeinanderfolgender, meist fließender Bewegungen. Dabei verbinden sich Körper, Geist und Atem zu einer tief greifenden natürlichen Einheit.

sowohl mit offenen (47 %) als auch mit geschlossenen Augen (91 %) signifikant gegenüber der Ausgangsleistung. Im Tandemstand mit geschlossenen Augen konnten sich beide Gruppen steigern (Trainingsgruppe: 42,8 % und Kontrollgruppe: 12,2 %).

Verbesserungen bezüglich der statischen Gleichgewichtsfähigkeiten konnten auch Cyarto, Brown, Marshall und Trost (2008) nachweisen. Sie führten verschiedene Kraft- und Gleichgewichts-Trainingsmaßnahmen mit 167 selbstständig lebenden Senioren im Alter von 65 bis 96 Jahren durch und verglichen den Einfluss von Gruppentraining versus Heimtraining auf die Gleichgewichtsfähigkeiten der Teilnehmer. Hier erwies sich das Gruppentraining hinsichtlich der statischen Gleichgewichtsfähigkeiten als wesentlich effektiver als ein Training, welches zu Hause durchgeführt wurde.

Dass Walking eine effektive Trainingsmaßnahme zur Verbesserung der Haltungskontrolle darstellt, konnten Melzer und Kollegen (2003) nachweisen. Sie untersuchten 22 Senioren (65 Jahre und älter) hinsichtlich ihrer posturalen Stabilität. Ihre Teilnehmer betrieben mindestens seit ihrer Pensionierung regelmäßig Walking (Minimum 3 Trainingseinheiten wöchentlich à 30 bis 40 Minuten) und zeigten im Vergleich zu 121 Kontrollpersonen eine bessere Haltungskontrolle mit geringeren Körperschwankungen unter statischen Bedingungen.

Die Effekte körperlichen Trainings auf die posturale Kontrolle sind vorwiegend mit dem förderlichen Einfluss körperlicher Aktivität auf die sogenannten Mediatoren¹⁸ zu erklären. Dies bedeutet, dass die Steigerungen in der posturalen Kontrolle aus den positiven Auswirkungen körperlichen Trainings auf die verschiedenen Funktionen des neuromuskulären, kognitiven und somato-sensorischen Systems resultieren.

Studien, die Effekte von körperlichem Training auf die Lokomotion bei älteren Erwachsenen untersuchten, erbrachten differierende Ergebnisse. Dies liegt vor allem an Unterschieden im Studiendesign und in den Messmethoden, der Auswahl der Population sowie den verschiedenen Inhalten und der jeweiligen Dauer des Trainings (z. B. Lord, Lloyd, Nirui, Raymond, Williams & Stewart, 1996; Hausdorff et al., 2001; Cristopoliski, Barela, Leite, Fowler & Rodacki, 2009). In einer 12-wöchigen Interventionsstudie mit selbstständig lebenden Senioren konnten Topp, Mikesky, Wigglesworth, Holt und Edwards (1993) keine Veränderungen der Gleichgewichtsfähigkeiten oder Gangparameter nach einem dynamischen Krafttrainingsprogramm (3 Trainingseinheiten wöchentlich) mit elastischen Übungsbändern nachweisen. Die Teilnehmer erreichten allerdings bereits zur Baseline eine recht zügige Gehgeschwindigkeit (> 1 m/s), sodass hier ein Deckeneffekt für die Ergebnisse verantwortlich zu sein scheint.

18 „Vermittler“, sie erklären den kausalen Zusammenhang zwischen zwei oder mehreren Variablen.

Ein ähnliches Ergebnis erbrachte die Studie von Wolfson und Kollegen (1996). Sie arbeiteten mit selbstständig lebenden älteren Erwachsenen und untersuchten, wie sich ein 3-monatiges Gleichgewichts- und Krafttraining und ein anschließendes 6-monatiges Tai-Chi-Training auf die Kraft-, Gleichgewichts- und Gangfähigkeiten auswirken. Bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeiten konnten sich die Teilnehmer der Interventionsgruppe verbessern. Die Kraft- und Gangparameter erfuhren jedoch auch hier keine Veränderungen, da Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten bereits zur Baseline adäquat für einen normalen Gang waren und die Gehgeschwindigkeit >1 m/s betrug.

Verbesserungen in verschiedenen Gangparametern belegten Lord und Kollegen (1996) bei älteren selbstständig lebenden Frauen. Nach 22 Wochen, in denen zweimal wöchentlich ein umfassendes Bewegungstraining absolviert wurde, konnten in der Interventionsgruppe eine signifikante Steigerungen der Geschwindigkeit, Kadenz und Schreitlänge sowie kürzere Standphasen nachgewiesen werden. Ebenso zeigte die Interventionsgruppe Verbesserungen im Kraftverhalten der unteren Extremitäten. Bei der Kontrollgruppe hingegen waren keinerlei Veränderungen zu verzeichnen. Bezüglich der Gehgeschwindigkeit ist in dieser Studie darauf hinzuweisen, dass die größten Zuwächse bei den Personen festzustellen waren, die anfangs eine langsame Geschwindigkeit wählten.

Erst kürzlich zeigten Cristopoliski und Kollegen (2009), dass ein 4-wöchiges Stretching-Training à 12 Trainingseinheiten die Schrittlänge und Gehgeschwindigkeit bei älteren Frauen (\bar{x} 65,9 Jahre) verbessern und die Doppelkontaktphase reduzieren kann. Hier ist jedoch anzumerken, dass die Stichprobe ($n = 20$) in dieser Untersuchung relativ klein war.

Bezüglich der Gehgeschwindigkeit führten Lopopolo Greco, Sullivan, Craik und Mangione (2006) eine Meta-Analyse durch, die einen Überblick an Studien gibt, welche mit selbstständig lebenden älteren Erwachsenen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse von 33 Studien zeigen, dass insbesondere Krafttraining und kombiniertes Training (Aerobic in Verbindung mit einer weiteren Trainingsart) signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit erbringen. Vor allem die Intensität und Frequenz des Trainings scheint diesbezüglich großen Einfluss zu nehmen. Zur Verbesserung der Kraft und funktionellen Fähigkeiten wie der Lokomotion bedarf es für selbstständig lebende Senioren hochintensiver Trainingsprogramme. Trainingsinterventionen mit einer niedrigen bis moderaten Intensität und Häufigkeit konnten sich nicht positiv auf die Ganggeschwindigkeit auswirken. Studien, bei denen die Stichprobe körperlich eingeschränkte Personen inkludiert, zeigen hingegen stärkere Effekte hinsichtlich der verschiedenen Gangparameter. Krebs, Jette und Assmann (1998) berichten zum Beispiel von einer signifikanten Verbesserung der Gangstabilität infolge eines 6-monatigen moderaten Krafttrainings mit elastischen Übungsbändern. Das Training wurde von 120 bereits

körperlich eingeschränkten Senioren (Ø 75 Jahre) dreimal wöchentlich im häuslichen Umfeld durchgeführt. Ferner konnten Steigerungen in der Kraft der unteren Extremitäten nachgewiesen werden, die wiederum positiv mit verschiedenen Gangparametern korreliert.

Ebenfalls förderlich wirkt sich ein 6-monatiges multimodales körperliches Training auf die Gangstabilität funktionell eingeschränkter älterer Erwachsener aus (Hausdorff et al., 2001). Dieses Training bestand aus einfachen progressiven Kraft- und Gleichgewichtsübungen, die dreimal wöchentlich zu Hause angeleitet und durchgeführt wurden. Außerdem waren die Teilnehmer aufgefordert, zusätzlich insgesamt 30 Minuten täglich zu gehen oder Treppen zu steigen. In der Interventionsgruppe konnte eine Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts um durchschnittlich 32 % nachgewiesen werden. Zudem wurden Steigerungen im Physical Performance Test¹⁹, als auch in der Short Physical Performance Battery verzeichnet.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die funktionelle Leistungsfähigkeit im Alter durch gezieltes Training erhalten bleiben oder sogar Steigerungen erfahren kann. Für ältere Erwachsene bedeutet dies vor allem die Sicherung einer selbstständigen Lebensführung.

2.3 Krankheitsstatus im höheren Lebensalter

Die gleichzeitig auftretenden Alterungsprozesse in den verschiedenen Körpersystemen können bei Überschreitung von Schwellenwerten zu einer Störung der Homöostase führen. Daraus folgt eine erhöhte Anfälligkeit für Krankheiten und eine verringerte Leistungsfähigkeit. Das Risiko für chronische Erkrankungen, Multimorbidität und Pflegebedürftigkeit steigt. So liegen bei 96 % der über 70-Jährigen mindestens eine und bei 30 % fünf und mehr internistische, neurologische oder orthopädische Behandlungsbedürftige Erkrankungen vor (Robert-Koch-Institut, 2005). Einige chronische Krankheiten, die im Alter häufig diagnostiziert werden, haben sich dabei als Sturzrisikofaktoren erwiesen (Rubenstein & Josephson, 2006; vgl. Kap 3.2). Im Folgenden werden die chronischen Erkrankungen kurz dargestellt, die einerseits in Bezug auf die Sturzproblematik relevant und andererseits im Hinblick auf den Krankheitsstatus der Stichprobe der vorliegenden Untersuchung von Interesse sind. Die Erläuterung der Einflüsse körperlicher Aktivität auf die ausgewählten Erkrankungen schließt dieses Unterkapitel ab.

¹⁹ Physical Performance Test (Reuben & Siu, 1990) ist ein motorischer Funktionstest. Er beinhaltet 9 Items mit denen alltagsrelevante fein- und großmotorische Funktionen der oberen und unteren Extremitäten sowie des gesamten Bewegungsapparates getestet werden. Der Test dient der Beurteilung der körperlichen Funktionen auf unterschiedlichen Ebenen.

2.3.1 Kardiovaskuläre Krankheiten

Erkrankungen des kardiovaskulären und respiratorischen Systems wie die koronare Herzkrankheit (KHK), Hypertonie, Asthma oder die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) zählen heutzutage zu den häufigsten Gründen für einen vorzeitigen Tod bei Personen im Alter von 65 Jahren und älter (Menning, 2006; Böhm, Tesch-Römer & Ziese, 2009). Der Alterungsprozess per se, Bewegungsmangel oder Zigarettenkonsum beeinträchtigen die Funktionen des kardiovaskulären und respiratorischen Systems und begünstigen somit die Entstehung und Entwicklung verschiedener Krankheiten (Böhm et al., 2009).

Die Atherosklerose stellt die häufigste krankhafte Veränderung im kardiovaskulären System dar (Menning, 2006; Böhm et al., 2009). Sie äußert sich in einer chronisch fortschreitenden Verhärtung und Verdickung der Gefäßwände durch Einlagerung von Fett und Kalk. Daraus folgen eine Störung des Blutkreislaufs des Körpers und damit verbunden häufig eine Mangel durchblutung des Herzens. Weitere Krankheiten wie die KHK, Herzinfarkt oder Schlaganfall sind in der Regel die Folge (Robert-Koch-Institut, 2008).

Hypertonie²⁰ betrifft über 80 % der über 65-Jährigen und ist ebenfalls ein bedeutender Risikofaktor für Herzinfarkt oder Schlaganfall (Wolf-Maier et al., 2003). Neben dem Elastizitätsverlust der Gefäße werden die Neben- und Wechselwirkungen von Arzneimitteln für die Entwicklung einer Hypertonie verantwortlich gemacht (Robert-Koch-Institut, 2008).

Den kardiovaskulären Erkrankungen sind Symptome wie Kopfschmerzen, Schwindel, Erschöpfungszustände oder Herzrasen gemein. Diese nehmen wiederum nachweislich negativen Einfluss auf die posturale Kontrolle und erhöhen demzufolge das Sturzrisiko dieser Patienten (Lord, Anstey, Williams & Ward, 1995). Darüber hinaus werden die Nebenwirkungen der Medikamente (Müdigkeit, verlangsamte Reaktionsfähigkeit, geringere Gehgeschwindigkeit, Schwindel oder allgemeines Schwächegefühl), welche zur Bekämpfung dieser Erkrankungen verabreicht werden, häufig für ein erhöhtes Sturzrisiko dieser Patientengruppe verantwortlich gemacht (Leipzig, Cumming & Tinetti, 1999).

2.3.2 Muskuloskeletale Erkrankungen

Durch altersbedingte Veränderungen im muskulären System, den Verlust an Knochenmineraldichte sowie den Abbau von Gelenkknorpel kommt es im Alter vermehrt

²⁰ Blutdruckwerte von > 140/90 mmHg

zu Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems, die die Lebensbedingungen älterer Menschen zunehmend beeinflussen und ihr Sturzrisiko erhöhen können.

Osteoporose

Osteoporose ist durch die Reduktion der Knochenmasse, Knochenmineraldichte und Verschlechterung der Mikrostruktur des Knochengewebes charakterisiert. Infolgedessen kommt es zu einer erhöhten Knochenbrüchigkeit und einem gesteigertem Frakturrisiko (Werle, 1996). Da Knochenbrüche, insbesondere von Wirbelkörpern, Hüfte und Handgelenk bei Osteoporosepatienten bereits bei geringen Krafteinwirkungen erfolgen können, ist die Fraktur bei Stürzen in der Regel so vorprogrammiert. Osteoporose betrifft weitaus mehr Frauen als Männer. Bedingt durch die hormonellen Veränderungen wird bei Frauen mit Beginn der Menopause besonders häufig Osteoporose diagnostiziert. Mit zunehmendem Alter steigt die Inzidenzrate weiter an.

Aufgrund von diagnostischen Beschränkungen und fehlenden repräsentativen Stichprobenuntersuchungen ist die Einschätzung der Häufigkeit von Osteoporose in der Bevölkerung schwierig (Böhm et al., 2009). Man geht aber davon aus, dass etwa 20 bis 30 % der über 60-Jährigen Frauen an einer manifesten Osteoporose leiden (Steinhaagen-Thiessen, Gerok & Borchelt, 1994). Mangelhafte Ernährung und die steigende Inaktivität im Alter begünstigen den chronischen Verlauf der Krankheit. Das Beschwerdebild der Osteoporose ist durch Schmerzen und Einbußen in der Beweglichkeit gekennzeichnet. Daraus folgen vielfältige Einschränkungen in fast allen Lebensbereichen des älteren Menschen. Im fortgeschrittenen Stadium treten zusätzlich gehäuft Knochenfrakturen auf, die meistens zu weiteren Mobilitätseinschränkungen und daraus resultierend zu einer vermehrten Unselbstständigkeit bis hin zur Pflegebedürftigkeit der Betroffenen führen (Böhm et al., 2009). Osteoporose-Patienten sind aufgrund von Defiziten in den Gleichgewichtsfähigkeiten und der Muskelkraft einem höheren Sturzrisiko ausgesetzt (Liu-Ambrose, Khan, Eng, Janssen, Lord & McKay, 2004). Die Folgen eines Sturzes sind bei dieser Patientengruppe wegen der Frakturanfälligkeit der Knochen weitreichender als bei älteren Personen ohne Osteoporose.

Neben Wirbel- und Unterarmfrakturen tritt jenseits des 75. Lebensjahrs die Oberschenkelhalsfraktur als osteoporosetypische Komplikation in den Vordergrund. Die Auftretenswahrscheinlichkeit steigt hier mit zunehmendem Alter exponentiell an (Böhm et al., 2009). Für Deutschland wird von circa 135.000 Schenkelhalsfrakturen pro Jahr berichtet (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2002). Bei Osteoporosepatientinnen sind 80 bis 90 % der Schenkelhalsfrakturen sturzbedingt. Die Mortalitätsrate liegt bei 10 bis 20 % innerhalb der ersten 6 Monate nach dem Ereignis (Cummings & Melton, 2002).

Neben der Behandlung mit Medikamenten, insbesondere mit Calcium- und Vitamin D-Präparaten zur Stärkung des Knochenstoffwechsels, werden Osteoporosepatienten zunehmend bewegungstherapeutische Maßnahmen empfohlen (Kapitel 2.3.3).

Arthritis und Arthrosen

Arthritis und Arthrosen sind Erkrankungen der Gelenke, bei denen der Gelenkknorpel, der angrenzende Knochen, die Bänder, die Gelenkkapsel und die Gelenkschleimhaut geschädigt werden. Die Häufigkeit dieser degenerativen Gelenkerkrankungen steigt mit zunehmendem Alter (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2002). Beispielsweise leiden 63 % der selbstständig lebenden 75-Jährigen und Älteren an Arthritis und knapp 30 % von ihnen benötigen aufgrund der krankheitsbedingten Einschränkungen Hilfe oder Pflege (Hertz & Baker, 2002). Repräsentative Bevölkerungsuntersuchungen zur Häufigkeit der Arthrose existieren für Deutschland nicht (Böhm et al., 2009).

Von Arthrose sind besonders häufig Knie, Hüfte, Wirbelsäule und Hände betroffen. Das Beschwerdebild zeichnet sich durch Schmerzen und eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit aus. Daraus ergeben sich nicht nur Schwierigkeiten bei alltäglichen Verrichtungen, sondern auch Veränderungen des sozialen Lebens und Einbußen bei der Lebensqualität (Robert Koch-Institut, 2009; Böhm et al., 2009).

Die eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit der Arthrose- und Arthritispatienten wird häufig von einer verringerten Kraft der gelenkumgebenden Muskulatur begleitet. Insbesondere im Hüftgelenk und in den Gelenken der unteren Extremität können diese Symptome zu Ganginstabilitäten und Problemen in der Haltungskontrolle der Betroffenen führen, wodurch das Sturzrisiko für diese Patientengruppe steigt (Lord et al., 2007).

2.3.3 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf den Krankheitsstatus im höheren Lebensalter

Die zunehmende Multimorbidität erschwert die Untersuchung von Trainingsauswirkungen auf den Verlauf eines Krankheitsbildes. Demzufolge können auch keine generalisierten Empfehlungen für ein wirksames Training gegeben werden. Hier ist eher individuell zu entscheiden.

Die präventiven Effekte von körperlichem Training auf Krankheitsverläufe des kardiovaskulären Systems sind weitreichend bekannt. Ein regelmäßiges moderates Ausdauertraining erbringt diesbezüglich die größten Erfolge. Es kann die Blutdruckwerte senken (im Überblick: Seals, Hagberg, Hurley, Ehsanibn & Holloszy, 1984), die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität erhöhen sowie die Cholesterinwerte verbessern (Green & Crouse, 1995; Takeshima, Rogers, Islam, Yamauchi, Watanabe & Okada,

2004). Dadurch wird Herz-Kreislauf-Erkrankungen, welche im Alter häufiger auftreten, vorgebeugt.

Auch im Hinblick auf die muskuloskelettalen Erkrankungen ist der positive Einfluss des Bewegungstrainings vielfach belegt. So fördert Bewegung noch im höheren Alter den Aufbau von Knochenmasse und wirkt sich demzufolge günstig auf die Frakturrate aus (Cronenberg, Minkus, Bremer & Keck, 1991). Analog dazu sind Immobilisation und Bewegungsmangel eindeutig als Risikofaktoren für eine verringerte Knochendichte identifiziert (Werle, 1996).

Auch der sekundäre Nutzen körperlicher Aktivität für das Wohlbefinden von Osteoporosepatienten ist nicht zu unterschätzen. Durch gezieltes Bewegungstraining können Faktoren wie Muskelkraft, Gleichgewicht, Haltung, Körperwahrnehmung und allgemeine Mobilität verbessert sowie das Schmerzempfinden der Betroffenen herabgesetzt werden. Beispielsweise kann ein leichtes Krafttraining, kombiniert mit Koordinations- und Gleichgewichtsübungen, die Muskelfunktionen und Gleichgewichtsfähigkeiten von Osteoporosepatienten nachweislich verbessern und so das Sturzrisiko senken (Carter et al., 2002; Liu-Ambrose et al., 2004).

Bei Arthrose und Arthritis wird körperliche Aktivität trotz der Gelenkabnutzungen und der Schmerzen als sinnvoll erachtet. Bewegungstraining, ohne Maximalkraftbelastungen und mit moderater Intensität durchgeführt, ist für diese Patienten durchaus empfehlenswert (Rose, Jones & Lemon, 2001). Regelmäßige Bewegung kann die Schmerzen lindern oder zumindest davon ablenken und Gelenkfunktionen sowie die allgemeine Mobilität der Betroffenen aufrechterhalten oder verbessern (Spirduso et al., 2005). Die durch entsprechendes Bewegungstraining gesteigerten muskulären Fähigkeiten und die so erhöhte posturale Stabilität können das Sturzrisiko dieser Patientengruppe senken (Ettinger et al, 1997).

2.4 Mentale Ressourcen im höheren Lebensalter

2.4.1 Depression und Angst

Depressionen und Ängste sind in der älteren Population weit verbreitet. Zur Prävalenz und Inzidenz depressiver Störungen im höheren Alter (65 Jahre und älter) liegen jedoch keine aktuellen Daten vor. Die Zahlen variieren stark (4 bis 18 %), sodass bislang keine verlässlichen Aussagen getroffen werden können (Böhm et al., 2009; Robert-Koch-Institut, 2010).

Depressionen sind durch Antriebslosigkeit, innere Unruhe und Schlafstörungen, fehlende Lebensfreude und vermindertes Selbstwertgefühl oder auch Ängste gekennzeichnet. Häufig korreliert das Auftreten von depressiven Symptomen mit chronischen Krankheiten, Verwitwung, Einsamkeit und sozialer Isolation oder kognitiven Einschrän-

kungen. So weisen beispielsweise depressive Personen in der Regel auch kognitive Defizite auf, welche insbesondere die Aufmerksamkeit, das Arbeitsgedächtnis sowie die exekutiven Funktionen betreffen. Analog dazu werden auch bei Demenzkranken häufig depressive Symptome nachgewiesen (Khatri et al., 2001; Jorm, 2000). Begründet wird dieser Zusammenhang zum einen damit, dass Depressionen Auswirkungen auf diejenigen Gehirnstrukturen haben, welche für kognitive Leistungen relevant sind (z. B. Frontallappen oder Hippocampus). Zum anderen wird die kognitive Leistungsfähigkeit durch die Beschwerden Depressiver - etwa die fehlende Motivation oder die allgemeine Lustlosigkeit - beeinträchtigt (Bartholomew, Ciccolo & Morrison, 2005).

Allgemeine Ängste nehmen im Altersgang progressiv zu. Neben der Angst vor Hilflosigkeit und Unselbstständigkeit, Tod oder dem Verlust nahestehender Personen zählt die Sturzangst zu den größten Ängsten älterer Menschen (Howland, Peterson & Lachman, 2001). Ängste finden sich vor allem bei jenen Älteren, die bereits im Lebenslauf eine ängstliche Persönlichkeit gezeigt haben. Darüber hinaus tragen Isolation und subjektiv erlebte Einsamkeit zu Angststörungen bei.

Für die vorliegende Untersuchung ist insbesondere die Sturzangst älterer Menschen von Bedeutung. Für ältere Erwachsene ohne Sturzerfahrung wird diesbezüglich von einer Prävalenzrate von 12 bis 65 % ausgegangen. Für Personen mit vorheriger Sturzerfahrung liegen die Prävalenzen sogar bei 29 bis 92 % (Arfken, Lach, Birge & Miller, 1994; Murphy, Williams & Gill, 2002). Diese Zahlen sind jedoch kritisch zu betrachten, denn häufig werden Stürze sowie auch die Sturzangst von den betroffenen Personen nicht offen kommuniziert. Grund hierfür scheint die Sorge zu sein, als unselbstständige, pflegebedürftige Person stigmatisiert zu werden (Walker & Howland, 1991).

Im Zusammenhang mit der Sturzangst wird zumeist auch von einer Reduzierung der körperlichen Aktivitäten berichtet - unabhängig von bereits erlebten Stürzen oder Verletzungen (Legters, 2002; Howland, Peterson, Levin, Fried, Pordon & Bak, 1993). Die Vermeidung körperlicher Aktivitäten aufgrund der Angst stellt häufig das viel größere Problem dar als die Angst selbst. Eine verminderte Aktivität führt zum Muskelabbau und somit zu großen Defiziten in der Mobilität und in den Gleichgewichtsfähigkeiten der sturzängstlichen Person (Maki et al., 1991). Veränderungen in den Gangparametern sind ebenso beobachtbar (Kressig et al., 2001; Maki, 1997). Daneben wird über Reduktionen in den ADL und im Bereich der sozialen Aktivitäten berichtet (Tinetti et al., 1994; Howland, Lachman, Peterson, Cote, Kasten & Jette, 1998; Delbaere, Crombez, Vanderstraeten, Willems & Cabier, 2004). Die Folgen sind erhebliche Einbußen in der Lebensqualität der Betroffenen (Lachman, Howland, Tennstedt, Jette, Assmann & Peterson, 1998; Li, Fisher, Harmer, McAuley & Wilson, 2003). Des Weiteren wird die Sturzangst auch mit einer höheren Einweisungsrate in das Pflegeheim in Verbindung gebracht (Cumming, Salkfeld, Thomas & Szonyi, 2000).

Als problematisch erweist sich außerdem die Tatsache, dass Sturzangst unabhängig von weiteren Sturzrisikofaktoren auftreten kann. So können Personen ohne Sturzerfahrung oder körperliche Einschränkungen ebenso eine Sturzangst entwickeln wie bereits gestürzte Personen (Maki et al, 1991). Dennoch herrscht weitestgehend Konsens darüber, dass Stürze und die Angst zu stürzen in einem engen Zusammenhang stehen und sich gegenseitig zu bedingen scheinen (Boyd & Stevens, 2009). So wird Sturzangst einerseits häufig als Sturzrisikofaktor identifiziert und andererseits erhöht ein Sturzerlebnis die Wahrscheinlichkeit Sturzangst zu entwickeln (Friedman, Munoz, West, Rubin & Fried, 2002; Howland et al., 1998; Murphy, Dubin & Gill, 2003).

Darüber hinaus wird im Kontext mit der Sturzangst vielfach von der sturzassoziierten Selbstwirksamkeit berichtet. Selbstwirksamkeit ist nach Bandura (1986) die Erwartung einer Person, aufgrund eigener Kompetenzen/Fähigkeiten gewünschte Handlungen erfolgreich selbst ausführen zu können.

Die sturzassoziierte Selbstwirksamkeit kann als antizipierte Fähigkeit einer Person beschrieben werden, Aktivitäten des täglichen Lebens durchführen zu können ohne zu stürzen (Schott, 2007). Kritisch ist diesbezüglich zu betrachten, dass die sturzassoziierte Selbstwirksamkeit in der gerontologischen Literatur oft zur Überprüfung der Sturzangst herangezogen und mit dieser gleichgesetzt wird. Diese beiden Konstrukte können jedoch nicht als identisch dargestellt werden, obgleich sie ähnliches Verhalten beschreiben (McAuley, Mihalko & Rosengren, 1997). Die sturzassoziierte Selbstwirksamkeit scheint eher als vermittelnde Variable zwischen der Sturzangst und den funktionellen und physischen Fähigkeiten zu fungieren (Li, McAuley, Fisher, Harmer, Chaumeton & Wilson, 2002). Ein älterer Mensch mit hoher Selbstwirksamkeit erlebt sich als handlungsfähig und sicher in seinem täglichen Leben, wohingegen derjenige mit niedriger Selbstwirksamkeit wenig Vertrauen in seine Fähigkeiten hat, seine körperlichen und sozialen Aktivitäten einschränkt und Sturzangst entwickelt (Seeman, Unger, McAvay & Mendes de Leon, 1999). Die Einschränkung der körperlichen Aktivitäten führt in der Regel wiederum zu Einbußen in der funktionellen und physischen Leistungsfähigkeit (Delbaere, 2005). Der Zusammenhang von Sturzangst, sturzassoziierte Selbstwirksamkeit und der funktionellen und physischen Leistungsfähigkeit kann als gesichert angesehen werden (z. B. Li et al., 2002; Schott, 2007). Inwieweit sich diese Parameter gegenseitig beeinflussen, ist bis dato jedoch noch nicht geklärt. Hier bedarf es weiterer längsschnittlicher Untersuchungen.

In welchem Maße sich diese im Alter vermehrt auftretenden psychischen Belastungen durch körperliche Aktivität und Bewegung beeinflussen lassen, wird im folgenden Abschnitt erläutert.

2.4.2 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf Depressionen und Ängste im höheren Lebensalter

Studien belegen, dass Bewegungstraining positiv auf depressive Verstimmungen und Ängste wirkt und diese teilweise sogar reduzieren kann (Khatri et al., 2001; Williams & Lord, 1997; Blumenthal et al., 1999; King et al., 1993). So weisen körperlich aktive ältere Personen geringere depressive Symptome auf als Inaktive, wohingegen die Reduzierung oder Aufgabe von körperlichem Training das Risiko depressive Symptome zu entwickeln erhöht (Camacho, Roberts, Lazarus, Kaplan & Cohen, 1991). Die Gründe für diesen Zusammenhang sind nicht eindeutig geklärt. Ein Faktor könnte die vermehrte Ausschüttung von Serotonin und Noradrenalin bei körperlicher Aktivität sein, denn diese Neurotransmitter liegen bei Depressiven in einem zu geringem Maße vor. Auch ein gestärktes Selbstvertrauen oder verminderte Stressfaktoren werden diesbezüglich diskutiert (Paluska & Schwenk, 2000; Jeschke & Zeilberger, 2004).

Sowohl ausdauerbetontes Training als auch Krafttraining haben sich in Bezug auf die Reduktion von Depressionen bei älteren Erwachsenen als wirksam erwiesen. Dabei scheinen moderate bis intensive Trainingsintensitäten effektiver zu sein als leichte Beanspruchungen. Fundierte Beweise liegen diesbezüglich allerdings nicht vor. Auch über die optimale Trainingsfrequenz können keine klaren Aussagen getroffen werden. Interventionsstudien, die den Einfluss von körperlichem Training auf Ängste und den Gemütszustand untersuchen, konzentrieren sich eher auf jüngere Stichproben. Studien, bei denen die Teilnehmer älter als 65 Jahre sind, finden sich nur wenig. Eine Studie führten Tsutsumi, Don, Zaichkowsky, Takenaka, Oka und Ohno (1998) durch. Sie untersuchten den Einfluss von intensivem und moderatem Krafttraining auf die Gemütslage und die Ängstlichkeit von älteren Frauen und stellten fest, dass sich der allgemeine Gemütszustand in beiden Trainingsgruppen signifikant verbesserte. In puncto Ängstlichkeit zeigten sich allerdings lediglich in der moderaten Krafttrainingsgruppe signifikante Abnahmen gegenüber einer Kontrollgruppe.

Hinsichtlich der Sturzangst existieren zahlreiche Untersuchungen, die belegen, dass gerade körperliche Aktivitäten positiven Einfluss auf die Sturzängstlichkeit und sturzassoziierte Selbstwirksamkeit älterer Menschen nehmen können. Für selbstständig lebende Senioren erwiesen sich diesbezüglich Tai-Chi-Chuan, zu Hause durchgeführtes Bewegungstraining sowie zu Hause stattfindende multifaktorielle Maßnahmen, als besonders effektiv (Legters, 2002; Zijlstra, van Haastregt, van Rossum, van Eijk, Yardley & Kempen, 2007). Die Wirksamkeit des Tai-Chi-Trainings in Bezug auf die Sturzangst belegen beispielsweise Li und Kollegen (2005a): Durch ein 6-monatiges Tai-Chi-Programm reduzierten die Teilnehmer (70 Jahre und älter) ihre Sturzangst um 55 %. Die Autoren konnten darüber hinaus nachweisen, dass eine verbesserte sturzassoziierte Selbstwirksamkeit für die verringerte Sturzangst verantwortlich zu sein scheint.

Brouwer, Walker, Rydahl und Culham (2003) konnten ebenfalls zeigen, dass ein 8-wöchiges Bewegungstraining mit niedrigen Widerständen die Sturzangst älterer Erwachsener herabsetzen kann. Auch Delbaere, Bourgois, Van den Noortgate, Vanderstraeten, Willems und Cambier (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass ein individuell zugeschnittenes Bewegungstraining, welches zu Hause durchgeführt wird, die Sturzangst selbstständig lebender Senioren im Alter von 71 bis 98 Jahren verringert.

Als Gründe für die Verminderung von Sturzangst durch körperlich aktive Trainingsmaßnahmen werden verschiedene Ansätze diskutiert. Neben dem Einfluss der sturzassoziierten Selbstwirksamkeit werden nachweislich die gesteigerte muskuläre Leistungsfähigkeit sowie Verbesserungen der Gleichgewichtsfähigkeiten und Gangparameter durch Bewegungsprogramme (Kapitel 2.1.5 und 2.2.4) angeführt. Darüber hinaus begünstigen die Stärkung des Selbstbewusstseins sowie das größere Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten den Erfolg körperlicher Bewegungsprogramme hinsichtlich der Sturzangst (Delbaere et al, 2004; Li, Fisher, Harmer & McAuley, 2005b).

2.5 Kognition im höheren Lebensalter

Kognition umfasst Funktionen und Prozesse, die mit dem Erwerb, der Verarbeitung, der Speicherung und Wiederverwendung von Informationen, Erkenntnissen, Einsichten und Wissen zu tun haben (Fröhlich, 2005, S. 277). Ferner ist sie für jegliche Handlung (Planung und Ausführung) unabdingbar. Die Kognition stellt demzufolge ein sehr komplexes Themenfeld dar. Spirduso et al. (2005, S. 213) unterteilen die Kognition in drei Bereiche: (1) Gehirnfunktionen wie z. B. Erinnerung, Assoziation, Vergleich, abstraktes Denken oder Schlussfolgern; (2) kognitive Prozesse wie Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, psychomotorische Fähigkeiten und Gedächtnisfunktionen sowie (3) exekutive Funktionen, zu denen die Handlungsplanung und -kontrolle zählen. Die allgemeinen altersbedingten Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit werden nachfolgend erläutert.

2.5.1 Allgemeine Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

Die Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter wird häufig als selbstverständlich und ganz natürlich angenommen und im hohen Alter oft mit demenziellen oder allgemeinen kognitiven Beeinträchtigungen beschrieben (vgl. Rubenstein & Josephson, 2006). Aufgrund der Komplexität der Kognition ist diese Annahme jedoch nicht tragbar. Nach dem aktuellen Forschungsstand besteht Einigkeit darüber, dass einige kognitive Bereiche anfälliger für einen altersbedingten Abbau sind als andere. Abbildung 5 veranschaulicht die Entwicklung verschiedener kognitiver Funktionen über das Alter.

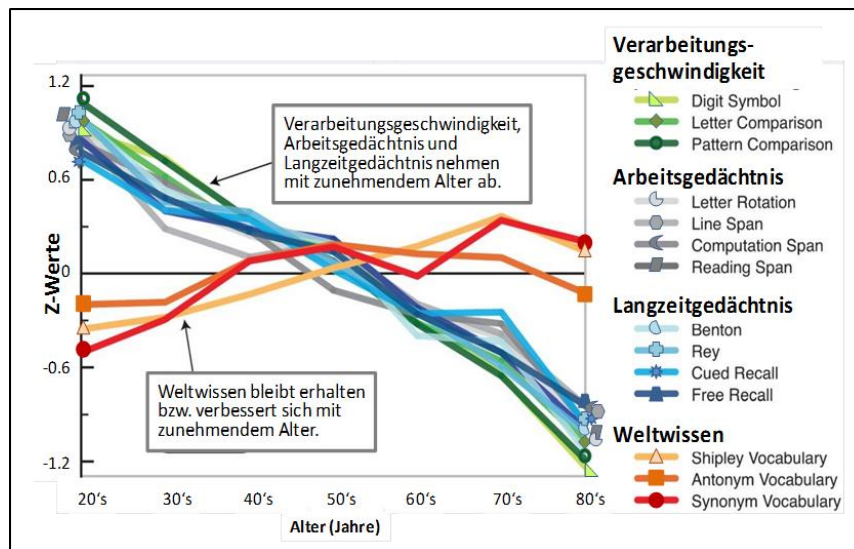


Abbildung 5: Querschnittsdaten zur kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter (modifiziert nach Park & Reuter-Lorenz, 2009 In: Schlicht & Schott, 2013, S. 38)²¹

Vor allem im Arbeitsgedächtnis, der Informationsverarbeitung und im Langzeitgedächtnis sind mit zunehmendem Alter Verluste zu verzeichnen (Park & Reuter-Lorenz, 2009). Ebenso nachweisbar sind Einbußen in der Aufmerksamkeit, den exekutiven Funktionen und Reaktionsfähigkeit (Park & Minear, 2004; Kramer et al., 1999; Salt-house, 1991). Das sogenannte Weltwissen oder Sprach- und Rechenfähigkeiten hingegen bleiben relativ konstant oder weisen sogar Zugewinne auf (Park & Reuter-Lorenz, 2009; Park & Minear, 2004; Baltes, Lindenberger & Staudinger, 1995).

Für die vorliegende Untersuchung sind insbesondere die altersbedingten Einbußen in der Aufmerksamkeit, im Arbeitsgedächtnis, den exekutiven Funktionen, der Informationsverarbeitung sowie der Reaktionsfähigkeit relevant, denn diese Funktionen und Prozesse gewinnen im Alter in potenziell sturzgefährlichen Situationen an Bedeutung. So ist die Aufmerksamkeit auf das Wesentliche, wie etwa die Umgebungsbedingungen und die eigenen Fertigkeiten, zu richten. Zudem müssen die gewonnenen Informationen möglichst schnell verarbeitet und mit bereits vorhandenen Informationen, z. B. aus Erfahrungen, verglichen werden. Erst dann kann ein der Situation angepasstes Verhalten ausgewählt und in eine angemessene motorische Aktion umgesetzt werden.

Dies bedeutet, dass Defizite in diesen Bereichen das Sturzrisiko älterer Menschen erhöhen. Die wichtigsten Charakteristika der altersbedingten Veränderungen in den oben angeführten kognitiven Funktionen werden im Folgenden stichpunktartig erläutert, um ein besseres Verständnis für die weiteren Ausführungen zu erlangen.

²¹ Es sind die Abweichungen vom Gruppenmittelwert dargestellt, welcher hier standardisiert wurde (M = 0 und SD = 1)

Informationsverarbeitung

Die Informationsverarbeitung verläuft bei älteren Erwachsenen insgesamt langsamer als bei jungen Erwachsenen. Schwierigkeiten treten besonders bei der Encodierung und dem Abruf der Informationen auf (Kruse, 1989; Salthouse, 1996).

- ⇒ Die Informationsverarbeitungskapazität, d. h. die Menge an Information, die gleichzeitig aufgenommen und verarbeitet werden kann, nimmt mit zunehmendem Alter ab (Hasselhorn, 1999).
- ⇒ Die Geschwindigkeit mit der die Informationsaufnahme und -verarbeitung erfolgt verlangsamt sich. Dies gilt insbesondere bei neuen unvertrauten Informationen (Salthouse, 1996).
- ⇒ Verzögerungen in der Encodierung und Verarbeitung der Information sowie in der Selektion einer Reaktion sind umso größer, je komplexer die Information ist (Salthouse, 2000).

Aufmerksamkeit

- ⇒ Die Vigilanz, d. h. die Wachheit mit der Personen ihre Aufmerksamkeit der zu verarbeitenden Information widmen, nimmt vor allem für komplexe Informationen ab (McDowd & Birren 1990; Hasselhorn, 1999).
- ⇒ Ältere Personen haben zunehmend Schwierigkeiten bei der Selektion von relevanten und irrelevanten Informationen, insbesondere wenn diese unter Zeitdruck dargeboten werden (Kausler, 1982; Kramer & Madden, 2008).
- ⇒ Sollen zwei oder mehrere Aufgaben (Doppelaufgaben) bewältigt werden, fällt Älteren die Teilung der Aufmerksamkeit und die simultane Verarbeitung der vielfältigen Informationen zunehmend schwerer (im Überblick: Poon & Harrington, 2006; Wollacott & Shumway-Cott, 2002; Montero-Odasso, Verghese, Beauchet & Hausdorff, 2012). Die zur Verfügung stehende Aufmerksamkeitskapazität und die Effizienz des Ignorierens irrelevanter Informationen verschlechtern sich im Alter (Hasher & Zacks, 1979; Teasdale, Bard, LaRue & Fleury, 1993). Es besteht eine erhöhte Störempfindlichkeit bei Reizüberflutung, Ablenkungen und Irritationen (Setz, 2003; Poon & Harrington, 2006).

Reaktionsfähigkeit

- ⇒ Bereits ab dem 20. Lebensjahr kommt es aufgrund der abnehmenden Geschwindigkeit bei der Übertragung von Nervenimpulsen und der Informationsverarbeitung zu einer stetigen Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit (Welford, 1977). Wie stark die Reaktionszeit im Alter nachlässt, ist in entscheidendem Maße von der Komplexität der Aufgabe abhängig (Der & Deary, 2006).

Bei einer einfachen auditiven Aufgabe nimmt die Reaktionszeit zwischen dem 20. und 90. Lebensjahr um circa 0,6 ms pro Jahr ab (Fozard, Vercruyssen, Reynolds, Hancock & Quilter, 1994; Hunter, Thompson & Adams, 2001). Bei Wahlreaktionsaufgaben ist die Verlangsamung der Reaktionszeit noch gravierender: Je komplexer die Aufgabe gestaltet ist, desto länger brauchen ältere Menschen, um diese zu interpretieren, eine Handlung vorzubereiten und diese auszuführen (Hultsch, MacDonald & Dixon, 2002).

Exekutive Funktionen

Exekutive Funktionen beruhen auf dem Zusammenspiel von Gedächtnisfunktionen und kognitiven Prozessen. Zu ihnen zählen z. B. die Handlungsplanung, Inhibition, kognitive Flexibilität, Problemlöseprozesse sowie auch das Arbeitsgedächtnis. Diese Funktionen nehmen im Alter an Effektivität ab (Turner & Spreng, 2012).

Veränderungen im Alter sind in erster Linie gekennzeichnet durch:

- ⇒ Verlust in der Arbeitsgedächtniskapazität (Park et al., 1996; Park, Gutches, Meade & Stine-Morrow, 2002).
- ⇒ mangelnde Umstellungsfähigkeit (Cepeda, Kramer & Gonzalez de Sather, 2001) und kognitive Flexibilität (Bowles & Salthouse, 2003; Kramer et al., 1999; Park et al., 2002), die zu Störungen der Handlungsplanung und -kontrolle führen können. Daraus folgt z. B. eine verminderte Fähigkeit, in neuen und unerwarteten Situationen richtig zu reagieren.
- ⇒ Probleme bei der Inhibition irrelevanter Information (Hasher & Zacks, 1988).

Zur Begründung dieser altersbedingten kognitiven Veränderungen werden verschiedene Ansätze diskutiert. Beispielsweise wiesen Botwinick und Birren bereits 1963 darauf hin, dass Gesundheitsfaktoren und Krankheiten einen wesentlichen Einfluss auf das kognitive Altern zu nehmen scheinen. Einen ähnlichen Nachweis erbrachten Baltes und Lindenberger (1997). Sie konnten zeigen, dass die altersbedingten Einbußen in den sensorischen Systemen mit den kognitiven Leistungen im Alter korrelieren.

Für Salthouse (1991) sind die Veränderungen im Alter Resultat einer generellen Verlangsamung in der Informationsverarbeitung („General Slowing“-Theorie), welche andere kognitive Funktionen und Prozesse wiederum limitiert.

In den letzten Jahren werden die Defizite in den kognitiven Fähigkeiten verstärkt durch die zahlreichen strukturellen Veränderungen des Gehirns (im Überblick: Schlicht & Schott, 2013) und die neurophysiologischen Veränderungen (u. a. Kramer & Hillman, 2006; Kramer & Madden, 2008) begründet. Hier wird insbesondere ein Volumenverlust in den frontalen und parietalen Hirnregionen sowie im Hippocampus für die Defizite in den exekutiven Funktionen (West, 1996) und Gedächtnisleistungen (Head, Rodrigue,

Kennedy & Raz, 2008) verantwortlich gemacht. Einen weiteren Erklärungsansatz bietet die im Alter veränderte Nutzung der Hirnareale: Jüngere Erwachsene aktivieren die Hirnareale asymmetrisch und aufgabenspezifisch. Ältere Erwachsene geben diese Differenziertheit eher auf (Schlicht & Schott, 2013). Darüber hinaus zeigt sich bei älteren Menschen eine Abnahme der strukturellen (Madden, Bennett & Song, 2009) und funktionalen Konnektivität zwischen den Gehirnarealen (Madden et al., 2010). Dies bedeutet, dass die beiden Hirnhemisphären weniger effektiv miteinander kommunizieren (vgl. Schlicht & Schott, 2013, S. 39).

Hinsichtlich dieses Alterungsprozesses ist jedoch beachtenswert, dass dieser durch verschiedene Komponenten, wie z. B. körperlich-sportliches Training (vgl. 2.5.3), soziales Engagement oder gesunde Ernährung positiv beeinflusst werden kann (Goh, 2011). Abbildung 6 gibt einen Überblick über die altersassoziierten Veränderungen in der Gehirnstruktur, der Neurophysiologie und -biologie sowie den damit verknüpften Verhaltensänderungen (vgl. Schlicht & Schott, 2013, S. 45).

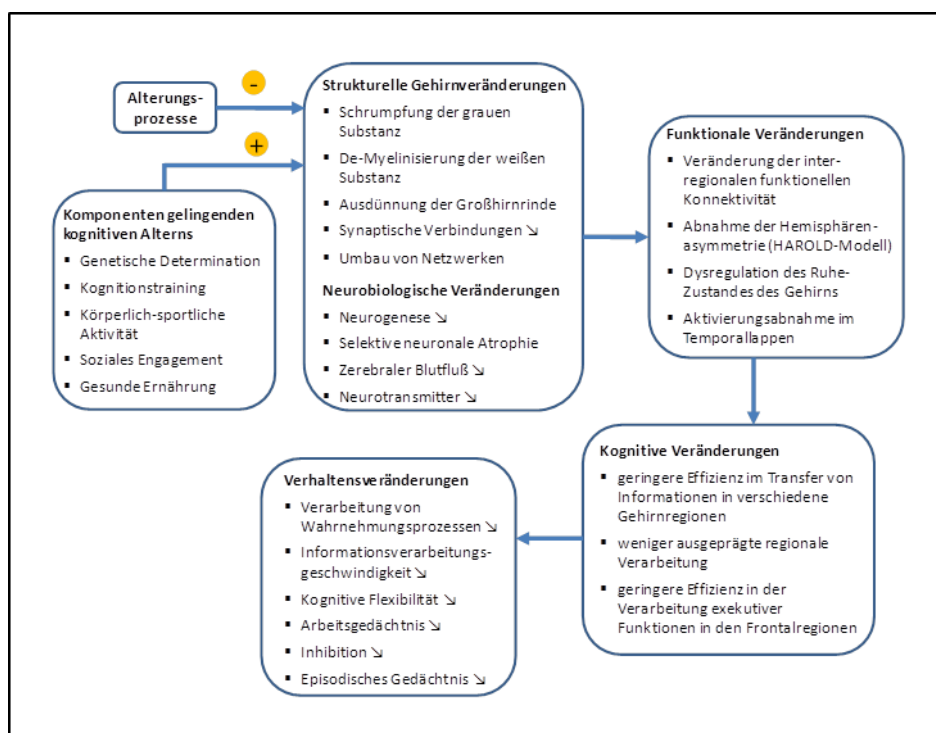


Abbildung 6: Einfluss struktureller und neurobiologischer Gehirnveränderung auf Funktion, Kognition und Verhalten (modifiziert nach Goh, 2011, S. 39 In: Schlicht & Schott, 2013, S. 46.)

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass starke individuelle Unterschiede in den kognitiven Abbauprozessen hinsichtlich ihres Verlaufs, ihres Umfangs, ihrer Stärke und der praktischen Auswirkungen bestehen. Diese interindividuelle Variabilität wird auf die persönlichen Lebensbedingungen, den Gesundheitsstatus, soziale Einflüsse (z. B. Bildungssozialisation), individuelle Aktivitäten sowie kompensatorische Strategien zurückgeführt (Wahl & Kruse, 1999; Weinert, 1995).

Studien, die allgemeine altersbedingte Veränderungen im kognitiven System beschreiben, sind daher eher kritisch zu betrachten. Viele Untersuchungen werden als Querschnittsanalysen durchgeführt, bei denen beispielsweise Teilnehmer miteinander verglichen werden, die sich in Alter, sozialer Herkunft oder im Bildungsgrad unterscheiden. Eine einheitliche Beschreibung des kognitiven Alterns kann aufgrund der Komplexität der Kognition, der unterschiedlichen Testverfahren zur Überprüfung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie der Heterogenität der Population selbst nicht gegeben werden.

2.5.2 Kognitive Anforderungen an die funktionellen Fähigkeiten im höheren Lebensalter

Eine Vielzahl von Publikationen dokumentiert, dass ein Zusammenhang zwischen kognitiven Funktionen und Gangparametern, posturaler Kontrolle, Depressionen, Angst und den ADL besteht (im Überblick: Spirduso, Poon & Chodzko-Zajko, 2008; Lord et al., 2001; Woollacott & Shumway-Cook, 2002; Rosano et al., 2005).

Besonders die Aufmerksamkeitsprozesse und Informationsverarbeitung sind dabei in den Mittelpunkt der Untersuchungen gerückt. Zahlreiche Vergleichsstudien von jüngeren und älteren Erwachsenen zeigen, dass Ältere vermehrt Aufmerksamkeit bei der Haltungskontrolle, bei der Ausführung der ADL und beim Gehen benötigen (vgl. Springer, Giladi, Peretz, Yogev, Simon & Hausdorff, 2006; Ble et al., 2005; Rankin, Woollacott, Shumway-Cook & Brown, 2000). Man geht davon aus, dass die Aufmerksamkeit eine allgemein verfügbare Ressource ist, die verschiedenen Aufgaben zur Verfügung gestellt werden kann. Sollen nun zwei Aufgaben simultan durchgeführt werden, so muss die Aufmerksamkeit geteilt werden. Dies fällt umso schwerer, je komplexer die Aufgabe ist. Beispielsweise werden bei Aufgaben, die im Sitzen bearbeitet werden, schnellere Reaktionszeiten erzielt als bei der gleichen Aufgabe im Stehen oder Gehen (Lajoie, Teasdale, Bard & Fleury, 1993). Dieses Phänomen ist sowohl bei jüngeren Erwachsenen als auch bei älteren zu beobachten. Eine zunehmende Diskrepanz zwischen den Leistungen von Jüngeren und Älteren zeigt sich erst, wenn eine der beiden Aufgaben höhere Anforderungen an die Kontrolle des Gleichgewichts stellt. Zum Beispiel bereitet die Aufmerksamkeitssteilung beim Gehen und Sprechen älteren Menschen größere Schwierigkeiten als jüngeren (Lundin-Olsson et al., 1997). Demzufolge ist die Leistung einer oder beider Aufgaben reduziert. Ein Exempel ist das sogenannte „Stop Walking when Talking-Phänomen“, welches bei älteren Menschen häufig zu beobachten ist: Sie bleiben während des Gehens stehen, sobald sie ein Gespräch beginnen (Lundin-Olsson et al., 1997). Dieses Phänomen ist darauf zurückzuführen, dass ältere Menschen dem Gehen einen größeren Teil ihrer Aufmerksamkeit widmen als Jüngere (Woollacott & Shumway-Cook, 2002). Vor diesem Hintergrund

wurden bereits viele Studien nach dem sogenannten Doppelaufgaben-Prinzip durchgeführt. Es bestätigte sich insbesondere bei älteren Menschen, dass die Aufmerksamkeitsaufteilung und demzufolge die Priorisierung einer Aufgabe die Leistung in der anderen Aufgabe beeinträchtigt (z. B. Li, Lindenberger, Freund & Baltes, 2001; Bloem, Valkenburg, Slabbekorn & Willemsen, 2001; Hollmann, Kovash, Kubik & Linbo, 2007).

Shumway-Cook, Woollacott, Kerns und Baldwin (1997) führten beispielsweise eine Vergleichsstudie mit jungen und älteren Erwachsenen durch. Im aufrechten Stand wurden auf einer Kraftmessplatte die Körperschwankungen der Teilnehmer unter verschiedenen Bedingungen gemessen. Bei einer simultan durchgeführten kognitiven Aufgabe im ruhigen Stand kamen sie zu dem Ergebnis, dass ältere Erwachsene im Vergleich zu jüngeren größere Körperschwankungen zeigen.

Hinsichtlich der Leistungseinbußen in der motorischen Aufgabe ist anzumerken, dass diese besonders deutlich werden, wenn die kognitive Aufgabe die exekutiven Funktionen beansprucht, also kognitive Prozesse des Problemlösens, des Planens, Initiierens und Inhibierens von Handlungen gefordert sind (Beauchet, Dubost, Gonthier & Kressig, 2005; Springer et al., 2006). Darüber hinaus fallen die Verluste in der motorischen Aufgabe bei Personen mit Sturzangst oder geringer körperlicher Leistungsfähigkeit größer aus als bei denen ohne Sturzdispositionen (Springer et al., 2006).

Andere Studien wiesen bei einer Doppelaufgaben-Performanz Leistungsverluste in beiden Aufgaben nach (Chen, Schultz, Ashton-Miller, Giordani, Alexander & Guire, 1996; Shumway-Cook & Woollacott, 2000; Rankin et al., 2000). Zum Beispiel wurde in einer Untersuchung von Chen und Kollegen (1996) älteren Erwachsenen die Aufgabe gestellt, beim Gehen ein Hindernis zu übersteigen. Während der Bewältigung der motorischen Aufgabe wurde den Teilnehmern eine zweite kognitive Aufgabe dargeboten, die von ihnen eine schnelle Reaktion erforderte. Die Teilung der Aufmerksamkeit auf beide Aufgaben erhöhte die Reaktionszeit der Teilnehmer und verminderte die Qualität der Ausführung der gleichzeitig geforderten motorischen Leistung.

Im Kontext der Sturzproblematik im Alter ist anzumerken, dass sich die meisten Stürze selbstständig lebender Senioren bei Aktivitäten ereignen, bei denen die Aufmerksamkeit zwischen der Kontrolle des Gleichgewichts und anderer Aufgaben aufgeteilt werden muss (im Überblick: Zijlstra et al., 2008). In Alltagssituationen sind ältere Personen demzufolge häufig einem erhöhten Sturzrisiko ausgesetzt. So muss etwa beim Einkaufsbummel die Aufmerksamkeit simultan auf mehrere Objekte (z. B. Passanten) und/oder Handlungen (z. B. gehen, einen Weg durch die Menge suchen, anderen Personen oder Objekten ausweichen) verteilt werden. Wird die kognitive Kapazität des Seniors bei solchen Tätigkeiten überschritten oder auf eine Störung des Gleichgewichts zu langsam reagiert, kann ein Sturz die Konsequenz sein.

Die Gründe für diese Probleme Älterer bei der Bewältigung von Doppelaufgaben sind bis heute unklar. Diskutiert werden diesbezüglich altersbedingte Veränderungen der Aufmerksamkeit, wie z. B. die begrenzte Aufmerksamkeitskapazität sowie Probleme bei der Teilung der Aufmerksamkeit; Verluste in den exekutiven Funktionen; Beeinträchtigungen in der posturalen Kontrolle; altersbedingte Veränderungen des sensorischen und motorischen Systems und deren Einfluss auf die posturale Kontrolle; die vermehrt auftretenden Krankheiten im Alter sowie eine Kombination dieser Faktoren (Woollacott & Shumway-Cook, 2002).

Im Hinblick auf Doppelaufgaben-Tätigkeiten ist positiv zu berichten, dass diese trainierbar zu sein scheinen. Kramer und Kollegen entwickelten 1995 ein computergestütztes Trainingsprogramm, bei dem eine Aufgabe, die Beobachtung und Aufmerksamkeit erforderte, mit einer Rechenaufgabe kombiniert wurde. Sowohl ältere als auch jüngere Erwachsene profitierten von dem Training und konnten die gelernten Fähigkeiten sogar auf andere, neue Doppelaufgaben übertragen. Bherer und Kollegen (2005) ließen jüngere und ältere Erwachsenen zwei Diskriminierungsaufgaben bearbeiten. Während der Identifizierung visuell dargebotenen Materials sollten die Teilnehmer verschieden hohe Töne erkennen und unterscheiden. Im Vergleich zur Kontrollgruppe und zum Pre-Test konnte den Trainingsgruppen, die fünf Trainingseinheiten absolviert hatten, im Post-Test eine schnellere und genauere Aufgabenausführung attestiert werden. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass das reine Kognitionstraining zwar in Bezug auf die trainierte Aufgabe wirksam ist, Transfereffekte auf andere untrainierte Aufgaben oder Alltagssituationen jedoch nicht nachgewiesen werden können (Owen et al., 2010).

Strategien zur erfolgreichen Bearbeitung rein kognitiver Doppelaufgaben scheinen in jedem Alter lernbar zu sein (Behrer, Kramer, Peterson, Colcombe, Erickson & Becic, 2005 und 2008; Li, Roudaia, Lussier, Bherer, Leroux & McKinley, 2010). Kritisch zu betrachten ist jedoch, dass die Beherrschung von Doppelaufgaben, bei denen ausschließlich das kognitive System beansprucht wird, für die störfreie Bewältigung des Alltags eines älteren Menschen eher irrelevant ist. In Bezug auf Doppelaufgaben treten die größten Schwierigkeiten in Situationen auf, in denen sowohl das kognitive als auch das motorische System beansprucht wird – wie zum Beispiel beim Gehen und Unterhalten (siehe oben).

Trainingsstudien, die sich mit motorisch-kognitiven Doppelaufgaben und deren Trainierbarkeit befassen, sind eher selten. Pellecchia (2005) verknüpfte dabei eine kognitive Aufgabe (Rückwärtszählen) mit einer Gleichgewichtsaufgabe (Stehen auf einer instabilen Fläche). Die Aufgaben wurden sowohl einzeln als auch in kombinierter Form in drei Trainingseinheiten geübt. Die Teilnehmer, die die Aufgaben lediglich einzeln übten, wiesen nach dem Training größere Körperschwankungen auf als jene Personen,

die ausschließlich die Doppelaufgabe trainierten. Dass das Doppelaufgaben-Training die Doppelaufgaben-Leistung älterer Erwachsener verbessert, bestätigten auch Doumas, Rapp und Krampe (2009). Sie konnten nachweisen, dass ältere Erwachsene mit zunehmender Übung der Doppelaufgabe (Arbeitsgedächtnisaufgabe und Gleichgewichtsaufgabe sowohl auf einem stabilen als auch auf einem beweglichen Untergrund) diese besser bewältigen konnten. Darüber hinaus wurden einige Studien durchgeführt, die sich mit dem Einfluss eines Doppelaufgabe-Trainings auf die funktionellen und körperlichen Fähigkeiten, wie Gehen, Haltungsstabilität oder Kraft beschäftigten (im Überblick: Pichierri, Wolf, Murer & de Bruin, 2011). In einer Studie von Silsupadol et al. (2009) konnten beispielsweise Verbesserungen verschiedener Gangparameter und der Gleichgewichtsfähigkeit älterer Erwachsener durch ein Doppelaufgabentraining nachgewiesen werden. Hier wurden Gleichgewichtsaufgaben mit einer kognitiven Aufgabe gekoppelt. Die Interventionsdauer betrug jedoch lediglich 4 Wochen. Die japanischen Forscher Shigematsu, Okura, Sakai und Rantanen (2008) entwickelten eine eigene Trainingsform namens Square Stepping Exercises. Hierfür fertigten sie eine Matte an, auf der verschiedene Felder aufgezeichnet wurden. Die Teilnehmer (65-74 Jahre alt) sollten auf dieser Matte aus dem Gedächtnis heraus Schrittfolgen reproduzieren, die sie zuvor gelernt hatten. Durch dieses Training ließen sich nach 12 Wochen unter anderem Verbesserungen in der Gehgeschwindigkeit und Gleichgewichtsfähigkeit der Teilnehmer beobachten.

Als problematisch erweist sich, dass diese Doppelaufgaben-Trainingsstudien in der Regel als Einzeltraining durchgeführt werden und teilweise einen hohen apparativen Aufwand erfordern. Folglich ist der Kosten-Nutzen-Aufwand recht hoch, da mit der Durchführung dieses Programmes nur wenige Teilnehmer zugleich erreicht werden können. Bezüglich der Trainierbarkeit von Doppelaufgaben bedarf es im Hinblick auf die Alltagsrelevanz für den älteren Menschen und der Wirksamkeit eines Gruppentrainings weiterer Untersuchungen.

Inwieweit körperliches Training die allgemeine kognitive Leistungsfähigkeit beeinflusst, wird im folgenden Kapitel erörtert.

2.5.3 Auswirkungen von körperlicher Aktivität und Training auf die kognitive Leistungsfähigkeit im höheren Lebensalter

Die Anzahl der Studien, die sich in den letzten 10 Jahren mit dem Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Funktionen im höheren Lebensalter befasst haben, ist enorm. Die Ergebnisse allerdings sind kontrovers. Zahlreiche Forscher konnten belegen, dass sich körperliche Aktivität günstig auf kognitive Funktionen auswirkt (im Überblick: Erickson & Hohmann 2013; Tomporowski, 2006; Spirduso et al., 2005; Kramer & Hillman, 2006; Colcombe & Kramer, 2003; Williams & Lord, 1997), während

andere Studien keine positiven Effekte erbrachten (z. B. Emery & Gatz, 1990; Madden, Blumenthal, Allen & Emery, 1989; Swoap, Norvell, Graves & Pollock, 1994).

Empirische Untersuchungen, die prospektiv und querschnittlich angelegt sind, zielen darauf ab, einen zeitlichen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten nachzuweisen. Diese Studien zeigen in der Regel ein einheitliches Ergebnis (im Überblick: Sofi et al., 2010; Etnier, 2007). Beispielsweise untersuchten Yaffe, Barnes, Nevitt, Lui und Covinski (2001) 5925 selbstständig lebende Frauen (65 Jahre und älter) über einem Zeitraum von 6 bis 8 Jahren. Frauen mit einem hohen körperlichen Aktivitätslevel (gemessen anhand wöchentlicher Gehstrecken und am Kalorienverbrauch) erzielten hier signifikant geringere altersbedingte Einbußen in ihren kognitiven Fähigkeiten als die Frauen, die einen geringen Aktivitätslevel hatten. Erst kürzlich zeigten Middleton, Barnes, Lui und Yaffe (2010), dass ältere Frauen (Ø 71,6 Jahre), die ihr Leben lang und insbesondere im Teenageralter körperlich aktiv waren, ein geringeres Risiko aufweisen im Alter kognitive Einschränkungen zu erfahren als Frauen, die inaktiv waren.

Studien, die darauf ausgelegt sind den Einfluss verschiedener Interventionen auf die kognitive Leistungsfähigkeit Älterer zu untersuchen (im Überblick: Angevaren, Aufdemkampe, Verhaar, Aleman & Vanhees, 2008), erbringen unterschiedliche Ergebnisse, so dass sich ein direkter Vergleich schwierig gestaltet. Die Diskrepanzen der Untersuchungsergebnisse lassen sich durch die variierende Stichprobenauswahl, unterschiedliche Testverfahren zur Überprüfung der Variablen sowie durch die Interventionsart, -dauer und -intensität der Studien begründen.

Dennoch existieren eine Reihe vergleichbarer Studien, die die Effektivität körperlicher Aktivität auf die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Erwachsener dokumentieren. Bereits 1975 konnte Spirduso beispielsweise Verbesserungen der Reaktionszeit und der Gedächtnisfunktionen infolge eines Bewegungstrainings nachweisen. Zudem berichteten auch Williams und Lord (1997) von derartigen Entwicklungen.

Langfristige Trainingseffekte auf den kognitiven Status Älterer zeigten sich ferner nach einem kombinierten Gedächtnis- und Psychomotoriktraining in der SIMA-Studie (u. a. Oswald, Hagen, Rupprecht, 2001): Die Teilnehmer, die sowohl ein Gedächtnistraining als auch ein motorisches Training absolvierten, erfuhren die größten Zuwächse in ihren kognitiven Leistungen. Diese positiven Effekte waren in jährlichen Follow-up-Untersuchungen bis zu 4 Jahre nach der Intervention noch immer nachzuweisen. Außerdem konnte ein verzögerter Verlauf dementieller Erkrankungen durch die kombinierte Intervention festgestellt werden.

Colcombe und Kramer (2003) fassten in einer Meta-Analyse 18 Interventionsstudien mit vergleichbarem Studiendesign zusammen. In den Studien ergaben sich für alle Teilbereiche der kognitiven Fähigkeiten positive Effekte durch körperlich-sportliches

Training. Insbesondere die exekutive Kontrolle, aber auch Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen profitieren von körperlichen Trainingsinterventionen. Weiterhin kamen die Autoren zu dem Ergebnis,

- ⇒ dass eine Kombination aus Ausdauer- und Krafttraining effektiver ist als ein Ausdauertraining allein,
- ⇒ dass kontinuierliche Trainingsprogramme (länger als 6 Monate) mit einer moderaten Trainingsdauer von 31 bis 45 Minuten die größten Fortschritte erbringen und
- ⇒ dass Personen im Alter von 66 bis 70 Jahren den größten Nutzen aus körperlichem Training ziehen.

Die positiven Effekte eines kontinuierlichen körperlichen Trainings bestätigten Colcombe et al. (2004) in einer neueren Studie. Die Autoren verglichen ältere Erwachsene, die über 6 Monate dreimal wöchentlich 45 Minuten an einem Walking-Programm teilnahmen, mit einer Kontrollgruppe, deren Teilnehmer ein Stretching-Programm absolvierten. Die Teilnehmer der Walking-Gruppe erbrachten nach der Trainingsintervention bessere Leistungen in einer Flanker-Aufgabe²² als die Teilnehmer der Kontrollgruppe. Darüber hinaus wurde bei den Teilnehmern der Walking-Gruppe im MRT eine vermehrte Aktivität im Bereich des Frontalhirns und der Scheitellappen während der Bearbeitung der Aufgabe beobachtet. Diese vermehrte Hirnaktivität machen die Autoren für die besseren Leistungen ihrer Teilnehmer verantwortlich.

Angevaren und Kollegen (2008) führten eine Meta-Analyse durch, in der sie 11 randomisierte und kontrollierte Studien zusammenfassten, die die Effektivität körperlichen Trainings auf die kognitiven Funktionen älterer Erwachsener (55 Jahre und älter) untersuchten. Hier kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass aerobe Trainingsinterventionen, die in erster Linie auf eine Verbesserung der kardio-respiratorischen Ausdauer der Teilnehmer abzielten, Verbesserungen in der kognitiven Kapazität älterer Erwachsener bewirken. Die größten Effekte wurden für motorische Funktionen sowie für die akustische Aufmerksamkeit nachgewiesen. Moderate Effekte konnten bei der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und visuellen Aufmerksamkeit beobachtet werden.

Die Gründe für die positiven Effekte körperlichen Trainings auf die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Erwachsener werden vielfach diskutiert. Die Erklärungsansätze sind

22 Bei einer Flanker-Aufgabe muss die Testperson ein einzelnes zentrales Objekt fokussieren und irrelevante Stimuli ausblenden. Diese Aufgabe wird häufig zur Überprüfung der exekutiven Funktionen verwendet.

mannigfaltig (im Überblick: Etnier, 2009). Colcombe und Kramer (2003) fokussieren beispielsweise die Spezifität des kognitiven Effekts als Begründung des Zusammenhangs von körperlicher Aktivität und Kognition. Dies bedeutet, dass die Aufgaben, die für ältere Erwachsene kognitiv besonders anspruchsvoll sind, am stärksten von körperlicher Aktivität zu profitieren scheinen. So greift körperliche Aktivität am deutlichsten, wenn die exekutiven Funktionen gefordert werden (Kramer et al., 1999; Etnier, 2007).

Ein anderer Erklärungsansatz rückt die physiologischen und biochemischen Prozesse in den Vordergrund (im Überblick: Etnier, 2009; Schlicht & Schott, 2013). Dabei werden die Auswirkungen körperlicher Aktivität auf die Gehirnstrukturen und -funktionen für die verbesserten kognitiven Leistungen verantwortlich gemacht (u. a. Kramer & Hillman, 2006; Hillman, Erickson & Kramer, 2008). Durch körperliches Training wird zum Beispiel der zerebrale Blutfluss verbessert und die Produktion neurotropher und vaskulärer Faktoren wie BDNF²³ oder VEGF²⁴ erhöht (Kramer, Erickson & Colcombe, 2006, Schlicht & Schott, 2013). Außerdem lässt sich ein geringerer Verlust an Gehirnmasse infolge eines Ausdauertrainings nachweisen (Colcombe et al., 2003).

Als Begründung für die positiven Effekte körperlicher Aktivität wird darüber hinaus auch der Einfluss von Mediatoren auf die kognitiven Fähigkeiten angeführt (Spirduso et al., 2008). So wirkt sich körperliches Training nachweislich positiv auf Krankheitsverläufe, Depressionen, das allgemeine psychische Befinden und die körperliche Leistungsfähigkeit aus (Kapitel 2). Diese Faktoren stehen ihrerseits in einem engen Zusammenhang mit der kognitiven Leitungsfähigkeit.

Außerdem hat sich gezeigt, dass nicht nur körperliche Aktivitäten, sondern auch lebensstilbezogene Faktoren wie Erziehung oder Beruf die kognitiven Ressourcen stärken können, und ihrerseits Einfluss auf das kognitive Altern nehmen (Etnier, 2009).

Trotz der erwiesenen positiven Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die kognitiven Fähigkeiten älterer Erwachsener gibt es noch keine eindeutigen Aussagen darüber, welches Trainingsprogramm die stabilsten und stärksten Effekte auf die kognitive Leistungsfähigkeit ausübt (vgl. Kramer & Hillman, 2006). Auch in Bezug auf die effektivste Dosierung (Intensität und Dauer) des Trainings existieren keine einheitlichen Ergebnisse. Diesbezüglich bedarf es weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen.

23 Brain-derived Neurotrophic Factor (BDNF) wirkt schützend auf Neuronen und Synapsen im Nervensystem und fördert das Wachstum neuer Neuronen.

24 Vaskular-endothelialer Wachstumsfaktor: Natürlicher Wachstumsfaktor, der die Bildung neuer Blutgefäße (Angiogenese) anregt und beim Wachstum von Geweben und Organen sowie bei der Wundheilung natürlich gebildet wird (Schlicht & Schott, 2012, S. 113)

3 Stürze im höheren Lebensalter

3.1 Definition

Bereits 1987 definierte die Kellogg International Work Group on the Prevention of Falls by the Elderly (1987, S. 4) den „Sturz“ als

„... an event which results in a person coming to rest unintentionally on the ground or other lower level and other than as a consequence of (...) sustaining a violent blow, loss of consciousness, sudden onset of paralysis as in a stroke or an epileptic seizure.“

Diese Definition wurde nachfolgend von vielen Wissenschaftlern rezipiert und modifiziert (z. B. Tinetti et al., 1988, S. 1702). Allerdings berücksichtigte keine dieser Modifikationen Stürze, die aus neurologischen oder kardiovaskulären Dysfunktionen resultieren. Aufgrund dessen plädieren internationale Experten und Mitarbeiter der Prevention of Falls Network Europe (ProFaNE) für die Verwendung einer allgemeineren Definition, die alle Stürze erfasst:

„A fall should be defined as an unexpected event in which the participants come to rest on the ground, floor or lower level.“ (Lamb, Jørstad-Stein, Hauer & Becker, 2005, S. 1619).

Stürze sind bei älteren Erwachsenen weit verbreitet. Die Häufigkeit variiert jedoch zwischen den verschiedenen Populationen und Einrichtungen. Eine systematische und zentrale Dokumentation von Stürzen bei älteren Erwachsenen erweist sich als problematisch. Da Stürze in der Regel unbeobachtet geschehen, insbesondere bei selbstständig lebenden älteren Erwachsenen, basiert die Erfassung auf den Angaben der gestürzten Person. Diese wiederum können (z. B. aufgrund einer Demenz oder der Nichtbeachtung) oder wollen (z. B. Verdrängung aufgrund der peinlichen Situation) sich aber häufig nicht an das Sturzereignis erinnern.

In Deutschland wurden erst kürzlich epidemiologische Daten zu Stürzen vom Robert-Koch-Institut (2013) im Rahmen der Gesundheitsberichterstattung des Bundes zum Unfallgeschehen bei Erwachsenen in Deutschland veröffentlicht. So wird

„fast ein Drittel aller Unfälle (29,8 %) [...] durch Stürze in der Ebene (z. B. bei Glatteis auf der Straße hinfallen) oder aus der Höhe verursacht (z. B. von einer Leiter fallen)“ (Robert-Koch-Institut, 2013 S. 22).

Bei den über 60-Jährigen ist die Hälfte der Unfälle (53,7 %) auf Stürze zurückzuführen und mehr als die Hälfte der Sturzunfälle (52,0 %) passiert zu Hause oder in der unmittelbaren Umgebung, wie z. B. im Garten oder in der Garage (Robert-Koch-Institut, 2013).

Wissenschaftliche Studien, die gezielt die Sturzhäufigkeit selbstständig lebender älterer Erwachsener untersuchten, wurden jedoch vorwiegend im englischsprachigen Raum durchgeführt. Verschiedene Untersuchungen erbrachten bezüglich der Sturzhäufigkeit ähnliche Ergebnisse. Zwischen 29 und 39 % der über 65-Jährigen stürzen mindestens einmal im Jahr (Campbell, Reinken, Allan & Martinez, 1981; Blake et al., 1988; Tinetti et al., 1988; Lord, Ward, Williams & Anstey, 1993; Campbell, Borrie & Spears, 1989). Mit zunehmendem Alter steigt die Sturzrate noch weiter an. So stürzt bei den über 80-Jährigen bereits jeder Zweite mindestens einmal jährlich (Lord et al., 1993). Hinsichtlich der Prävalenzangaben muss berücksichtigt werden, dass mit einer hohen Dunkelziffer gerechnet wird. Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Stürze berichtet werden. Entweder aus Besorgnis vor möglichen Folgen, wie zum Beispiel die Stigmatisierung als Pflegefall oder wegen der scheinbaren Trivialität des Ereignisses, wenn beispielsweise keine Verletzungen davon getragen werden (Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, 2004).

Darüber hinaus erweist sich nicht allein die Sturzhäufigkeit älterer Erwachsener als Problem, denn Kinder und Sportler stürzen mindestens genauso häufig (Rubenstein & Jospheson, 2006). Es ist vielmehr die durch chronische Erkrankungen oder altersbedingte Veränderungen (vgl. Kapitel 2) erhöhte Anfälligkeit für Verletzungen, die den Sturz eines älteren Menschen zu einem gefährlichen Unterfangen mit schwerwiegenden Folgen werden lassen kann.

3.2 Sturzrisikofaktoren

Selten stürzt ein älterer Mensch aufgrund von Bewusstseinsverlust (synkope Stürze) und ebenso selten liegt die Sturzursache ausschließlich in äußeren Umständen, z. B. Glatteis oder Stolperfallen wie lose Kabel oder Teppichkanten, begründet. Stürze werden in der Regel nicht durch einzelne Ursachen ausgelöst, sondern resultieren aus dem Zusammenwirken verschiedener Sturzrisikofaktoren.

In der Literatur wurden bisher über 400 verschiedene Faktoren identifiziert, die das Sturzrisiko einer Person beeinflussen können (z. B. Gillespie, Gillespie, Robertson, Lamb, Cumming & Rowe, 2001). Diese werden in der Regel in sogenannte *intrinsische* und *extrinsische* Risikofaktoren eingeteilt. Die intrinsischen Sturzrisikofaktoren beziehen sich auf die individuellen alters- und krankheitsbedingten Veränderungen einer Person, während die extrinsischen Faktoren die Umgebungsbedingungen, wie z. B. Gefahrenquellen zu Hause oder im Straßenverkehr beschreiben. Außerdem werden in letzter Zeit vermehrt *situationale* Risikofaktoren angeführt. Hierzu zählen beispielsweise gefährliche Aktivitäten einer Person oder ungenügende Licht- und Bodenverhältnisse. Die intrinsischen, extrinsischen und situationalen Sturzrisikofaktoren lassen sich

in verschiedene Kategorien einteilen (Tinetti et al., 1988; Nevitt, Cummings, Kidd & Black, 1989; Lord et al., 2001), welche in Tabelle 2 dargestellt sind.

Tabelle 2: Sturzrisikofaktoren (modifiziert nach Rose, 2003)

Demografische Faktoren Alter (≥ 80 Jahre) (I), weibliches Geschlecht (I)	Medizinische Faktoren posturale Hypotension ²⁵ (I), Fußprobleme (I), Untergewicht ($\text{BMI} \leq 18 \text{ kg/m}^2$) (I)
Funktionale Faktoren positive Sturzanamnese (I), Defizite bei der Ausführung der ADL (I) Benutzung von Hilfsmitteln (Rollator, Stock etc.) (E), unzureichendes Schuhwerk (E)	Mentale, psychologische Faktoren kognitive Einschränkungen (I), Depression (I), Sturzangst (I), mangelndes Urteilsvermögen (I)
Gang, Gleichgewicht, Kraft Gehgeschwindigkeit (I), Defizite bei der Haltungskontrolle (I), Minderung der Kraft in den oberen und unteren Extremitäten (I), eingeschränkte Reaktionsfähigkeit (I)	Sensorische Faktoren verminderte Sehleistungen (z. B. Tiefensehen) (I), verminderte Propriozeption (I), verminderte Vestibulärfunktion (I)
Chronische Erkrankungen Herzerkrankungen (I), Parkinson (I), Schlaganfall (I), Inkontinenz (I), Osteoporose (I), neuromuskuläre Erkrankungen (I), Arthritis (I), akute Erkrankungen (I)	Medikamente Einnahme von mehr als vier Medikamenten vornehmlich Antidepressiva (E), Psychopharmaka (E), Alkohol (E)
Gefährliche Aktivitäten Verwendung von nicht adäquaten Hilfsmitteln bei der Haus- und Gartenarbeit (z. B. instabiler Stuhl statt Trittleiter) (E+S)	Wohnkonditionen Licht- und Bodenverhältnisse (E+S), zu niedrige Sitzmöbel (E), lose Teppiche und Kabel (E), unzureichende Beleuchtung (E), fehlende Haltegriffe in Bad/Toilette etc. (E)

(E) extrinsische Risikofaktoren, (I) intrinsische Risikofaktoren, (S) situationale Risikofaktoren

25 Plötzlicher Abfall des Blutdrucks bei Veränderung der Körperposition, z. B. vom Liegen zum Sitzen. Der Wechsel der Körperlage verändert temporär den Blutfluss und kann die Sauerstoffversorgung des Gehirns vorübergehend stören. Dies führt häufig zu kurzfristiger Benommenheit und Schwindel.

Für 25 bis 45 % aller Stürze werden sogenannte „Unfälle“ beziehungsweise Gefahren in der Umgebung verantwortlich gemacht (Rubenstein & Josephson, 2006). Bei näherer Betrachtung der Sturzursachen wird jedoch deutlich, dass ein Sturz häufig nicht allein durch Umgebungsfaktoren bedingt wird, sondern vielmehr aus der Interaktion von Umgebungsfaktoren, gefährlichen Aktivitäten und den individuellen alters- und krankheitsbedingten Veränderungen der gestürzten Person resultiert (Rubenstein & Josephson, 2006).

Demzufolge wird ein Sturz umso wahrscheinlicher, je mehr Risikofaktoren zusammenwirken. So zeigten Tinetti und Kollegen (1988) in einer prospektiven Studie mit selbstständig lebenden Senioren, dass das Sturzrisiko von 0 % bei bis zu 3 vorliegenden Risikofaktoren, auf 31 % bei 4 bis 7 Risikofaktoren und auf 100 % bei 7 und mehr Risikofaktoren steigen kann. Beispielsweise wird eine 82-jährige Frau mit Defiziten in der Muskelkraft der unteren Extremitäten, eingeschränkter Reaktionsfähigkeit und Problemen bei der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts eher über eine Teppichkante stolpern und infolgedessen stürzen als ein 70-jähriger Mann, der durch regelmäßige körperliche Aktivität über eine gut trainierte Muskulatur verfügt und keine Gleichgewichtsprobleme aufweist.

Welche dieser Faktoren die größten Indikatoren für einen Sturz darstellen, beschäftigt die Wissenschaftler seit vielen Jahren. Einheitliche Befunde liegen diesbezüglich jedoch nicht vor. Nevitt und Kollegen evaluierten bereits 1989 Sturzrisikofaktoren von 325 selbstständig lebenden Senioren (60 Jahre und älter). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass besonders Personen mit einer positiven Sturzgeschichte, mit Defiziten in den ADL und eingeschränkter Mobilität, mit chronischen Erkrankungen (z. B. Arthritis oder Parkinson), Gehschwierigkeiten und unnormalem Muskeltonus sowie unterdurchschnittlichen Leistungen in motorischen Tests und einem geringen kognitiven Status ein erhöhtes Sturzrisiko aufweisen.

Ebenfalls analysierten Rubenstein und Josephson (2006) verschiedene Studien im Hinblick auf die Sturzrisikofaktoren. In Tabelle 3 sind diejenigen Sturzrisikofaktoren aufgelistet, die bei dem Vergleich von 16 verschiedenen Studien am häufigsten auftraten. Bei der Hälfte dieser Untersuchungen wurden die Stürze von selbstständig lebenden Senioren analysiert, die anderen 8 Studien befassten sich mit Pflegeheimbewohnern. Folgt man der Vergleichsanalyse von Rubenstein & Josephson (2006), so stellt die *nachlassende Muskelkraft* in den unteren Extremitäten den stärksten Indikator für einen Sturz dar. Für diesen Faktor erhöht sich das Sturzrisiko um etwa das Vierfache. Ebenso werden *Defizite im Gleichgewicht und Gang* als signifikante Risikofaktoren identifiziert. Gang- und Gleichgewichtsprobleme sowie die schwindende Muskelkraft sind in der älteren Bevölkerung weitverbreitet. Laut Sudarsky (1990) weisen beispielsweise 20 bis 50 % der älteren Population Gehstörungen auf. Einerseits resultieren

diese Defizite aus den altersbedingten Veränderungen (Kapitel 2.2.3). Andererseits werden spezifische Dysfunktionen des Nerven-, Muskel- oder Herz-Kreislauf-Systems (z. B. Arthritis, Schlaganfall oder Parkinson) und der körperliche Abbau nach einer Inaktivitätsphase für diese Probleme verantwortlich gemacht (Rubenstein & Josephson, 2006).

Tabelle 3: Sturzrisikofaktoren: Analysen zum relativen Risiko (RR)²⁶ sowie zum Odds Ratio (OR)²⁷ (modifiziert nach Rubenstein & Josephson, 2006; vgl. Schott & Kurz, 2008, S. 47; Deandrea, Lucenteforte, Bravi, Foschi, La Vecchia, & Negri, 2010)

Risikofaktor	signifikant/gesamt ¹	Ø RR-OR ²	Range	OR ³
Nachlassende Muskelkraft in den unteren Extremitäten	10/11	4.4	1.5 - 10.3	-
Sturzbiographie	12/13	3.0	1.7 - 7.0	2.8
Gangdefizite	10/12	2.9	1.3 - 5.6	2.1
Gleichgewichtsdefizite	8/11	2.9	1.6 - 5.4	-
Verwendung von Hilfsmitteln (z. B. Gehhilfe, Rollator)	8/8	2.6	1.2 - 4.6	2.2
Visuelle Defizite	6/12	2.5	1.6 - 3.5	-
Arthritis	3/7	2.4	1.9 - 2.9	-
Defizite in ADL	8/9	2.3	1.5 - 3.1	IADL = 1.5
Depression	3/6	2.2	1.7 - 2.5	-
Kognitive Einschränkungen	4/11	1.8	1.0 - 2.3	-
≥ 80 Jahre	5/8	1.7	1.1 - 2.5	-

¹ Anzahl der Studien mit einem signifikanten RR bzw. OR/Gesamtzahl der Studien, die diesen Faktor berücksichtigt haben (Rubenstein & Josephson, 2006).

² Relatives Risiko (RR) für prospektive Studien, Odds Ratio (OR) berechnet für retrospektive Studien (Rubenstein & Josephson, 2006).

³ Odds Ratio (OR) berechnet für prospektive Studien (Deandrea, Lucenteforte, Bravi, Foschi, La Vecchia, & Negri, 2010)

26 Risiken werden berechnet, indem man die Zahl der Ereignisse durch die Gesamtzahl des zugrunde liegenden Kollektivs dividiert. Das Risiko wird als Prozentzahl oder als Quotient angegeben. Die Skala reicht hier von 0 bis 100 % bzw. von 0 bis 1. So ergibt 1 Ereignis bei 4 Nicht-Ereignissen ein Risiko von 20 % oder 0.2, vier Ereignisse bei einem Nicht-Ereignis bedeuten ein Risiko von 80 % oder 0.8.

27 Zur Angabe von Odds wird die Zahl der Ereignisse dividiert durch die Zahl der Nicht-Ereignisse (etwa: die Zahl der Erkrankten durch die Zahl der Nichterkrankten). Die Skala geht von 0 bis unendlich. So bedeutet 0.25: 1 Ereignis und 4 Nicht-Ereignisse, 4.0 bedeutet 4 Ereignisse bei einem Nicht-Ereignis.

Ferner ist die *positive Sturzbiographie* einer Person als Sturzrisikofaktor anzusehen. Bereits 1989 konnten Nevitt und Kollegen belegen, dass bei circa 60 bis 70 % aller älteren Erwachsenen die in den letzten 12 Monaten einen Sturz erlebten, das Risiko für einen erneuten Sturz deutlich ansteigt. In einem Review von Evans, Hodgkinson, Lambert und Wood (2001) weisen die Ergebnisse verschiedener Studien einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer Sturzvorgeschichte und einer erhöhten Gefahr erneut zu stürzen nach. Auch Deandrea und Kollegen (2010) berichten diesbezüglich in ihrer Meta-Analyse von einem Odds Ratio von 2.8. Darüber hinaus stellen wiederholte Stürze offensichtlich einen guten Indikator für progressive Abbauprozesse im Alter dar. Entsprechend wiesen Nevitt et al. (1989) nach, dass Personen die öfter als zweimal innerhalb von 12 Monaten stürzten, funktionell beeinträchtigt waren und/oder unter chronischen Krankheiten wie Parkinson oder Arthritis litten. Die Sturzvorgeschichte eines älteren Menschen weist demzufolge häufig auf das Vorliegen zusätzlich bestehender Sturzrisikofaktoren hin.

Weitere Faktoren, die das Sturzrisiko um mehr als das Doppelte erhöhen, sind

- ⇒ *die Benutzung von Hilfsmitteln*: Insbesondere die Verwendung von Gehhilfen oder Rollatoren, die vermehrt in Pflegeheimen und bei Personen die bereits weitere Risikofaktoren (Gleichgewichtsprobleme oder schwindende Muskelkraft) aufweisen eingesetzt werden, scheint problematisch zu sein.
- ⇒ *visuelle Defizite*: Altersbedingte Veränderungen des visuellen Systems (Verminderung der Sehschärfe, schlechtere Kontrastwahrnehmung, höhere Blendempfindlichkeit, verzögerte Scharfstellung und Hell-Dunkel-Adaptation, Altersweit-sichtigkeit, beeinträchtigte Tiefenwahrnehmung und Einengung des Gesichtsfeldes) und das vermehrte Auftreten von Augenkrankheiten wie Cataract, Glaukom oder Makuladegeneration sind für die Defizite der Sehkraft im Alter verantwortlich. Daraus folgt eine verminderte Wahrnehmung von Gefahrenquellen, wodurch ein sicheres Bewegen in der Umwelt erschwert wird.
- ⇒ *Arthritis*: Sie wird aufgrund des Krankheitsverlaufs, der in der Regel mit Gelenks-schmerzen und Deformationen der Gelenke, körperlichen Einschränkungen sowie nachlassender Muskelkraft einhergeht (Covinsky, Lindquist, Dunlop, Gill & Yelin, 2008) als einflussreicher Sturzrisikofaktor benannt.
- ⇒ *Defizite bei der Ausführung von ADL und IADL*: Resultieren in der Regel aus Ein-schränkungen der funktionellen Leistungsfähigkeit und verdoppeln das Sturz-
risiko (Rubenstein & Josephson, 2006; Deandrea et al, 2010; Schott & Kurz, 2008).
- ⇒ *Depressionen*: Für die Sturzanfälligkeit depressiver Personen wird vor allem die Einnahme von Medikamenten, insbesondere von Antidepressiva, verantwort-

lich gemacht (Avorn, 1998). Außerdem zeigen depressive ältere Personen vermehrt Probleme bei der posturalen Kontrolle (Turcu, Toubin, Mourey, D'Athis, Manckoundia & Pfitzenmeyer, 2004).

- ⇒ *kognitive Beeinträchtigungen*: Damit werden bei Rubenstein und Josephson (2006) vorrangig pathologisch-kognitive Defizite wie Demenz und Alzheimer beschrieben.
- ⇒ *Morbus Parkinson*: Deandrea et al. (2010) berichten diesbezüglich von einem OR von 2.7

Weiterhin stellt das Alter per se einen wichtigen Prädiktor für eine erhöhte Sturzgefährdung der Betroffenen dar (O'Loughlin, Robitaille, Boivin & Suissa, 1993; Stalenhoef, Diederiks, Knottnerus, Kester & Crebolder, 2002). Auch wenn das Alter nach Rubenstein und Josephson (2006) das Sturzrisiko lediglich um das 1,7-fache erhöht, spielt es dennoch eine besondere Rolle, denn der Großteil der bereits beschriebenen altersbedingten Veränderungen entwickelt sich in Bezug auf Stürze zu relevanten Risikofaktoren (O'Loughlin et al., 1993; Stalenhoef et al., 2002; vgl. Kapitel 2). So ist das Alter weniger als unabhängiger Risikofaktor für Stürze zu betrachten, sondern eher ein Indikator für die Zunahme anderer Risikofaktoren mit dem Alter (Gulich, Spreng, Spreng, Schaden & Zeitler, 2000).

Widersprüchlich erscheint indes die Beobachtung von Kario und Kollegen (2001). Sie zeigten, dass bereits gestürzte Personen im Durchschnitt jünger sind als nicht gestürzte. Dies weist wiederum darauf hin, dass das allgemeine Mobilitätsverhalten älterer Personen sowie die situativen Faktoren im Zusammenhang mit Stürzen nicht unterschätzt werden sollten. Besonders fitte ältere Erwachsene, die in der Regel auch jünger sind und noch den verschiedensten Aktivitäten nachgehen, werden häufig mit Gefahren in der Umwelt konfrontiert und sind somit einem erhöhtem Sturzrisiko ausgesetzt (Speechley & Tinetti, 1991).

Neben den von Rubenstein und Josephson (2006) und Deandrea et al. (2010) aufgeführten Sturzrisikofaktoren existieren weitere Aspekte, die in Bezug auf das Sturzrisiko von Bedeutung sind. So belegen verschiedene Studien, dass *Frauen* häufiger stürzen als Männer (Campbell et al., 1989; O'Loughlin et al., 1993). Dieser Unterschied wird üblicherweise mit der stärker nachlassenden Muskelkraft und der vermehrten Einnahme von Psychopharmaka erklärt (Campbell, Robertson, Gardner, Norton & Buchner, 1999). Die Abnahme der Knochendichte nach der Menopause und das verstärkte Auftreten von Osteoporose bei älteren Frauen erhöht zusätzlich die Gefahr sturzbedingter Frakturen.

Die Sturzangst sollte als Sturzrisikofaktor nicht außer Acht gelassen werden. Sie zählt zu einem weitverbreiteten Phänomen bei älteren Erwachsenen (Howland et al, 1998)

und entsteht unabhängig von einem bereits erlebten Sturz (Tinetti et al., 1988; Myers, Powell, Maki, Holliday, Brawley & Sherk, 1996). Sturzangst und Sturzereignis scheinen sich trotzdem gegenseitig zu beeinflussen (Deandrea et al., 2010). Verschiedene Untersuchungen verdeutlichen, dass für das Auftreten von Sturzangst ähnliche Risikofaktoren verantwortlich gemacht werden können wie für das allgemeine Sturzrisiko. So sind Faktoren wie ein unsicherer Gang, Gleichgewichtsprobleme, eingeschränkte Mobilität, Depressionen oder das weibliche Geschlecht sowohl Risikofaktoren für die Entstehung von Sturzangst als auch für Stürze allgemein (Friedman et al., 2002; Vellas, Wayne, Romero, Baumgartner & Garry, 1997; Murphy, Williams & Gill, 2002; Howland et al., 1998; Arfken et al., 1994).

Auch der Zeitfaktor scheint einen Einfluss auf die Entwicklung von Sturzangst zu nehmen. Diesbezüglich wiesen Jang, Cho, Oh, Lee und Baik (2007) in ihrer Studie mit 732 selbstständig lebenden Senioren nach, dass diejenigen, die in den letzten 6 Monaten bereits gestürzt sind, mit einer 4-fach höheren Wahrscheinlichkeit Sturzangst entwickeln und ihre Aktivitäten wesentlich mehr einschränken als diejenigen, die in den letzten 3 Jahren keinen Sturz erfahren haben. Ähnliche Ergebnisse zeigen auch andere Studien. Im Vergleich zu den Nichtgestürzten berichten Arfken und Kollegen (1994) beispielsweise von einer 2,5-fach häufigeren Sturzangst bei denjenigen, die in den letzten 12 Monaten einen Sturz erlebten.

Ein weiterer Faktor, der in der Literatur benannt wird und das Sturzrisiko nachweislich erhöht, ist die *Kognition* (Tinetti et al., 1988; Nevitt et al., 1991; Graafmans, Ooms, Hofstee, Bezemer, Bouter & Lips, 1996). In Bezug auf Stürze werden mit diesem Begriff in der Regel pathologisch-kognitive Beeinträchtigungen wie beispielsweise die Demenz beschrieben (vgl. Rubenstein & Josephson, 2006). Demenzen und kognitive Beeinträchtigungen betreffen circa 10 % der über 65-Jährigen und 50 % der Personen über 80 Jahre (Yaffe et al., 2001) und verdoppeln das Risiko zu stürzen (Rubenstein & Josephson, 2006; Vance, Ball, Roenker, Wadley, Edwards & Cissell, 2006). Weller und Schatzker (2004) stellten beispielsweise fest, dass in einer Untersuchungsgruppe 36 % der Alzheimer-Patienten, aber nur 11 % der gesunden Erwachsenen vergleichbaren Alters stürzten (siehe auch im Überblick: Sheridan & Hausdorff, 2007). Ferner ist bezüglich der allgemeinen kognitiven Beeinträchtigungen darauf hinzuweisen, dass diese vor allem das Risiko für wiederholte Stürze erhöhen. Als Sturzrisikofaktor für einzelne Stürze scheinen sie weniger bedeutsam zu sein (Graafmans et al., 1996).

Betrachtet man den Bereich Kognition als Sturzrisikofaktor näher, so fällt auf, dass die Komplexität der kognitiven Fähigkeiten (Kapitel 2.5) im Rahmen der Sturzproblematik eher vernachlässigt wird. Aufgrund der Vielschichtigkeit der kognitiven Prozesse und Funktionen sollte diesen in Bezug auf Stürze jedoch weitaus mehr Beachtung geschenkt werden (Hausdorff & Yogev, 2006). So dokumentierten einige Publikationen,

dass eine Verbindung zwischen kognitiven Funktionen und Gangparametern, posturaler Kontrolle, Depressionen, Angst und den ADL besteht, welche wiederum ihrerseits bedeutende Sturzrisikofaktoren darstellen (Brown, Shumway-Cook & Woollacott, 1999; Müller, Jennings, Redfern & Furman, 2004; Wood, Edwards, Clay, Wadley, Roenker & Ball, 2005; Teasdale & Simoneau, 2001; Khatri et al., 2001).

Die altersbedingten Veränderungen der verschiedenen kognitiven Prozesse und Funktionen (z. B. im Bereich der Aufmerksamkeit oder des Gedächtnisses) werden dafür verantwortlich gemacht, dass ein älterer Mensch Schwierigkeiten hat, adäquat auf Umweltveränderungen zu reagieren (Rose, 2003) und demzufolge stürzt.

Eines der ersten Forschungsprojekte, in dem ein direkter Zusammenhang von kognitiven Leistungen und Stürzen beobachtet wurde, ist die Studie von Nevitt, Cummings und Hudes (1991). Sie begleiteten 325 selbstständig lebende Senioren über 12 Monate hinweg und kamen zu dem Ergebnis, dass eine geringere Leistung im Trail-Making-Test²⁸, welcher vorrangig die exekutiven Funktionen überprüft, mit einem höheren Risiko für sturzbedingte Verletzungen korreliert. Dieses Ergebnis wird durch eine aktuellere Untersuchung von Ble und Kollegen aus dem Jahr 2005 gestützt. Sie konnten bei gesunden älteren Erwachsenen nachweisen, dass verminderte Leistungen der exekutiven Funktionen in einem engen Zusammenhang mit motorischen Aufgaben stehen, die eine hohe Aufmerksamkeit erfordern (z. B. über einen Parcours mit Hindernissen gehen). Die Autoren folgern, dass die exekutiven Funktionen für eine störungsfreie Bewältigung komplexer motorischer Aufgaben, wie beispielsweise das Ausweichen oder Übersteigen von Hindernissen, erforderlich sind. Defizite in den exekutiven Funktionen können folglich zu Stürzen des Betroffenen führen, da dieser gewissermaßen nicht in der Lage ist, schnell eine effiziente motorische Strategie zur Bewältigung der Aufgabe auszuwählen. Bestätigung erfuhr diese Erkenntnis erst kürzlich durch eine prospektive Studie von Buracchio et al. (2011). Sie untersuchten den Zusammenhang von exekutiven Funktionen und dem Sturzrisiko von älteren Menschen über einen Zeitraum von 13 Monaten. Als Messinstrumentarium wurden verschiedene kognitive Tests eingesetzt, die unterschiedliche kognitive Funktionen überprüften. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass nur die exekutiven Funktionen das Sturzrisiko der Teilnehmer erhöhte.

Bezüglich weiterer kognitiver Funktionen kamen van Schoor, Smit, Pluijm, Jonker und Lips (2002) im Rahmen der „Longitudinal Aging Study Amsterdam“ (LASA) zu dem Er-

28 Der Trail-Making-Test besteht aus zwei Teilen (Teil A und B - Originalversion von Reitan, 1959). Der Test verlangt das unmittelbare Erkennen der symbolischen Bedeutung von Zahlen und/oder Buchstaben und dient außerdem der Erfassung von Aufmerksamkeit und visuomotorischer Geschwindigkeit. Teil A überprüft in erster Linie die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Aufmerksamkeit. Teil B setzt zusätzlich ein gewisses Maß an kognitiver Umstellungsfähigkeit voraus.

gebnis, dass die unmittelbare Merkfähigkeit einen unabhängigen Sturzrisikofaktor für über 75-Jährige darstellt und dass der Einfluss kognitiver Funktionen bedeutsamer wird, je mehr Stürze geschehen. Die Autoren führen ihre Ergebnisse auf die enge Verbindung der unmittelbaren Merkfähigkeit mit der Aufmerksamkeit und Konzentration zurück. Ebenso verweisen sie auf den neurodegenerativen Abbau bei älteren Menschen jenseits des Alters von 75 Jahren, welcher den Zusammenhang zwischen der Gedächtnisleistung und dem Sturzrisiko erklären könnte.

Inwieweit Denkfähigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und visuelle Merkspanne die Sturzhäufigkeit selbstständig lebender Senioren beeinflussen können, untersuchten Anstey, von Sanden und Luszcz (2006). Das Ergebnis dokumentiert einen Zusammenhang zwischen dem kognitiven Verfall und der Sturzrate älterer Erwachsener über einen Zeitraum von 8 Jahren. Die Personen, die eine geringere kognitive Leistungsfähigkeit vorwiesen, stürzten häufiger als Personen mit guten Leistungen in den kognitiven Tests. Folglich weisen die Autoren darauf hin, dass kognitive Funktionen und deren Abbau unabhängige Sturzrisikofaktoren sind und die Überprüfung dieser Funktionen, wie etwa Merkfähigkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit oder verbales Schlussfolgern, zukünftig in die Bewertung des Sturzrisikos integriert werden sollte.

Weiterhin existiert ein Zusammenhang zwischen der Reaktionsfähigkeit, dem erhöhten Sturzrisiko und Stürzen (Lord, Ward, Williams & Anstey, 1994). Sturzerfahrene Personen reagieren sowohl bei einfachen Reaktionsaufgaben als auch bei Wahlreaktionsaufgaben langsamer als Personen ohne Sturzvorgeschichte (Grabiner & Jahnigen, 1992).

Darüber hinaus wurden einige Studien durchgeführt, die den Zusammenhang von Doppelaufgaben-Performanz und Sturzrisiko analysieren (Herman, Mirelman, Giladi, Schweiger & Hausdorff, 2010; Springer et al., 2006). Herman und Kollegen (2010) untersuchten beispielsweise exekutive Funktionen und Gang-Parameter unter einer Doppelaufgabenbedingung bei älteren Erwachsenen. Hier stellte sich heraus, dass Gangparameter nur dann einen Risikofaktor für künftige Stürze darstellen, wenn zugleich eine kognitive Zusatzaufgabe bearbeitet werden muss. Die Personen mit einer geringen kognitiven Leistungsfähigkeit benötigen ihre kognitiven Ressourcen für die Bearbeitung der kognitiven Aufgabe. Daraus resultieren Probleme bei der Fortbewegung, denn diese beansprucht ebenfalls kognitive Ressourcen, um störungsfrei ausgeführt zu werden. Die Folge ist ein größeres Sturzrisiko. Ferner konnten die Forscher beobachten, dass geringe exekutive Funktionen generell zu einem erhöhten Sturzrisiko führen.

Das Ausmaß der Sturzrisikofaktoren lässt erahnen, dass eine ebenso große Anzahl an Möglichkeiten der Modifikation dieser Faktoren existiert. Die effektivsten Maßnahmen zur Reduzierung des Sturzrisikos werden im Folgenden erläutert.

3.3 Modifikation der Sturzrisikofaktoren

Eine Vielzahl der beschriebenen Sturzrisikofaktoren ist durch entsprechende Interventionen positiv zu beeinflussen. Dazu sollten die Risikofaktoren in modifizierbare und nicht-modifizierbare Faktoren gruppiert werden. Zu den nicht-modifizierbaren Faktoren zählen das Alter und Geschlecht sowie die genetische Disposition einer Person. Für Mediziner sind vorrangig Risikofaktoren wie chronische Erkrankungen, das Seh- und Hörvermögen sowie die Medikation modifizierbar. Aus Sicht des Sportwissenschaftlers ist wiederum die Modifikation der Physis (z. B. Muskelkraft), funktioneller Parameter (z. B. Gang, posturale Kontrolle, allgemeine Mobilität) sowie kognitiver Fähigkeiten (z. B. Aufmerksamkeit) von besonderem Interesse, da diese Faktoren nachweislich durch körperliche Aktivität und Bewegungstraining zu beeinflussen sind (vgl. Schott & Kurz, 2008). Auch bei einigen chronischen Erkrankungen und hinsichtlich psychischer Faktoren wie Depressionen und Angst profitieren Senioren von körperlicher Aktivität (im Überblick: Spirduso et al., 2005; Williams & Lord, 1997; American College of Sports Medicine, 1998).

Neben der Modifikation durch körperliche Aktivität bestehen weitere sehr unterschiedliche Interventionsansätze mit dem Ziel der Reduzierung des Sturzrisikos. Inhaltlich variieren diese Ansätze stark: Während einige rein körperliches Training oder Tai-Chi-Übungen favorisieren, setzen andere auf die Modifikation der Umgebungsbedingungen oder die Substitution von Vitamin D und Kalzium, um eine Verbesserung der Knochendichte zu erreichen. Schließlich existieren auch multifaktorielle Ansätze, die verschiedene Einzelinterventionen miteinander kombinieren. Abbildung 7 gibt einen Überblick zu verschiedenen Interventionsmaßnahmen im Hinblick auf die Sturzrisikofaktoren und Stürze.

Neben der inhaltlichen Unterscheidung lassen sich die Interventionsstudien auch nach ihrem Ziel unterteilen. Zahlreiche Studien untersuchen konkret den Einfluss von Interventionsmaßnahmen auf einzelne Sturzrisikofaktoren, auf die Sturzrate, das allgemeine Sturzrisiko und/oder sturzbedingte Verletzungen. Analog zu den unterschiedlichen Zielen und Inhalten der Untersuchungen variieren ebenso die Zielgruppen (gesunde, selbstständig lebende Senioren; gebrechliche Senioren; Alten- und Pflegeheimbewohner) sowie die Dauer (4 Wochen bis zu 12 Monate) der Maßnahmen. Demzufolge ist ein direkter Vergleich der verschiedenen Interventionen hinsichtlich ihrer Effektivität schwierig.

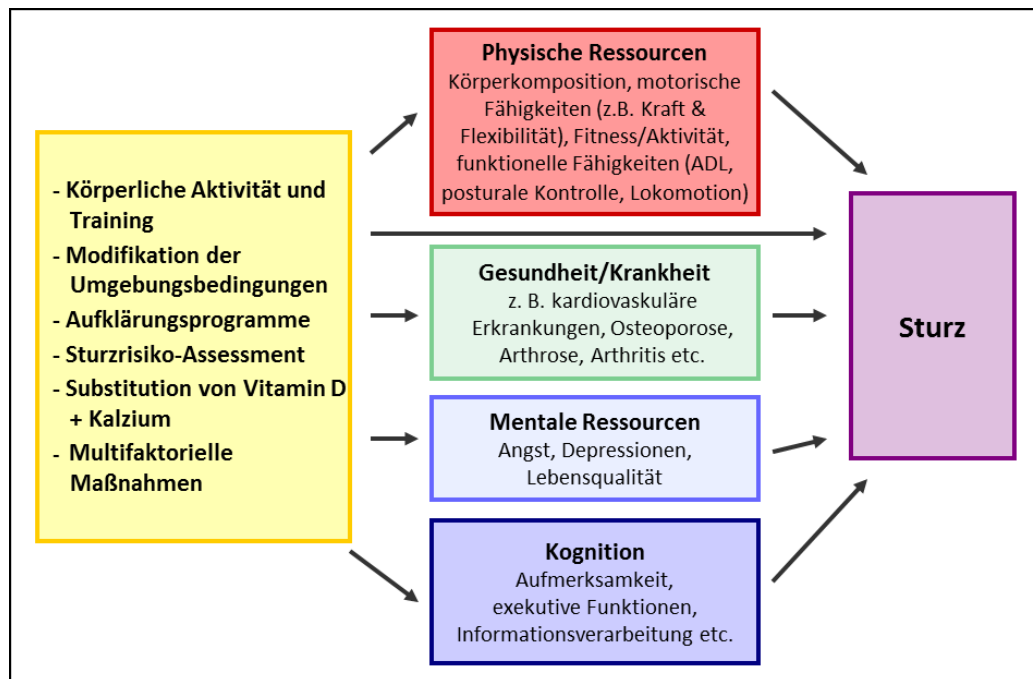


Abbildung 7: Interventionsmaßnahmen und ihr Einfluss auf verschiedene Sturzrisikofaktoren und Stürze

Gegenstand der nachfolgenden Abschnitte sind die bereits bestehenden evidenzbasierten Interventionsmaßnahmen zur gezielten Prävention von Stürzen. Unterteilt in Einzelinterventionen und multifaktorielle Maßnahmen erfolgt zunächst eine Beschreibung der einzelnen Programme. Anschließend werden ausgewählte Ergebnisse zur Effektivität dieser Interventionen in Bezug auf die Sturzrate und das Sturzrisiko erörtert.

3.3.1 Einzelinterventionen

3.3.1.1 Sturzrisiko-Assessment und -Management-Programme

Das Sturzrisiko-Assessment und -Management-Programm wird definiert als ein systematisches Sturzrisikofaktoren-Screening (Chang et al., 2004). Dies erfolgt in der Regel mit Hilfe von Fragebögen und Testverfahren zur Beurteilung des funktionellen und kognitiven Status, der Gleichgewichtsfähigkeit, der Gangparameter, der Muskelkraft und des Sehvermögens. Darüber hinaus findet eine Überprüfung der Medikamenteneinnahme statt. Sturzrisiko-Assessment-Programme werden in klinischen Einrichtungen in der Regel von einem multidisziplinären Team aus Ärzten, Physiotherapeuten und weiterem Fachpersonal durchgeführt. Im Anschluss an das Assessment ergeht eine Empfehlung für weitere Interventionsmaßnahmen, wie z. B. ein individuell zugeschnittenes Bewegungstraining, die Modifikation der Umgebungsfaktoren oder Hinweise für die Benutzung von Hilfsmitteln (vgl. Schott & Kurz, 2008).

3.3.1.2 Körperliche Aktivität

Bewegungstraining zählt zu den häufigsten Inhalten von Interventionsmaßnahmen im Rahmen der Sturzprävention. Studien haben gezeigt, dass Bewegungstrainingsprogramme wichtige Sturzrisikofaktoren, wie beispielsweise muskuläre Defizite, Gleichgewichtsprobleme oder Gehschwächen positiv beeinflussen können (im Überblick: Baker et al., 2007). Die Inhalte dieser Präventionsmaßnahmen werden unterschieden in (1) allgemeine sportliche Aktivitäten wie z. B. Walking, Fahrrad fahren, Bewegungsfolgen aus der Aerobic oder andere ausdauerbetonte Übungen und (2) spezifische Übungen wie beispielsweise spezielles Gleichgewichts-, Kraft- und Gehtraining. Gleichgewichtstraining und Kräftigungsübungen stellen eine Standardkomponente vieler Bewegungs- und Rehabilitationsangebote für Senioren dar. Im Rahmen der Sturzprävention sind sie unverzichtbare Bestandteile von Bewegungsprogrammen.

Das Gleichgewichtstraining zielt auf die Verbesserung des statischen und dynamischen Gleichgewichts ab. Inhaltlich setzt es sich aus bekannten Gleichgewichtsübungen wie z. B. dem Einbeinstand, dem Tandemstand oder -gang; funktionellen Übungen wie dem Greifen nach vorne/zur Seite/nach oben, dem Übersteigen von Gegenständen, dem Übergang vom Liegen oder Sitzen zum Stehen oder speziellen Bewegungsformen wie beispielsweise dem Tai-Chi-Chuan zusammen. Letzteres wurde in den vergangenen Jahren vermehrt auf seine Effektivität hin überprüft (Li et al., 2005a; Voukelatos, Cumming, Lord & Rissel, 2007; Lin, Hwang, Wang, Chang & Wolf, 2006).

Ein Krafttraining beinhaltet in erster Linie Übungen für die großen Muskelgruppen, welche bei der Ausführung alltäglicher Aktivitäten von Bedeutung sind. Übungen, die die Muskulatur der oberen und unteren Extremitäten sowie der Hüfte trainieren, werden sowohl mit dem eigenen Körpergewicht als auch mit Zusatzgeräten, wie z. B. Thera-Übungsbänder²⁹, Gewichtsmanschetten oder Hanteln durchgeführt. Diesbezüglich ist hinzuzufügen, dass nur wenige Trainingsstudien die Auswirkungen eines komplexen Krafttrainings untersuchen. In der Regel werden lediglich die Kraftdaten der unteren Extremitäten sowie der Hüfte überprüft (Baker et al., 2007).

Bewegungstrainingsmaßnahmen werden entweder als Gruppentraining angeboten oder mit einem individuell zugeschnittenen Trainingsprogramm zu Hause durchgeführt. Das Gruppentraining ist häufig für die selbstständig lebenden älteren Erwachsenen konzipiert, wohingegen sich das Training zu Hause eher an die schwächeren, gebrechlicheren Älteren richtet. Gruppenprogramme finden in der Regel zwei- bis dreimal wöchentlich für 60 bis 90 Minuten statt. Die Trainingsinhalte bestehen zumeist

29 Elastische Übungsbänder aus Naturlatex mit nahezu unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten zur Steigerung von Kraft, Mobilität und Flexibilität.

aus einer Kombination von Kraft-, Gleichgewichts- und Beweglichkeitstraining. Der Umfang des Krafttrainings orientiert sich an den üblichen Trainingsempfehlungen. So werden die Übungen durchschnittlich mit 8 bis 12 Wiederholungen in 1 bis 3 Sätzen durchgeführt. Angaben zum Umfang eines Gleichgewichts- und Beweglichkeitstrainings sind nicht häufig zu finden. Oft werden 4 bis 10 verschiedene Übungen in 1 bis 2 Sätzen absolviert. Die Anleitung des Gruppentrainings erfolgt entweder durch einen Physiotherapeuten oder einen gezielt ausgebildeten Trainer. Bei Trainingsprogrammen, die in der häuslichen Umgebung stattfinden, führen die Teilnehmer die Übungen nach vorheriger professioneller Anleitung alleine zu Hause durch. Die Trainingsinhalte sind mit den Inhalten eines Gruppentrainings vergleichbar. Häufig wird das häusliche Trainingsprogramm mit Walking ergänzt. Um das Training zu dokumentieren und kontrollieren, wird von den Teilnehmern gewöhnlich ein Trainingstagebuch³⁰ geführt. Dabei zeigt sich jedoch oft, dass mit geringerem Umfang und geringerer Intensität als empfohlen trainiert wird. In einigen Studien erfolgten daher in regelmäßigen Abständen Hausbesuche von Krankenschwestern oder Physiotherapeuten, um die Teilnehmer zu instruieren und zu motivieren (z. B. Delbaere et al., 2006; Gitlin, Winter, Dennis, Corcoran, Schinfeld & Hauck, 2006).

3.3.1.3 Modifikation der Umgebungsbedingungen

Programme zur Modifikation der Umgebungsbedingungen beinhalten ein Gefahren-Assessment in Form einer Checkliste zur Identifizierung häuslicher Gefahrenquellen. Ergänzend dazu werden oftmals Hausbesuche eines Physio- oder Ergotherapeuten durchgeführt, der die häuslichen Umgebungsbedingungen überprüft (Kercher & Rubenstein, 2002; Cumming et al., 1999; Nikolaus & Bach, 2003; La Grow, Robertson, Campbell, Clarke & Kerse, 2006; Morgan et al., 2005). Bei dieser Interventionsmaßnahme werden die Teilnehmer auf Sturzrisikofaktoren in ihrer häuslichen Umgebung hingewiesen – beispielsweise auf rutschige Teppiche, unzureichende Beleuchtung oder fehlende Haltegriffe im Badezimmer (McCullagh, 2006). Nach der Identifikation der Gefahrenquellen können Empfehlungen zur Anpassung der Wohnraumbedingungen gegeben werden, um die häusliche Sicherheit der älteren Person zu erhöhen. Die Prävalenz für Gefahren in der Umgebung älterer Menschen ist recht hoch. Mindestens zwei potenzielle Gefahrenquellen sind in jedem Haushalt älterer Menschen zu finden (Gill, Williams & Tinetti, 2000). In Anbetracht der Tatsache, dass Senioren so lange wie möglich ihre Selbstständigkeit wahren möchten und demnach in ihren eigenen vier Wänden wohnen bleiben sollten, gewinnt die Modifikation häuslicher Gefahrenquellen

30 Das Trainingstagebuch dient zur Dokumentation der täglichen körperlichen Aktivitäten einer Person. In der Regel werden Art, Umfang/Intensität und Dauer der Aktivität schriftlich festgehalten.

an Bedeutung. Die Risiken in der häuslichen Umgebung sollten weitestgehend entfernt werden, um die Sicherheit der Bewohner zu gewährleisten.

3.3.1.4 Aufklärungsprogramme

Aufklärungsprogramme sind relativ häufig Gegenstand von Forschungsstudien. Diese Interventionsmaßnahme zielt darauf ab, das Bewusstsein für die Konsequenzen und Risiken eines Sturzes bei den Betroffenen zu steigern sowie mögliche Strategien zur Prävention aufzuzeigen (Rucker et al., 2006; im Überblick: Wilkins, Jung, Wishart, Edwards & Norton, 2003; Tinetti et al., 1994). Die Inhalte solcher Programme sind vielfältig und werden in Form von Postern, Prospekten oder Handzetteln in Seniorenwohnanlagen verbreitet, bei Informationsveranstaltungen zum Thema Sturz dargeboten oder in Einzelgesprächen, bei denen eine Aufklärung über individuelle Sturzrisikofaktoren erfolgt, erläutert. Neben der Aufklärung der Betroffenen selbst wird auch zunehmend für die entsprechende Unterweisung des Fachpersonals (Pflegepersonal, Ergotherapeuten etc.) plädiert (Fortinsky et al., 2004).

3.3.1.5 Kalzium- und Vitamin D-Substitution

Die Substitution von Kalzium und Vitamin D stellt ebenfalls eine Interventionsmaßnahme im Rahmen der Sturzprävention dar (im Überblick: Sahota, 2007). Vitamin D und Kalzium sind wichtige Substanzen für das Knochenwachstum und die Aufrechterhaltung der Knochendichte. Kalzium fungiert zusätzlich als Reizüberträgersubstanz zwischen Nerv und Muskel.

Vitamin D wird u. a. durch die Einwirkung von Sonnenlicht im menschlichen Körper produziert. Ein Mangel ist insbesondere bei der älteren Generation weitverbreitet: Nur 25 % der Frauen und 55 % der Männer im Alter von 65 bis 79 Jahren erreichen einen ausreichenden Vitamin D-Spiegel (Hintzpeter, Mensink, Thierfelder, Müller, Scheidt-Nave, 2008). Vitamin D-Mangel führt zu einer vermehrten Freisetzung von Kalzium aus den Knochen und damit zu einer Störung im Knochenstoffwechsel – mit der Konsequenz, dass der Knochen erweicht. Außerdem besteht ein Zusammenhang zwischen Vitamin D-Mangel und Muskelschwäche der unteren Extremitäten (Sahota, 2007). Folglich geht ein Kalzium- und Vitamin D-Mangel häufig mit funktionellen Einschränkungen bei den Betroffenen einher. Des Weiteren ist die Kalzium- und Vitamin D-Substitution eine wichtige Maßnahme in der Therapie von Osteoporosepatienten (Kapitel 2.3.2). Hier werden diese Präparate zur Verbesserung des bei der Osteoporose massiv gestörten Knochenstoffwechsels eingesetzt.

Im Rahmen der Sturzprävention hat diese Interventionsmaßnahme vorwiegend das Ziel, die Frakturanfälligkeit der Knochen und demzufolge auch sturzbedingte Verletzungen zu reduzieren. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass weitere Einzelinter-

ventionsmaßnahmen wie die Anwendung von Hüft-Protektoren oder anderen Hilfsmitteln (im Überblick: Parker, Gillespie & Gillespie, 2005), die Regulierung und Reduktion der Medikamenteneinnahme sowie die Überprüfung und Anpassung des visuellen Systems (im Überblick: Ganz, Bao, Shekelle & Rubenstein, 2007) hinsichtlich ihrer Effektivität zur Prävention von Stürzen und sturzbedingten Verletzungen in wissenschaftlichen Studien überprüft wurden.

3.3.2 Multifaktorielle Interventionsmaßnahmen

Multifaktorielle Interventionsmaßnahmen sind in der Regel effektiver als Einzelinterventionen, da Sturzursachen und -risikofaktoren sehr vielschichtig sind und sowohl intraindividuell (von Sturz zu Sturz) als auch interindividuell variieren (Hill-Westmoreland, Socken & Spellbring, 2002). Aus diesem Grund sind auch die Inhalte solcher Programme vielseitig und häufig werden die verschiedenen Einzelmaßnahmen miteinander kombiniert, die auf bereits gegebene Risikofaktoren abzielen (Balzer, Bremer, Schramm, Lühmann & Raspe, 2012). In der Regel sind folgende Interventionen Gegenstand eines multifaktoriellen Programms zur Reduzierung von Stürzen und sturzbedingten Verletzungen bei selbstständig lebenden älteren Erwachsenen (Close, Ellis, Hooper, Glucksman, Jackson & Swift 1999; Tinetti, 2003; American Geriatrics Society, British Geriatrics Society and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention, 2001; Shekelle et al., 2003; Rubenstein & Josephson, 2006; Shumway-Cook, Silver, LeMier, York, Cummings & Koepsell, 2007):

- ⇒ Regelmäßige Überprüfung der Sturzrisikofaktoren
- ⇒ Durchführung eines körperlichen Trainings mit den Schwerpunkten Kraft, Gleichgewicht, Fortbewegung und Gang
- ⇒ Anweisungen zum Umgang mit Hilfsmitteln
- ⇒ Gabe von Vitamin D und Kalzium
- ⇒ Kontrolle und Training der visuellen und auditiven Wahrnehmung
- ⇒ Überprüfung und gegebenenfalls Reduktion der Medikamenteneinnahme
- ⇒ Behandlung von posturaler Hypotension
- ⇒ Modifikation der Umgebungsbedingungen

In Alten- und Pflegeheimen sollten multifaktorielle Interventionsmaßnahmen zusätzlich die Komponenten Aufklärung und Schulung des Pflege- und Betreuungspersonals sowie die Anwendung von Hüftprotektoren beinhalten (Todd & Skleton, 2004).

3.4 Effektivität von Interventionsmaßnahmen

Die Effektivität von Sturzpräventionsprogrammen ist nicht von der Hand zu weisen. Allgemein hat sich für die selbstständig lebenden älteren Erwachsenen gezeigt, dass 5 bis 25 Personen behandelt werden müssen, um einen Sturz zu verhindern (Lord et al., 2001). Im Vergleich zu anderen Gesundheitsförderungsmaßnahmen stellt dies eine äußerst vorteilhafte Quote dar (Todd & Skelton, 2004). Welche Interventionsmaßnahmen nun am effektivsten sind, wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

Die Forschungsbemühungen liegen in erster Linie darin, den Einfluss der Interventionen auf Stürze, die monatliche Sturzrate oder das Sturzrisiko zu überprüfen. Diesbezüglich wurde eine Vielzahl an randomisierten und kontrollierten Studien durchgeführt. Demgemäß existieren ebenfalls zahlreiche Meta-Analysen und Reviews, die die relative Effektivität von verschiedenen Interventionsmaßnahmen bewerten (Chang et al., 2004; Kannus et al., 2005; McClure, Turner, Peel, Spinks, Eakin & Hughes, 2005; Oliver et al., 2007; Sherrington, Whitney, Lord, Herbert, Cumming & Close, 2008; Gillespie et al., 2009 und 2012; Thomas, Mackintosh & Halbert, 2010). Darüber hinaus finden sich zahlreiche Studien, bei denen die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen auf einzelne Sturzrisikofaktoren im Mittelpunkt steht (Tinetti et al., 1994; Lord et al., 1995; Helbostad, Sletvold & Moe-Nilssen, 2004; Buchner et al., 1997).

Neben den unterschiedlichen Inhalten und Zielen der Interventionsstudien variieren auch die Zielgruppen der Untersuchungen. So wurden einerseits Studien mit selbstständig lebenden, gesunden und sturzgefährdeten älteren Erwachsenen durchgeführt, aber auch Alten- und Pflegeheimbewohner ausgewählt, die zumeist bereits gebrechlich sind. Aufgrund der unterschiedlichen Studiendesigns, in denen sowohl die Zielgruppen als auch die Intensität und Dauer der Interventionen sowie die Methoden differieren, erscheint ein Vergleich der verschiedenen Strategien zur Sturzprävention schwierig. Im Folgenden werden bereits gewonnene Erkenntnisse über die Effektivität von Interventionsmaßnahmen im Rahmen der Sturzprävention dargestellt. Dazu dienen ausgewählte Studien, Reviews und Meta-Analysen, die den Einfluss verschiedener Interventionen auf das Sturzverhalten und die Sturzrisikofaktoren älterer Menschen untersuchten. Aufgrund der Menge an Studien wurden nur solche berücksichtigt, bei denen die Interventionsdauer einen Zeitraum von 3 Monaten überschritt und die Teilnehmer (1) selbstständig lebend, (2) 65 Jahre oder älter und (3) kognitiv nicht eingeschränkt (MMST³¹ >24) waren.

31 Der Mini-Mental-Status-Test (Folstein, Folstein & McHugh, 1975) ist ein klinisches Diagnose-Instrument zur Feststellung kognitiver Defizite. Heutzutage das meistverwendete Verfahren zum Schnell-Screening auf Demenz.

3.4.1 Effektivität von Einzelinterventionsmaßnahmen auf Stürze und das Sturzrisiko

Sturzrisiko-Assessment und -Management-Programm

Bezüglich der Einzelinterventionsmaßnahmen kamen Chang und Kollegen (2004) zu dem Ergebnis, dass ein Sturzrisiko-Assessment und -Management-Programm die effektivste Maßnahme zur Prävention von Stürzen darstellt. In dieser Meta-Analyse ergab der Vergleich von 40 Studien eine signifikante Reduktion durch die Einzelinterventionen sowohl für das Sturzrisiko (18 %) als auch für die durchschnittliche Sturzrate (43 %). Analog dazu berichtet Tinetti (2003) von einer Senkung der Sturzrate um 25-39 % infolge eines multifaktoriellen Assessments mit einer nachfolgenden Intervention, welche auf die identifizierten Risikofaktoren abzielt.

Körperliche Aktivität

Durch körperliche Aktivität und Bewegungstraining kann laut Chang und Kollegen (2004) sowie der RAND-Meta-Analyse (Shekelle et al., 2003) das Sturzrisiko älterer Erwachsener um 12 % und die Anzahl der Stürze um 19 % verringert werden. Sherrington und Kollegen (2008) berichten in ihrer Meta-Analyse von einer 17 %igen Reduktion der Sturzrate infolge von körperlichem Training.

Eine der ersten umfassenden Evaluationen der Effektivität körperlicher Aktivität bezüglich der Prävention von Stürzen stammt von den Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques (FICSIT) trials (Province et al., 1995). Im Rahmen dieser Untersuchung wurden 7 verschiedene Studien mit einer Dauer von 10 bis 36 Wochen durchgeführt. Davon waren 5 auf selbstständig lebende ältere Erwachsene ausgerichtet. Die Studie, die die größten Effekte eines körperlichen Trainings nachweisen konnte, enthielt ein 15-wöchiges Tai-Chi-Training (Wolf, Barnhart, Kutner, McNeely, Coogler & Xu, 1996). Durch dieses spezifische Bewegungstraining konnte die Sturzrate um 47,5 % und das Sturzrisiko um 49 % gesenkt werden.

Campbell und Kollegen (1997) konnten eine Reduktion der Sturzrate und sturzbedingter Verletzungen bei älteren Frauen (80 Jahre und älter) nachweisen, die zu Hause ein körperliches Training durchführten.

Die Meta-Analyse von Province et al. (1995), in der die Ergebnisse der FICSIT-Untersuchungen zusammenfassend dargestellt sind, belegt einen signifikanten Rückgang des Sturzrisikos um 10 % durch verschiedene Bewegungsprogramme. In Bezug auf die Inhalte der Interventionen zeigte sich in den FICSIT, dass Gleichgewichtstraining die wirksamste Form körperlicher Aktivität zu sein scheint (Reduktion des relativen Sturzrisikos um 17 %).

Aktuellere Studien untermauern die positiven Effekte von körperlichem Training auf Stürze. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe konnten Skelton, Dinan, Campbell und Ru-

therford (2005) zum Beispiel 31 % weniger Stürze nach einem 36-wöchigen multimodalen Training, welches die Komponenten Kraft, Gleichgewicht, Ausdauer, Beweglichkeit und funktionelle Fähigkeiten beinhaltet, nachweisen.

Auch die präventiven Effekte eines Tai-Chi-Trainings werden durch weitere Studien bestätigt. So führten Li und Kollegen (2005a) über einen Zeitraum von 6 Monaten dreimal wöchentlich ein Tai-Chi-Programm mit ihren Teilnehmern durch. Sie konnten eine signifikante Reduktion der Sturzrate in der Interventionsgruppe (28 %) im Vergleich zu der Kontrollgruppe (46 %) belegen. Zusätzlich wurden signifikante Verbesserungen des funktionellen Gleichgewichts sowie eine Verminderung der Sturzangst nachgewiesen.

Auch Voukelatos und Kollegen (2007) bestätigen positive Effekte auf die Sturzrate älterer Erwachsener durch ein 16-wöchiges Tai-Chi-Training, welches lediglich einmal wöchentlich stattfand. Außerdem verbesserten sich die Teilnehmer der Interventionsgruppe signifikant in verschiedenen Gleichgewichtstests.

Diese präventive Wirkung des körperlichen Trainings lässt sich in erster Linie durch den positiven Einfluss des Trainings auf bedeutsame Sturzrisikofaktoren wie beispielsweise Muskelkraft, Gleichgewichtsfähigkeit, Gangparameter oder auch Reaktionsfähigkeit erklären (Kannus et al., 2005).

Studien, die als Intervention Ausdauer- oder Beweglichkeitstraining vorsehen, sind eher rar und weniger effektiv, um Stürze zu vermeiden (Lord et al., 2001; Buchner et al., 1997). Durch Ausdauer- und Beweglichkeitstraining können ältere Erwachsene zwar eine Verbesserung ihrer funktionellen Fähigkeiten erzielen und dadurch wiederum ihr Sturzrisiko senken, wissenschaftliche Belege sind diesbezüglich jedoch nicht zu finden (Lord et al., 2001).

Bezüglich der Effektivität von Bewegungsprogrammen hinsichtlich der Sturzprävention bei selbstständig lebenden Erwachsenen ist festzuhalten, dass Interventionen, die ein Kraft-, Gleichgewichts- und Gangtraining beinhalten, am wirksamsten zu sein scheinen (Campbell et al., 1997; Gillespie et al., 2009 und 2012; Province et al., 1995).

Hinsichtlich der Darbietungsform des Trainings hat sich herausgestellt, dass sowohl Gruppentraining als auch zu Hause durchgeführtes Training positive Effekte hervorbringt. Die Forschungsgruppe um Robertson fasste die Ergebnisse verschiedener eigener Studien in einer Meta-Analyse (Robertson, Campbell, Gardner & Devlin, 2002) zusammen. Demnach wirkt sich Kraft- und Gleichgewichtstraining, welches zu Hause angeleitet und durchgeführt wird, sowohl günstig auf die Sturzrate als auch hinsichtlich sturzbedingter Verletzungen aus. Des Weiteren konnten sie belegen, dass die über 80-Jährigen und Personen mit einer positiven Sturzanamnese besonders von einem solchen Bewegungstraining profitieren.

Trotz der zahlreichen positiven Effekte kann weiterhin keine eindeutige Antwort auf die Frage nach den bestmöglichen Inhalten und der optimalen Frequenz, Dauer und Intensität eines körperlichen Trainings gegeben werden (American Geriatrics Society et al., 2001). Beispielsweise erbringt ein Krafttraining, welches mit nur sehr wenig oder keinem zusätzlichen Gewicht absolviert wird, keinerlei Verbesserung in der Muskelkraft (Agre, Pierce, Raab, McAdams & Smith, 1988). Als ebenso unzweckmäßig hinsichtlich der Muskelkraft sowie der Gehgeschwindigkeit erweist sich ein Training, welches lediglich Kräftigungsübungen im Sitzen beinhaltet (Judge, Underwood & Genosa, 1993).

Insofern geht diese Erkenntnis mit der allgemeinen Empfehlung für sportliche Aktivitäten konform, dass körperliches Training und insbesondere Krafttraining mindestens zweimal wöchentlich durchgeführt werden sollte, um wirksam zu sein (z. B. American College of Sports Medicine, 1998).

Modifikation der Umgebungsbedingungen

Es existieren wenige randomisierte Studien, die die Effektivität der Modifikation der häuslichen Umgebung als Einzelprogramm überprüfen (im Überblick: Lord et al., 2007), obgleich diese Maßnahme Bestandteil vieler multifaktorieller Sturzpräventionsstudien ist. Beispielsweise führten Cumming und Kollegen (1999) ein Assessment in Form von Hausbesuchen eines Ergotherapeuten durch. Dieser identifizierte die häuslichen Gefahrenquellen der Teilnehmer und empfahl entsprechende Modifizierungen. Im Gegensatz zu den Teilnehmern ohne Sturzerfahrung konnte bei denen mit bestehender Sturzgeschichte eine signifikante Reduktion des Sturzrisikos nachgewiesen werden. Analog dazu berichten Nikolaus und Bach (2003), dass insbesondere sturzerfahrene Senioren von der Modifizierung der Umgebungsbedingungen profitieren. In der Interventionsgruppe, bei welcher eine Überprüfung der häuslichen Umgebung sowie ein Training im Umgang mit Mobilitätshilfen erfolgte, ereigneten sich nach einem einjährigen Follow-up 31 % weniger Stürze als in der Kontrollgruppe.

Weitere Studien, die die Identifikation und Modifikation häuslicher Risikofaktoren als Einzelprogramm zum Gegenstand hatten, wiesen jedoch nach, dass diese Maßnahme unwirksam zur Prävention von Stürzen ist – insbesondere für diejenigen Personen mit einem niedrigen Sturzrisiko (Lord et al., 2007; Stevensen, Holman, Bennett & de Klerk, 2001; van Haastregt, Diederiks, van Rossum, deWitte, Voorhoeve & Crebolder, 2000).

Eine Begründung dafür, dass diese Interventionsmaßnahme als Einzelprogramm eher ineffektiv zu sein scheint, ist die Tatsache, dass ein Sturz in der Regel aus der Interaktion von intrinsischen und extrinsischen Risiken resultiert (Lord et al., 2001). Werden lediglich die Umgebungsbedingungen einer sturzgefährdeten Person modifiziert und intrinsische Faktoren wie beispielsweise die individuellen Gleichgewichtsfähigkeiten außer Acht gelassen, bleibt das Sturzrisiko trotzdem bestehen.

Aufklärungsprogramme

Die Wirksamkeit von Aufklärungsprogrammen zur Sturzprävention wird kaum in wissenschaftlichen Studien untersucht. Ähnlich wie die Modifikation der Umgebungsbedingungen zeigen diese Aufklärungsprogramme als Einzelintervention nicht den gewünschten Erfolg (Tinetti, 2003). Reinsch, MacRae, Lachenbruch und Tobis (1992) konnten zum Beispiel nach einem einjährigen Gesundheits- und Sicherheits-Kurs zur Sturzprävention keine Veränderungen im Hinblick auf die Sturzrate älterer Erwachsener nachweisen.

Als Modul eines multifaktoriellen Programms ist aber auch diese Maßnahme durchaus von Nutzen (Tinetti et al., 1994; American Geriatrics Society et al., 2001).

Substitution von Kalzium und Vitamin D

Bischoff-Ferrari et al. (2004) zeigten in ihrer Meta-Analyse, dass die Gabe von Vitamin D das Sturzrisiko bei älteren Erwachsenen um durchschnittlich 22 % senken kann. Gillespie et al. (2012) berichten hingegen in ihrem Review erst kürzlich, dass die Substitution von Vitamin D nicht zu einer generellen Sturzrisikoreduzierung führt. Bei Personen mit einem geringen Vitamin D-Level kann diese Maßnahme jedoch durchaus von Nutzen sein und das Sturzrisiko herabsetzen.

Die Einnahme beider Therapeutika scheint gegenüber der Behandlung mit einem einzelnen Präparat noch effektiver zu sein. Pfeifer, Dobning, Begerow und Suppan (2004) belegten zum Beispiel, dass die tägliche Einnahme von Vitamin D (800 IU) und Kalzium (1000 mg) die Sturzrate bei gesunden, selbstständig lebenden älteren Erwachsenen um 35 % senken kann – eine Kalzium-Substitution allein war im Vergleich dazu weniger wirkungsvoll. Darüber hinaus konnten hier auch eine Verminderung in der Anzahl der Stürze pro Person sowie Verbesserungen der Körperschwankungen und der Muskelkraft im M. quadriceps femoris aufgezeigt werden.

Die Gründe für die Reduzierung der Sturzrate durch die Einnahme von Vitamin D und Kalzium sind nicht hinreichend belegbar. Erwiesen ist bis dato lediglich, dass Vitamin D einen positiven Einfluss auf die Muskelfunktion und -zusammensetzung hat. Die verbesserte Muskelfunktion wiederum kann nachweislich das Sturzrisikos herabsetzen (Kannus et al., 2005).

Ferner ist anzumerken, dass die Höhe der Vitamin- und Mineraliengabe entscheidend für die Effektivität dieser Interventionsmaßnahme ist. Die optimale Dosierung ist jedoch weiterhin strittig. Für das Vitamin D wird aktuell eine Dosis von mindestens 800 IU täglich empfohlen (Bischoff-Ferrari, Willett, Wong, Giovannucci, Dietrich & Dawson-Hughes, 2005; Venning, 2005). Die Kalziumdosis sollte nach Ducas et al. (2004) mindestens 500 mg am Tag betragen. Kurth und Pfeilschifter (2007) befürworteten sogar eine Kalziumzufuhr von 1200 bis 1500 mg täglich.

Reduktion der Medikamenteneinnahme

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Stürzen und der Behandlung mit Psychopharmaka (Leipzig et al., 1999). Campbell und Kollegen (1999) konnten durch die Reduzierung der Psychopharmakaeinnahme bei selbstständig lebenden Senioren eine Senkung des Sturzrisikos um 66 % nachweisen. Nach Studienende haben jedoch nahezu alle Teilnehmer ihre gewohnte Medikation wieder aufgenommen. Demzufolge bleibt weiterhin unklar, wie die Risiko-Nutzen-Analyse bei der Einnahme psychotroper Medikamente ausfällt.

Die Reduktion der Sturzrate lässt sich dadurch erklären, dass die geringere Einnahme von Psychopharmaka deren Nebenwirkungen (z. B. Schwindel und Benommenheit) ebenfalls vermindert und demzufolge wesentliche Sturzrisikofaktoren minimiert werden.

In Tabelle 4 sind die effektivsten Einzelinterventionsmaßnahmen zur Prävention von Stürzen bei selbstständig lebenden Senioren im Überblick zusammengefasst.

Tabelle 4: Effektive Einzelinterventionen zur Prävention von Stürzen

Autoren	Untersuchungs- teilnehmer	Art und Dauer der Intervention	Ergebnisse
Wolf et al., 1996 (FICSIT Studie- Atlanta)	n = 200 Alter: Ø 76,2 Jahre	Dauer: 15 Wochen IG 1: Tai-Chi-Training, zweimal wöchentlich IG 2: statisches Gleichgewichtstraining, zweimal wöchentlich KG: Diskussionsrunde zum körperlichen Wohlbefinden, zweimal wöchentlich	- RR für IG 1: 0.51, p < .05 - Reduktion der Sturzrate um 47,5 % und des Sturzrisikos um 49 % in der Tai-Chi-Trainingsgruppe - Statisches Gleichgewichtstraining erwies sich als ineffektiv (RR 0.98)
Cumming et al., 1999	n = 530 (Teilnehmer mit aktuellem Sturz, nur Frauen) Alter: Ø 77 Jahre	Dauer: 12 Monate Follow-up IG: Modifikation der häuslichen Umgebung KG: normale Behandlung, keine gezielte Intervention	- Reduktion der Stürze in der IG: 36,3 % im Vergleich zu 44,7 % in der KG, p = .05 - Intervention war nur effektiv bei Personen mit positiver Sturzgeschichte (n = 206) - RR für mindestens einen Sturz während des Follow-up: 0.64 (95 % CI, 0.50–0.83)
Robertson, Gardner, Devlin, McGee & Campbell, 2001	n = 240 Alter: 75-95 Jahre, Ø 80,9 Jahre	Dauer: 12 Monate und 12 Monate Follow-up IG: Kraft- und Gleichgewichtstraining zu Hause, angeleitet von einer Krankenschwester, mindestens dreimal wöchentlich 30 Minuten und zweimal wöchentlich Walking KG: normale Behandlung, keine gezielte Intervention	- signifikante Reduktion der Sturzrate: 46 % weniger Stürze in der IG als in der KG IRR: 0.54 (95 % CI, 0.32–0.9)
Lord et al., 2003	n = 551 Alter: Ø 79,5 ± 6,4 Jahre	Dauer: 12 Monate IG: Kraft- und Gleichgewichtstraining zur Verbesserung von Kraft, Gleichgewicht, Koordination, Gang und alltäglichen Tätigkeiten, zweimal wöchentlich á 60 Minuten KG: Beweglichkeits- und Entspannungsprogramm, zweimal wöchentlich á 60 Minuten	- 22 % weniger Stürze in der IG als in der KG IRR 0.78 (95 % CI, 0.62–0.99) - 31 % weniger Stürze bei den Teilnehmern mit positiver Sturzgeschichte, IRR 0.69 (95 % CI, 0.48–0.99)

Autoren	Untersuchungs- teilnehmer	Art und Dauer der Intervention	Ergebnisse
Li et al., 2005a	n = 256 Alter: Ø 77,48 ± 4,9 Jahre	Dauer: 6 Monate IG: dreimal wöchentlich Durchführung eines Tai-Chi-Programms á 60 Minuten KG: Stretching	- weniger Stürze in der IG: 28 % vs. 46 % in der KG, p = .01 - RR für mehrere Stürze: 0.45 (95 % CI, 0.30-0.70) - signifikante Verbesserungen (p = .001) des funktionellen Gleichgewichts, der körperlichen Leistungen und Reduktion der Sturzangst
Skelton et al., 2005	n = 81 (Frauen mit positiver Sturzgeschichte, 50 in der IG und 31 in der KG) Alter: 65 Jahre und älter, Ø 72,8 ± 5,9 Jahre	Dauer: 36 Wochen und Follow-up IG: „Falls Management Exercise“ (FaME), einmal wöchentlich 60 Minuten ⇒ Übungen zur Verbesserung des Gleichgewichts, der Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit, des Gang und der funktionellen Fähigkeiten und zusätzlich zweimal wöchentlich Durchführung von Übungen zur Kräftigung der unteren Extremitäten zu Hause, 20–40 Minuten KG: zweimal wöchentlich Durchführung von Mobilitäts- und Beweglichkeitsübungen zu Hause	- 31 % weniger Stürze in der IG im Vergleich zur KG, IRR: 0.69 (95% CI, 0.50–0.96), p = .029 - Insgesamt 54 % weniger Stürze in der IG im Vergleich zur KG nach der Follow-up-Phase, IRR: 0.46 (95 % CI, 0.34–0.63)
Voukelatos et al, 2007	n = 702 Alter: 60 Jahre und älter, Ø 69 ± 6,5 Jahre	Dauer: 16 Wochen, 16 Wochen Follow-up IG: Durchführung eines Tai-Chi-Programms, einmal wöchentlich 60 Minuten KG: 24 Wochen Warteliste	- IRR: 0.72 nach 16 Wochen in der IG: (95 % CI, 0.48–1.10, p = .10), nach 24 Wochen 0.67 (95 % CI, 0.46–0.96, p = .03) - RR für mehrere Stürze nach 24 Wochen 0.54 (95 % CI, 0.28–0.96), p = .05 - IG zeigte nach 16 Wochen signifikante Verbesserung in 5 von 6 verschiedenen Gleichgewichtstests im Vergleich zur KG

IG: Interventionsgruppe, KG: Kontrollgruppe, IRR: Incidence rate ratio, RR: relatives Risiko, OR: Odds ratio, CI: Confidence Interval

3.4.2 Effektivität von multifaktoriellen Interventionsmaßnahmen auf Stürze und das Sturzrisiko

Obwohl Einzelinterventionen Stürze wirksam verhindern und Sturzrisikofaktoren minimieren können, ist die bisher erfolgreichste Interventionsstrategie multifaktoriell angelegt (Shekelle et al., 2003; American Geriatrics Society et al., 2001). Da sich das Sturzrisiko mit der Anzahl der identifizierten Risikofaktoren potenziert, scheint ein multifaktorieller Interventionsansatz, der die verschiedenen Risikofaktoren zugleich beeinflusst, am effektivsten zu sein.

Meta-Analysen und systematische Reviews haben gezeigt, dass multifaktorielle Strategien Stürze bei älteren Erwachsenen um 20 bis 45 % vermindern können (im Überblick: Kannus et al., 2005; Chang et al., 2004; Gillespie et al., 2009).

Tinetti und Kollegen (1994) waren eine der ersten Forschungsgruppen, die positive Effekte eines multifaktoriellen Präventionsprogramms aufzeigen konnten. Sie kombinierten ein körperliches Training mit Verhaltensinstruktionen und der Anpassung der Medikamenteneinnahme. In diesem Fall reduzierte sich das relative Sturzrisiko um 31 % in der Interventionsgruppe. Nachfolgend wurden viele Studien publiziert, in denen die Kombination verschiedener Einzelmaßnahmen auf ihre Effizienz das Sturzrisiko betreffend überprüft wurde (im Überblick: Cumming, 2002; Gillespie et al., 2012; Pynoos, Rose, Rubenstein, Choi & Sabata, 2006).

Day et al. (2002) kombinierten körperliches Training mit einem Gefahrenmanagement und der Überprüfung der Sehstärke in verschiedenen Zusammensetzungen. Die besten Ergebnisse erbrachte dabei die Verknüpfung aller drei Maßnahmen: das relative Sturzrisiko sank um 33 %.

Shumway-Cook und Kollegen (2007) überprüften die Wirksamkeit einer 12-monatigen multifaktoriellen Interventionsmaßnahme auf Stürze und Sturzrisikofaktoren (Gleichgewicht, Kraft der unteren Extremitäten und Mobilität) bei selbstständig lebenden Senioren. Bei der Interventionsgruppe war nach einem Jahr eine um 25 % geringere Sturzrate zu verzeichnen als bei der Kontrollgruppe. Außerdem konnten geringe signifikante Verbesserungen bei verschiedenen Gleichgewichtsaufgaben, dem Aufstehtest sowie dem „Timed-get-up-and-go-Test“ für die Teilnehmer der Interventionsgruppe nachgewiesen werden.

In Deutschland beschäftigen sich Wissenschaftler der Universität Erlangen-Nürnberg besonders intensiv mit dem Thema Sturzprävention. Hier führten Freiburger, Menz, Abu-Omar und Rütten (2007) ein multifaktorielles Trainingsprogramm mit selbstständig lebenden Senioren durch. Die Interventionsmaßnahme wurde über einen Zeitraum von 4 Monaten zweimal wöchentlich durchgeführt und umfasste 2 verschiedene Trainingsgruppen. Eine Gruppe absolvierte ein psychomotorisches Training, in dem die

Komponenten Kraft, Gleichgewicht, Körperwahrnehmung, Koordination und Kompetenz geschult wurden. Die andere Gruppe nahm an einem Fitnesstraining mit den üblichen Schwerpunkten wie Kraft, Ausdauer, Gleichgewicht, Koordination und Beweglichkeit teil. In der Kontrollgruppe erfolgte keine Intervention. Im Ergebnis profitierte die Fitnessgruppe am meisten von ihrem Training und wies im Follow-up 23 % weniger Stürze als die Kontrollgruppe auf. Bei der Psychomotorikgruppe konnte keine signifikante Reduktion der Sturzrate festgestellt werden.

Die Erlangerer Forscher (Freiberger, Häberle, Spirduso & Zijlstra, 2012) führten kürzlich eine weitere Studie mit einem ähnlichen Design durch. Die Interventionsmaßnahme wurde ebenfalls über 4 Monate zweimal wöchentlich durchgeführt, implizierte aber im Vergleich zu der vorher beschriebenen Studie drei verschiedene Trainingsgruppen und eine Kontrollgruppe. Die Follow-up-Daten wurden hier über einen Zeitraum von 24 Monaten erhoben. Die Trainingsgruppen gliederten sich in eine Kraft- und Gleichgewichtsgruppe, eine Gruppe die Ausdauer und Kraft- und Gleichgewichtstraining erhielt sowie eine Gruppe, die an einem Aufklärungsprogramm zum Sturzrisiko und kognitivem Training teilnahm. In Bezug auf die Anzahl der Stürze ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch für die psychologischen Faktoren, die mit der CoF-Skala³² und der ABC-Skala³³ erhoben wurden, zeigten keine Veränderungen. In den beiden Experimentalgruppen die körperlich trainierten konnten langfristige signifikante Verbesserungen für die Sturzrisikofaktoren Mobilität, Gleichgewicht und Gehgeschwindigkeit nachgewiesen werden ($p < .05$). Ausgewählte Studien, die die Effektivität multifaktorieller Sturzpräventionsmaßnahmen überprüften, sind im Überblick in Tabelle 5 dargestellt.

32 Consequence of Fall-Scale: Fragebogen bei dem die negativen Folgen von Stürzen abgefragt werden (Yardley & Smith, 2002)

33 Activities-specific Balance Confidence: Fragebogen zur Erfassung der sturzassoziierten Selbstwirksamkeit von Powel und Myers (1995)

Tabelle 5: Effektive multifaktorielle Interventionen zur Prävention von Stürzen

Studie	Untersuchungs- teilnehmer	Art und Dauer der Intervention	Ergebnisse
Tinetti et al., 1994	n = 301 Alter: 70 Jahre und älter, Ø 77,9 ± 5,3 Jahre	Dauer: 3 Monate, 12 Monate Follow-up IG: Kombination von Medikamentenanpassung, Verhaltensinstruktionen und körperlichem Training zur Verbesserung der Risikofaktoren KG: Besuche ohne gezielte Intervention	- weniger Stürze in der IG: 35 % vs. 47 % in der KG, p = .04, IRR: 0.69 (95 % CI, 0.52–0.90) - signifikante Reduktion der Risikofaktoren in der IG im Post-Test
Close et al., 1999	n = 397 (Teilnehmer mit aktuellem Sturz) Alter: Ø 78,2 ± 7,6 Jahre	Dauer: 12 Monate Follow-up IG: medizinisches Assessment und Überprüfung der häuslichen Umgebungsfaktoren (Assessment) KG: normale Behandlung, keine gezielte Intervention	- weniger Stürze in der IG: 32 % vs. 52 % in der KG - RR: 0.61 (95 % CI, 0.49–0.77) - signifikante Reduzierung des Sturzrisikos in der IG OR: 0.39 (95 % CI, 0.23–0.66)
Day et al., 2002	n = 1090 Alter: Ø 76,1 ± 5 Jahre	Dauer: 15 Wochen, 18 Monate Follow-up IG 1: körperliches Training in der Gruppe, einmal wöchentlich 60 Minuten sowie tägliche Übungsausführung zu Hause IG 2: Gefahrenmanagement IG 3: Überprüfung der Sehstärke KG: keine Intervention	- RR für IG 1: 0.82 (95 % CI, 0.70–0.97), p = .02 - signifikanter Effekt für IG 1, sowie IG 1 + IG 2, IG 1 + IG 3 und IG 1 + IG 2 + IG 3, p < 0.05 - keine signifikanten Effekte für IG 2 und IG 3 allein - größter Effekt für die Kombination aller drei Interventionen: RR: 0.67 (95 % CI, 0.51–0.88), p = .004 - 14 % Reduzierung der jährlichen Sturzrate
Shumway-Cook et al., 2007	n = 453 Alter: 65 Jahre und älter	Dauer: 12 Monate IG: körperliches Training in der Gruppe, dreimal wöchentlich á 60 Minuten, zusätzlich 6 Stunden Aufklärungsprogramm bzgl. Sturzprävention KG: Broschüren zum Thema Sturzprävention	- Sturzrate 25 % geringer in der IG im Vergleich zur KG nach 12 Monaten (1.33 vs. 1.77 Stürze/Person-Jahr), aber nicht signifikant - RR: 0.75 (95 % CI, 0.52–1.09) - gering signifikante Verbesserungen bei: Berg-Balance-Scale (+1.5 points; 95 % CI, 0.8-2.3) Chair-stand-Test (+1.2, 95 % 0.6–1.9) Timed-up-and-go-Test (-0.7 s, 95 % CI, -1.2 to -0.2)

Studie	Untersuchungs- teilnehmer	Art und Dauer der Intervention	Ergebnisse
Freiberger et al., 2007	n = 217 Alter: 70–90 Jahre, Ø 75,9 ± 4,0 Jahre	Dauer: 4 Monate, 12 Monate Follow-up IG 1: Psychomotorisches Training mit den Schwerpunkten Kraft, Gleichgewicht, Körperwahrnehmung und Koordination sowie Kompetenztraining, zweimal wöchentlich á 60 Minuten IG 2: Fitnesstraining mit dem Schwerpunkten funktionelle Fähigkeiten, Kraft, Ausdauer, Gleichgewicht und Koordination sowie Beweglichkeit, zweimal wöchentlich á 60 Minuten KG: keine Intervention	- 23 % weniger Stürze in IG 2 als in der KG - RR: 0.77 (95 % CI, 0.60–0.97) - signifikante Verbesserungen in IG 1 und IG 2 im Timed-up-and-go-Test und im Sit-to-stand-Test
Freiberger et al., 2012	n = 280 Alter: 70–90 Jahre Ø 76,1 ± 4 Jahre	Dauer: 16 Wochen, 24 Monate Follow-up IG 1: Kraft- und Gleichgewichtstraining, zweimal wöchentlich á 60 Minuten IG 2: Ausdauertraining und Kraft- und Gleichgewichtstraining, zweimal wöchentlich á 60 Minuten IG 3: Aufklärungsprogramm bzgl. Sturzrisiko und kognitives Training, zweimal wöchentlich á 60 Minuten KG: keine Intervention	- keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Stürze zwischen den Gruppen: IRR für IG 1: 0.97 (95 % CI, 0.58–1.62) IRR für IG 2: 0.68 (95 % CI, 0.40–1.16) IRR für IG 3: 0.94 (95 % CI, 0.58–1.53) - signifikante Verbesserungen in Mobilität, Gleichgewicht und Gehgeschwindigkeit nach 12 und 24 Monaten in IG 1 und IG 2, p = <.05

IG: Interventionsgruppe, KG: Kontrollgruppe, IRR: Incidence rate ratio, RR: relatives Risiko, OR: Odds ratio, CI: Confidence Interval

Wie sich zeigt, erschwert die Heterogenität der Studieninhalte einen direkten Vergleich der bereits durchgeführten Studien. Dies hat zur Folge, dass die optimale multifaktorielle Intervention zur Sturzvermeidung nicht zu benennen ist. Dennoch werden Empfehlungen zu Inhalten dieser Programme gegeben. Die bisher effektivsten Interventionsstudien beinhalteten ein Sturzrisiko-Assessment; ein spezifisches körperliches Training zur Verbesserung von Kraft, Gleichgewicht und Lokomotion; die Überprüfung der Medikamenteneinnahme sowie weitere Elemente, etwa die Aufklärung über Risikofaktoren, die Behandlung von relevanten chronischen Erkrankungen oder die Kontrolle und Korrektur der Augen (u. a. Close et al. 1999; McMurdo, Millar & Daly, 2000; Day et al., 2002; Clemson, Cumming, Kendig, Swann, Heard & Taylor, 2004; Rubenstein, Castle, Diener, Hooker, Jones & Vasquez., 2004; Shekelle et al., 2003; American Geriatrics Society et al., 2001, 2010).

Außerdem zeigt sich bei selbstständig lebenden Senioren, dass Sturzpräventionsprogramme für diejenigen am wirkungsvollsten sind, die ein hohes Risiko aufweisen (u. a. Tinetti et al., 1994; Close et al., 1999). So profitieren die Teilnehmer mit den geringsten Ausgangswerten, beispielsweise in Kraft- und Gleichgewichtsmessungen, am meisten von einer Bewegungstrainingsintervention (Buchner et al., 1997).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sowohl Einzelinterventionen als auch multifaktorielle Interventionen wirksam Stürze vermeiden und Sturzrisiken bei selbstständig lebenden älteren Erwachsenen vermindern können. Als Einzelintervention haben sich das Sturzrisiko-Assessment und -Management-Programm wie auch körperliches Training als wirkungsvoll erwiesen. Des Weiteren stellte sich heraus, dass multifaktorielle Interventionsprogramme, die mindestens ein Bewegungsmodul in Form eines gezielten Kraft- und Gleichgewichtstrainings beinhalten (Province et al., 1995), effektiver sind als Einzelmaßnahmen. Bezüglich der optimalen Inhalte zur Reduzierung der Sturzrate gibt es ebenso wenig eine einheitliche Empfehlung, wie für die richtige Dosierung (Freiberger et al., 2012). Im Hinblick auf die Prävention von Stürzen bei älteren Erwachsenen bleibt daher die Frage nach „der effektivsten Interventionsmaßnahme“ weiterhin unbeantwortet.

4 Zusammenfassung und Fragestellung

Stürze älterer Menschen sind ein weitverbreitetes Problem in unserer Gesellschaft. 29 bis 39 % der über 65-Jährigen stürzen mindestens einmal jährlich. Mit zunehmendem Alter steigt die Sturzrate progressiv (Tinetti et al., 1988; Lord et al., 1993; Campbell et al., 1989). Die allgemeinen altersbedingten Veränderungen sowie die im Alter vermehrt auftretenden chronischen Erkrankungen bilden die Grundlage für ein erhöhtes Sturzrisiko älterer Erwachsener. Die wesentlichen Veränderungen im Alter betreffen sowohl die physischen Ressourcen, welche sich aus der physischen, motorischen und funktionellen Leistungsfähigkeit sowie dem Aktivitätslevel bilden, als auch die mentalen Ressourcen und die kognitive Leistungsfähigkeit.

Hinsichtlich der physischen und motorischen Leistungsfähigkeit sind vorrangig die mit fortschreitendem Alter veränderte Körperkomposition, die Veränderungen der Knochen und Gelenke sowie Verluste in der Muskelkraft und Flexibilität zu nennen (Kapitel 2.1). Die altersbedingten Veränderungen der funktionellen Fähigkeiten wie Einbußen in den ADL, der posturalen Kontrolle und Lokomotion können ebenso wie die Multimorbidität zu Einschränkungen der selbstständigen Lebensführung von Senioren führen (Kapitel 2.2). In Bezug auf die psychischen Ressourcen sind die im Alter häufig auftretenden Depressionen und Ängste – insbesondere die Sturzangst – diejenigen Faktoren, welche auf die Lebensqualität Älterer einwirken und in der Regel den Aktivitätslevel und den Bewegungsradius der betroffenen Personen reduzieren. Diese Einschränkungen führen ihrerseits wiederum zur Verminderung der physischen und funktionellen Leistungsfähigkeit (Delbaere, 2005) (vgl. Kapitel 2.4). Der altersbedingte Abbau der kognitiven Leistungsfähigkeit ist vor allem durch Reduktionen im Arbeitsgedächtnis, in den exekutiven Funktionen sowie in der Informationsverarbeitung, Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit gekennzeichnet (u. a. Park & Minear, 2004) (Kapitel 2.5). Bezüglich der kognitiven Fähigkeiten und Funktionen und deren Verlust ist von besonderem Interesse, dass diese mit Gangparametern, der posturalen Kontrolle, den ADL sowie Depressionen und Angst korrelieren (Pichierra et al., 2011; Spirduso et al., 2008; Rosano et al., 2005). Beispielsweise benötigen Ältere im Vergleich zu Jüngeren vermehrt Aufmerksamkeit bei der Haltungskontrolle oder beim Gehen (Springer et al., 2006).

Aus der sportwissenschaftlichen Forschung ist hinreichend bekannt, dass körperlich-sportliche Aktivität und Bewegungstraining erfolgreich auf diese lebensalterbezogenen Veränderungen der verschiedenen Funktionsprozesse einwirken können. So ist vielfach belegt, dass Krafttraining sowohl die Muskelfunktion und Muskelkraft als auch die Komponenten der funktionellen Leistungsfähigkeit positiv beeinflusst (z. B. Latham et al., 2004; Henwood, et al., 2008). Auch die Effektivität von Gleichgewichtstraining oder Tai-Chi-Chuan auf die posturale Kontrolle und die Gleichgewichtsfähigkeiten älte-

rer Erwachsener fand bereits ausreichend Bestätigung (u. a. Campbell et al., 1997; Li et al., 2008). Ferner ist erwiesen, dass sich körperliches Training stärkend auf die psychischen Ressourcen wie auch auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken kann: Depressionen lassen sich durch Bewegungstraining reduzieren (Khatri et al., 2003) und körperlich aktive ältere Personen weisen seltener depressive Verstimmungen auf als Inaktive; moderates Bewegungstraining und Tai-Chi-Chuan können Sturzangst verringern (Brouwer et al., 2003; Li et al., 2005a) und einige kognitive Funktionen und Prozesse wie die Aufmerksamkeit, die Informationsverarbeitung, die exekutiven Funktionen oder die Reaktionszeit lassen sich insbesondere durch regelmäßiges moderates körperliches Training verbessern (im Überblick: Tomporowski, 2006).

Stürze resultieren in der Regel aus der Interaktion diverser Sturzrisikofaktoren und Situationen. Die Sturzrisikofaktoren lassen sich in intrinsische (personenbezogene), extrinsische (durch äußere Umstände bedingte) und situationale Faktoren einteilen, wobei die intrinsischen Risikofaktoren weitestgehend mit den allgemeinen altersbedingten Veränderungen gleichzusetzen sind. Nach Josephson und Rubenstein (2006) weisen diejenigen Personen das höchste Sturzrisiko auf, welche über 80 Jahre alt sind, Defizite in der Muskelkraft, im Gleichgewicht und der allgemeinen Mobilität erkennen lassen, chronische Erkrankungen und Sturzerfahrung haben sowie Einbußen im sensorischen System und in den kognitiven Fähigkeiten zeigen (Kapitel 3.2). Insbesondere der progressive Abbau der physischen, motorischen und funktionellen Leistungsfähigkeit sowie die Multimorbidität erhöhen die Anfälligkeit für Verletzungen, die den Sturz für einen älteren Menschen zu einem gefährlichen Unterfangen mit schwerwiegenden Konsequenzen (z. B. Frakturen) werden lassen können. Die Angst, erneut zu stürzen, und die damit verbundene Reduzierung der Aktivitäten zählen nicht selten zu den maßgeblichen Sturzfolgen. Gleiches gilt auch für die frühzeitige Einweisung in ein Pflegeheim. Die Relevanz der kognitiven Funktionen und Prozesse in Bezug auf das Sturzgeschehen findet in den letzten Jahren immer größere Beachtung. Diesbezüglich besteht weitestgehend Einigkeit darüber, dass Defizite in den kognitiven Fähigkeiten das Sturzrisiko und die Sturzrate Älterer erhöhen können (Chen et al., 2012; Herman et al., 2010; Anstey et al., 2006; Lord et al., 1994). Zunächst waren damit vorwiegend pathologisch-kognitive Einschränkungen wie zum Beispiel Demenz gemeint (Rubenstein & Josephson, 2006). In den letzten Jahren rückten jedoch vermehrt sogenannte Doppelaufgaben-Studien in den Fokus der Sturzforschung. Diese belegen vielfach, dass älteren Erwachsenen die Verteilung kognitiver Ressourcen auf verschiedene Aufgaben (z. B. Gehen und zeitgleich eine Unterhaltung führen) zunehmend große Schwierigkeiten bereitet und sich ihr Sturzrisiko dadurch erhöht (Herman et al., 2010; Beauchet et al., 2009a; Bloem et al., 2003; Li et al., 2001; Shumway-Cook & Woollacott, 2000).

Verschiedene Interventionsmaßnahmen können eine Vielzahl der Sturzrisikofaktoren positiv beeinflussen und die Sturzrate senken. In den letzten Jahren sind zahlreiche randomisierte kontrollierte Studien und systematische Reviews publiziert worden, die der Frage nach den effektivsten Interventionen zur Sturzprävention nachgehen. Zu den häufigsten Inhalten der unterschiedlichen Maßnahmen zählen Sturzrisiko-Assessment- und Sturzrisiko-Management-Programme, körperliches Training, die Modifikation der Umgebungsbedingungen, Aufklärungsprogramme sowie die Substitution von Vitamin D und Kalzium. Diese Inhalte wurden sowohl als Einzelintervention als auch als multifaktorielle Maßnahme ausreichend im Rahmen der Sturzprävention überprüft. Multifaktorielle Interventionen, welche auf mehreren Ebenen des Ursachenzusammenhangs von Sturzrisikofaktoren greifen, zeigen sich bis dato als wirksamste Methode zur Reduzierung der Sturzrate und des Sturzrisikos älterer Menschen. Für selbstständig lebende Senioren haben sich insbesondere multifaktorielle Interventionen, die mindestens ein Bewegungsmodul mit spezifischen Kraft- und Gleichgewichtsübungen beinhalten, als förderlich erwiesen (Kapitel 3.4).

Da eindeutige Nachweise für die effektivsten Interventionsinhalte und die optimalen Belastungsparameter fehlen, bleibt die Frage nach konkreten Trainingsempfehlungen zur Sturzprävention gegenwärtig weiterhin unbeantwortet. Hinsichtlich der multifaktoriellen Interventionen erweist sich darüber hinaus als problematisch, dass diese in der Regel verschiedene einzelne Trainingsprogramme beinhalten, die auf die Modifikation unterschiedlicher einzelner Sturzrisikofaktoren abzielen. Dies ist mit einem relativ hohen wöchentlichen Trainingsaufwand für die älteren Menschen verknüpft. Präventionsprogramme, die zentrale Sturzrisikofaktoren in einer Intervention gleichzeitig fokussieren, sind rar.

Betrachtet man die relevanten Risikofaktoren, die die Sturzhäufigkeit erhöhen, und vergleicht diese mit den Zugängen der Interventionsmaßnahmen, stellt sich heraus, dass die kognitiven Ressourcen zwar oft als Sturzrisikofaktor benannt, jedoch bei der Gestaltung von Interventionsmaßnahmen eher missachtet werden. Der kognitive Status wird zwar gelegentlich erhoben, aber spezifische Programme zur Prävention von Stürzen, die auf die Stärkung der kognitiven Fähigkeiten abzielen, sind nicht vorgesehen – wenngleich einige Forscher bereits gefordert haben, kognitive Tests in ein Sturzrisiko-Assessment-Programm zu integrieren und kognitive Fähigkeiten bei der Planung und Durchführung von Sturzpräventionsmaßnahmen vermehrt zu berücksichtigen (Hausdorff & Yogev, 2006; Spirduso, 2003). Diese Forschungslücke erstaunt zusätzlich, wenn man die Umstände von Stürzen älterer Personen bedenkt: Ein wesentlicher Anteil der Stürze selbstständig lebender Senioren erfolgt bei Aktivitäten, bei denen die Aufmerksamkeit zwischen posturaler Kontrolle und anderen Tätigkeiten geteilt werden muss – etwa beim Gehen, während man eine Unterhaltung führt (Kellogg

International Work Group on the Prevention of Falls by the Elderly, 1987; Zijlstra et al., 2008). So müssen die eingehenden Informationen in einer potenziell sturzgefährlichen Situation, in der z. B. einem Hindernis ausgewichen werden muss oder plötzlich die Beschaffenheit des Untergrunds wechselt (etwa bei Glatteis), schnell verarbeitet werden und durch eine rasche Reaktion entsprechende muskuläre Anpassungen erfolgen, um einen Sturz zu vermeiden. Die kognitiven Fähigkeiten sind folglich in vielen alltäglichen Situationen gefordert.

Berücksichtigt man diese Fakten, erscheint es umso fragwürdiger, warum die Optimierung kognitiver Fähigkeiten bis dato nicht Bestandteil von Interventionsmaßnahmen im Rahmen der Sturzprävention ist. Insbesondere die Verbesserung des Zusammenspiels von kognitiven Funktionen und Prozessen mit körperlichen und motorischen Aktivitäten sollte in Ansätzen zur Prävention von Stürzen – z. B. in Form von alltagsnahen Doppelaufgaben – bedacht werden (Pellecchia, 2005; Woollacott & Shumway-Cook, 2002). Rein kognitives Training, welches in der Regel computergestützt durchgeführt wird, kann dies nicht leisten: Es trägt zwar auch im höheren Erwachsenenalter zur Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit bei, aber diese Leistungen lassen sich nicht auf Alltagssituationen übertragen (Owen et al., 2010).

In Bezug auf die Interventionen ist ferner anzumerken, dass diese einem möglichst großen Bevölkerungsanteil zugänglich gemacht werden sollten, um im Sinne der Primärprävention wirksam werden zu können. Bei den Sturzpräventionsstudien, die als Zielgruppe die selbstständig lebenden Senioren anführen, stellt sich heraus, dass sich die Stichproben in der Regel aus risikobehafteten Teilnehmern mit Sturzerfahrung und/oder weiteren nachgewiesenen Sturzrisikofaktoren zusammensetzen (Tinetti et al., 1994; Skelton et al., 2005). Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgt oftmals durch Krankenkassen oder Arztpraxen (Li et al., 2005a; Freiberger et al., 2012). Folglich wird ein Großteil der eigentlichen Zielgruppe nicht erreicht.

An diese Forschungsdefizite knüpft die vorliegende Untersuchung an. Ihr Ziel ist es, unterschiedliche Bewegungsprogramme, die verschiedene bedeutungsvolle Sturzrisikofaktoren fokussieren, zu evaluieren, um so die bestehende Forschungslage zur Wirksamkeit von Sturzpräventionsmaßnahmen zu ergänzen. Im Hinblick auf ausgewählte Sturzrisikofaktoren und die Sturzhäufigkeit wird die Effizienz drei verschiedener Trainingsinterventionen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe überprüft. Die Interventionsmaßnahmen gliedern sich in zwei Einzelinterventionen (ein motorisches Bewegungsprogramm mit Kraft- und Gleichgewichtstraining und ein bewegtes Kognitionstraining, in dem kognitive Aufgaben mit motorischen Übungen – z. B. in Form von Doppelaufgaben – kombiniert werden) und eine multifaktorielle Intervention, die die Inhalte der beiden Einzelinterventionen miteinander kombiniert. Die Trainingsinterventionen werden zweimal wöchentlich über einen Zeitraum von 12 Monaten durchgeführt, da

die regelmäßige Teilnahme über einen längeren Zeitraum von besonderer Bedeutung für eine nachhaltige Sturzprävention und den Erfolg der Trainingsmaßnahme ist (Todd & Skelton, 2004; Lord et al., 2007).

Demgemäß ergibt sich eine zentrale Fragestellung:

Welchen Einfluss haben das motorische Training, bewegte Kognitionstraining und kombinierte Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) auf einzelne Variablen bzw. Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate älterer selbstständig lebender Erwachsener über einen Zeitraum von 12 Monaten?

Aufgrund bisheriger Erkenntnisse ist anzunehmen, dass die motorische Intervention die physischen und mentalen Ressourcen bei Senioren stärkt, beziehungsweise zumindest über ein Jahr keine Verluste zu verzeichnen sind. So sollten wesentliche Sturzrisikofaktoren wie beispielsweise verminderte Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten wieder verbessert sowie die Sturzangst reduziert werden können. Da der Zusammenhang zwischen rein körperlicher Aktivität und der kognitiven Leistungsfähigkeit als gesichert angesehen werden kann (Tomporowski, 2006), wird zusätzlich erwartet, dass das rein motorische Training auch die kognitiven Fähigkeiten älterer Erwachsener positiv beeinflusst. Somit lautet die erste Forschungsthese:

Forschungsthese 1:

Ein 12-monatiges motorisches Training führt bei selbstständig lebenden Senioren zur Stärkung der physischen und mentalen Ressourcen sowie zu einer Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass das bewegte Kognitionstraining die kognitive Leistungsfähigkeit der Teilnehmer steigert. Da die kognitiven Fähigkeiten im höheren Lebensalter mit Gangparametern, der posturalen Kontrolle und den ADL korrelieren (Pichierri et al., 2011; Spirduso et al., 2008; Rosano et al., 2005), wird zusätzlich erwartet, dass das bewegte Kognitionstraining positiven Einfluss auf diese funktionellen Fähigkeiten ausübt. Forschungsthese 2 lautet folglich:

Forschungsthese 2:

Ein 12-monatiges bewegtes Kognitionstraining führt bei selbstständig lebenden Senioren zu einer Verbesserung der kognitiven und funktionellen Leistungsfähigkeit.

Das kombinierte Bewegungsprogramm soll einem multifaktoriellen Ansatz Rechnung tragen. Dies führt zu der Annahme, dass diese Intervention auf mehreren Ebenen des

Ursachenzusammenhangs von Sturzrisikofaktoren greift und sich bei dieser Trainingsgruppe in allen drei Dimensionen (physische Ressourcen, mentale Ressourcen und kognitive Leistungsfähigkeit) Verbesserungen zeigen. Daraus ergeben sich die Forschungsthese 3 und 4:

Forschungsthese 3:

Ein 12-monatiges kombiniertes Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) führt bei selbstständig lebenden Senioren zur Stärkung der physischen und mentalen Ressourcen sowie zu einer Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit.

Das kombinierte Bewegungsprogramm trainiert die Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten und schult gleichermaßen die kognitiven Fähigkeiten und Funktionen. Ausgehend von der Erkenntnis, dass funktionelle Leistungen im höheren Lebensalter neben den erforderlichen Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten verstärkt kognitive Ressourcen beanspruchen wird zusätzlich erwartet, dass das kombinierte Bewegungsprogramm hinsichtlich der funktionellen Leistungsfähigkeit und der Doppelaufgaben-Leistungen größere Effekte erbringt als die beiden Einzelinterventionen. Forschungsthese 4 lautet demgemäß:

Forschungsthese 4:

Ein 12-monatiges kombiniertes Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) führt bei selbstständig lebenden Senioren zu größeren Leistungssteigerungen hinsichtlich der funktionellen Leistungsfähigkeit sowie der Doppelaufgaben-Leistung im Vergleich zu den Einzelinterventionen.

Da Interventionsprogramme, die Bewegungsmodule implizieren, Stürze bei selbstständig lebenden Senioren erfolgreich vermindern können (Gillespie et al., 2012), ist anzunehmen, dass die Sturzrate in den drei Experimentalgruppen über den Studienzeitraum von 12 Monaten geringer ausfällt als die Sturzrate der Kontrollgruppe. Daraus ergeben sich Forschungsthese 5-1 bis 5-3:

Forschungsthese 5-1:

Die motorische Intervention führt über einen Zeitraum von 12 Monaten zu einer geringeren Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

Forschungsthese 5-2:

Das bewegte Kognitionstraining führt über einen Zeitraum von 12 Monaten zu einer geringeren Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

Forschungsthese 5-3:

Das kombinierte Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) führt über einen Zeitraum von 12 Monaten zu einer geringeren Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

Diese forschungsleitenden Thesen werden in der folgenden Untersuchung überprüft.

5 Methodik

An dieser Stelle wird das methodische Vorgehen zur Überprüfung der Fragestellungen erläutert. Die Vorstellung des Untersuchungsdesigns leitet dieses Kapitel ein. Danach erfolgt eine Beschreibung der Stichprobencharakteristika, der Untersuchungsmethoden und schließlich der Trainingsinterventionen und -durchführung. Den Abschluss des Kapitels bildet die Darstellung der statistischen Auswerteverfahren.

5.1 Untersuchungsdesign

Die vorliegende experimentelle Untersuchung zur Evaluierung der Wirksamkeit einzelner und kombinierter motorischer und kognitiver Interventionen im Rahmen der Sturzprävention wurde im Großraum Frankfurt am Main mit 118 selbstständig lebenden Senioren ab einem Alter von 60 Jahren durchgeführt.

Der Fokus der Untersuchung lag auf der Frage, inwieweit gezielte Interventionen die Sturzrisikofaktoren älterer Menschen beeinflussen können. Des Weiteren wurde untersucht welche Trainingsintervention hinsichtlich einer Reduzierung der Sturzrate am wirksamsten ist.

Zur Klärung dieser Fragen wurden die Effekte vier verschiedener Interventionsmaßnahmen dokumentiert:

- (1) Motorisches Training: Gleichgewichts- und Krafttraining, zweimal pro Woche je 60 Minuten
- (2) Bewegtes Kognitionstraining: Kognitive Aufgaben in Bewegung (Schwerpunkt: Training von Doppelaufgaben), zweimal pro Woche je 60 Minuten
- (3) Kombiniertes Bewegungsprogramm: Kombination von motorischem Training und bewegtem Kognitionstraining, zweimal pro Woche je 80 Minuten
- (4) keine Intervention: Fortführung der gewohnten Aktivitäten in der Kontrollgruppe

Vor Beginn der Interventionsmaßnahme zur Baseline absolvierte jeder Teilnehmer einen sogenannten Pre-Test, der den Ist-Zustand des Teilnehmers dokumentierte. Zwischentests erfolgten nach 4 und 8 Monaten. Der Interventionszeitraum betrug 12 Monate und endete mit einem Post-Test.

Die Trainingsinterventionen wurden über ein ganzes Jahr – Feiertage ausgenommen – zweimal wöchentlich angeboten. Offizielle Trainingspausen gab es nicht. Um die Compliance der Teilnehmer zu erhöhen, standen jedem Teilnehmer Fehlzeiten zu, solange jeder insgesamt eine Anwesenheitsquote von mindestens 75 % erreichte und jeweils zu den vier Messzeitpunkten anwesend war. Einen Überblick über den zeitlichen Verlauf der Studie gibt Abbildung 8.

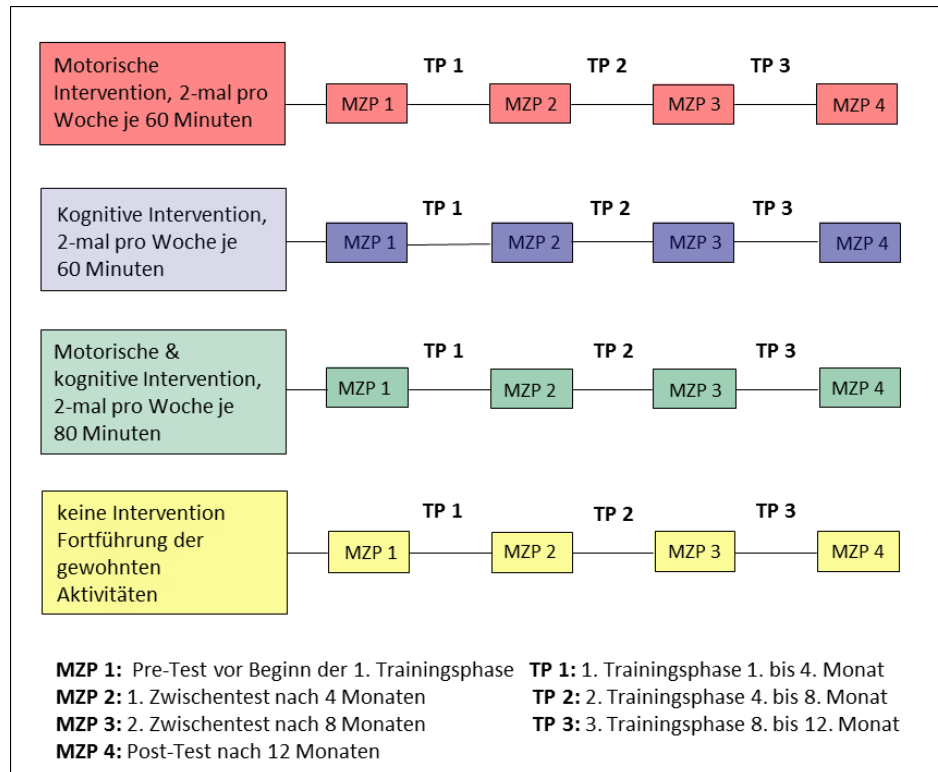


Abbildung 8: Studiendesign

Die verschiedenen Experimentalgruppen starteten mit dem Pre-Test und der darauffolgenden Trainingsphase jeweils um eine Woche zeitversetzt. So absolvierten die einzelnen Experimentalgruppen innerhalb von einer Woche den Pre-Test und begannen in der darauffolgenden Woche mit der ersten Trainingsphase. Dadurch wurde gewährleistet, dass die Zeit zwischen dem Test und dem Beginn der Trainingsphase für alle Gruppen gleich lang war und die Messzeitpunkte 2, 3 und 4 ebenfalls für alle Gruppen nach jeweils genau 4 Monaten durchgeführt werden konnten.

5.1 Stichprobencharakteristik

5.1.1 Stichprobenentwicklung

Zur Rekrutierung der Klumpenstichprobe wurden in Zusammenarbeit mit regionalen Zeitungen und dem Frankfurter Verband³⁴ in Frankfurt am Main und Umgebung Teilnehmer für das Projekt „Sturzprävention im Alter“ geworben. In den Begegnungsstätten verschiedener Seniorenwohnanlagen fanden sodann entsprechende Informationsveranstaltungen statt, die sich an selbstständig lebende Senioren ab einem Alter von 60 Jahren richteten. Sie dienten dazu, potenziell Interessierte umfassend über den Ver-

34 Frankfurter Verband für Alten- und Behindertenhilfe e. V., Mainkai 43, 60311 Frankfurt am Main

lauf der Studie sowie den Zweck und die Inhalte der jeweiligen Intervention aufzuklären. Um Teilnehmer für eine Kontrollgruppe zu gewinnen, die kein spezifisches Training erhielten, wurden in einigen Seniorenwohnanlagen der Pre-Test als kostenloser Fitness- und Gesundheitscheck angeboten, welcher zur Verlaufskontrolle nach 4, 8 und 12 Monaten wiederholt wurde.

Nach den Informationsveranstaltungen erklärten sich 159 Senioren bereit, an der Studie teilzunehmen. Alle erfüllten die Einschlusskriterien: Sie waren (1) selbstständig wohnend, (2) älter als 60 Jahre und (3) in der Lage, selbstständig zur Trainingsstätte zu gelangen. Schließlich waren die potenziellen Teilnehmer gehalten, ihre Teilnahme an der Studie vorab mit ihrem Hausarzt abzuklären und vor Test- und Trainingsbeginn eine Einverständniserklärung (Anhang C) zu unterzeichnen.

Die Teilnehmer wurden nach Zugehörigkeit der Seniorenwohnanlage in drei verschiedene Experimentalgruppen (motorische Intervention, kognitive Intervention, Kombination aus motorischer und kognitiver Intervention) aufgeteilt, wobei die Zuordnung der Interventionsform zur jeweiligen Wohnanlage zufällig erfolgte. Die Kontrollgruppe setzte sich aus Bewohnern verschiedener Seniorenwohnanlagen zusammen, die lediglich die Information über einen kostenlosen Fitness- und Gesundheitscheck erhielten. Nach Feststellung der Ausschlusskriterien (1) starke kognitive Einschränkungen (MMST unter 24 Punkten) und (2) chronische oder akute Krankheiten, die die Teilnahme an einem der Trainingsprogramme nicht zuließen, sowie der Abklärung der entstandenen Fragen nahmen 118 Senioren an der Studie teil.

Im Rahmen der Studie starteten je Studienarm 24 bis 32 Teilnehmer nach den Eingangsmessungen das jeweilige Programm in den Experimental- bzw. der Kontrollgruppe. Nach Ablauf der 12-monatigen Interventionszeit konnten die Abschlussmessungen mit 25 Teilnehmern in der motorischen Trainingsgruppe, 22 in der kognitiven Trainingsgruppe, 19 in der kombinierten Trainingsgruppe und 21 in der Kontrollgruppe durchgeführt werden. Die Verteilung der Teilnehmer auf die einzelnen Studienarme ist der Flowchart in Abbildung 9 zu entnehmen.

Während des Interventionszeitraums verließen insgesamt 31 Teilnehmer die Studie vorzeitig. Die Teilnehmer waren aus verschiedenen Gründen nicht zu allen Messzeitpunkten anwesend (u.a. Erkrankung, Tod, Motivation, Abwesenheit während der Messzeitpunkte) und/oder erfüllten die Anwesenheitsquote von 75 % nicht. Somit konnten insgesamt 87 Teilnehmer in die abschließende Analyse eingeschlossen werden. Nach Beendigung der 12 Monate betrug die Drop-Out-Quote in der Motorikgruppe 21,9 %, in der Kognitionsgruppe 26,7 %, in der Kombinationsgruppe 20,8 % und in der Kontrollgruppe 34,4 %. Für die Studie insgesamt ergab dies eine Drop-Out-Quote von 26,3 %.

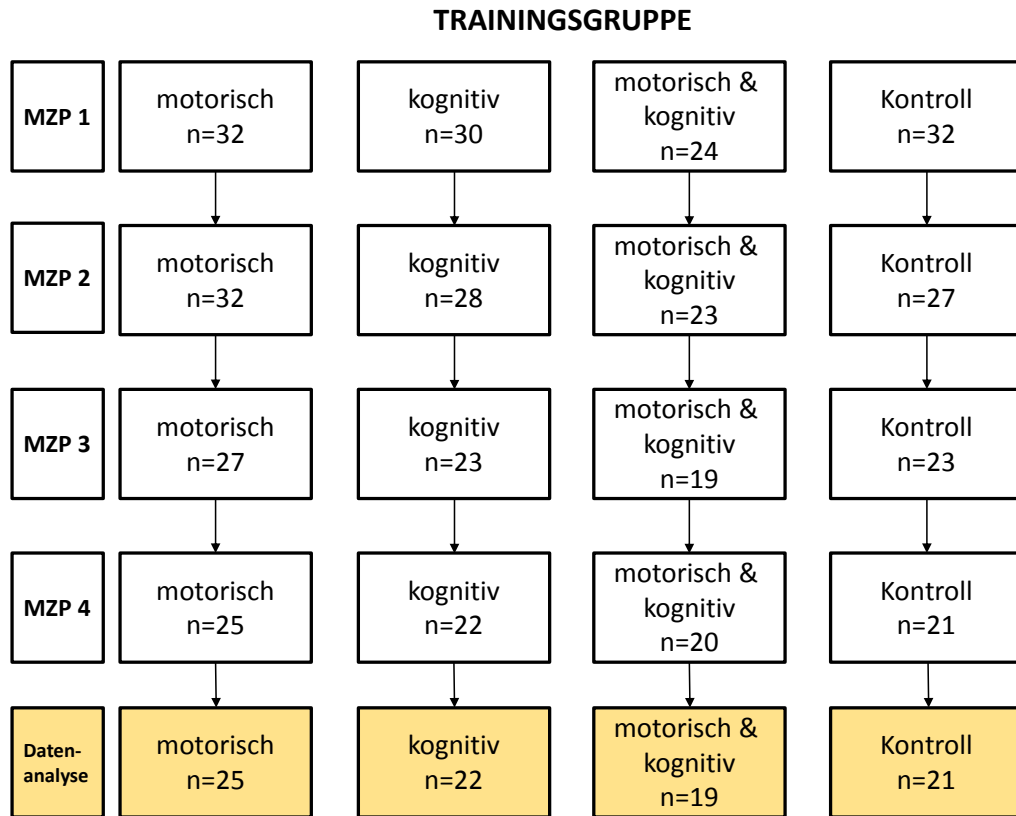


Abbildung 9: „Flowchart“ über die Veränderung der Teilnehmerzahlen von Beginn des Interventionszeitraums bis zum Ende der Abschlussmessung

In einem weiteren Schritt wurden – in Anlehnung an das Vorgehen bei anderen Längsschnittstudien – vertiefende Selektivitätsanalysen durchgeführt. Dabei wurde zunächst, differenziert nach der Kohortenzugehörigkeit der Untersuchungsteilnehmer, die Stichprobe, die zu allen vier Messzeitpunkten (MZP 1-2-3-4) an der Studie teilgenommen hatte, mit jenen Personen hinsichtlich sozioökonomischer, physischer, mentaler und kognitiver Parameter des ersten Messzeitpunkts verglichen, die zum ersten und zweiten Messzeitpunkt (MZP 1-2) teilgenommen hatten bzw. die ausschließlich zum ersten Messzeitpunkt (MZP 1) teilgenommen hatten. Tabellen A1 bis A4 (Anhang) geben einen Überblick über die Stichprobenunterschiede.

Die Frage danach, ob sich die Stichproben bereits zum ersten Messzeitpunkt hinsichtlich oben genannter Parameter unterscheiden, lässt sich dahingehend beantworten, dass dies nur bei wenigen Variablen der Fall ist. So weist die Stichprobe MZP 1-2-3-4 bereits zum ersten Messzeitpunkt ein signifikant geringeres Alter, eine höhere körperlich-sportliche Aktivität, höhere Lasten beim Front- und Kreuzheben, längere Zeiten beim Einbeinstand (geschl. Augen, instabiler Untergrund) sowie in der Bedingung 2 des Farb-Wort-Tests auf als die Abbrecher-Stichprobe. Es liegen jedoch keine signifikanten Verzerrungen über die verschiedenen Interventionsgruppen hinweg vor.

5.1.2 Stichprobenbeschreibung

Unter den Teilnehmern der in die Analyse eingehenden Stichprobe befanden sich 18 Männer und 69 Frauen, die zu Beginn der Studie zwischen 60 und 89 Jahre alt waren. Das Durchschnittsalter lag bei 73 Jahren. Die Teilnehmer verteilten sich hinsichtlich des Geschlechts ($\chi^2(3) = 0.95$; $p > .10$) und Alters ($F(3, 86) = 0.42$; $p > .10$) gleich auf die verschiedenen Interventionsgruppen, sodass diesbezüglich homogene Gruppen entstanden.

Die Tatsache, dass wesentlich mehr Frauen als Männer an der Studie teilnahmen, ist konform mit der allgemeinen Geschlechterverteilung im höheren Erwachsenenalter, bei der der Frauenanteil überrepräsentiert ist (Böhm et al., 2009; vgl. Tab. 6).

Tabelle 6: Geschlechterverteilung der Bevölkerung Deutschlands 2006 (Böhm et al., 2009, S. 28)

im Alter von ... entfallen auf 100 Männer ... Frauen			
65 Jahren	75 Jahren	85 Jahren	89 Jahren
106	131	262	314

Der momentan noch in den Altersgruppen ab 65 Jahren vorhandene hohe Frauenüberschuss wird insbesondere auf die längere Lebenserwartung der Frauen sowie die Dezimierungen männlicher Geburtsjahrgänge durch Kriege und Kriegsfolgen zurückgeführt (Böhm et al., 2009).

Einen detaillierten Überblick über die Stichprobencharakteristik hinsichtlich des Alters, der anthropometrischen, physiologischen und medizinischen Parameter zur Baseline bietet Tabelle 7.

Im Hinblick auf die anthropometrischen Messgrößen Körpergröße, Gewicht, Body-Mass-Index (BMI), Hüft- und Taillenumfang sowie Waist-to-Hip Ratio (WHR) bestanden keine signifikanten Gruppenunterschiede. Aufgrund der geringen Anzahl von Männern in der Stichprobe (jeweils $n = 4$ bis 6 in den Gruppen) wurde diesbezüglich auf eine statistische Analyse des Geschlechtervergleichs verzichtet.

Die BMI-Werte für alle Gruppen ließen erkennen, dass die Hälfte (50,6 %) der Teilnehmer übergewichtig war und fast ein Viertel (24,1 %) als adipös bezeichnet werden konnte ($\chi^2(6) = 3.64$; $p > .10$). Im Mittel ergab sich ein BMI von 27,5. Diese Werte zeigten, dass die Stichprobe der vorliegenden Studie hinsichtlich des BMI leicht über dem Bundesdurchschnitt lag. Das Statistische Bundesamt weist für die 60 bis 75-Jährigen einen BMI von 27 aus, wobei circa 45 % als übergewichtig charakterisiert werden können und circa 20,8 % als adipös (Statistisches Bundesamt, 2009).

Tabelle 7: Stichprobencharakteristik

	Trainingsgruppe				Stat. Analysen
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontroll- gruppe n = 21	
Alter (in Jahren)	71.20 ± 7.59	73.64 ± 8.61	73.47 ± 9.41	72.9 ± 8.11	F(3, 86) = 0.42
Größe (in m)	1.63 ± 0.10	1.64 ± 0.09	1.65 ± 0.10	1.63 ± 0.10	F(3, 86) = 0.12
Gewicht (in kg)	74.9 ± 16.9	74.2 ± 11.5	69.9 ± 12.2	76.2 ± 16.9	F(3, 86) = 0.67
BMI	28.0 ± 4.87	27.5 ± 3.25	25.8 ± 3.69	28.4 ± 5.17	F(3, 86) = 1.38
Taillenumfang (in cm)	95.3 ± 12.6	97.4 ± 14.0	94.6 ± 11.4	98.1 ± 11.2	F(3, 86) = 0.38
Hüftumfang (in cm)	109.9 ± 11	108.5 ± 8.7	105.3 ± 7.8	110 ± 10.9	F(3, 86) = 0.99
WHR ³⁵	0.87 ± 0.06	0.9 ± 0.09	0.9 ± 0.09	0.89 ± 0.07	F(3, 86) = 0.88
Puls	74.88 ± 11.21	71 ± 10.08	67.53 ± 7.07	68.3 ± 8.96	F(3, 86) = 2.69 *
<i>Blutdruck</i>					
Systole (mmHg)	141 ± 18	146 ± 20	135 ± 22	145 ± 19	F(3, 86) = 1.20
Diastole (mmHg)	79 ± 10	82 ± 10	74 ± 9	80 ± 7	F(3, 86) = 2.17 (*)
Medikamente (ja in %)	60.0	86.4	94.7	71.4	$\chi^2(3) = 8.92 *$
Medikamente (Anzahl pro Tag)	1.28 ± 1.46	2.55 ± 1.65	3.53 ± 1.92	2.05 ± 1.86	F(3, 86) = 6.48 **

(*) = $p > .10$, * = $p < .05$, ** = $p < .01$

Analog zu dem erhöhtem BMI hatten 80,5 % der Teilnehmer einen auffälligen WHR ($\chi^2(3) = 1.70$; $p > .10$). Das bedeutet, dass zu Beginn der Studie über drei Viertel der Teilnehmer im Hinblick auf Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems risikobehaftet waren. Für die folgenden Berechnungen wurde diesbezüglich die Variable „Risikofaktor Körper-

35 Verhältnis von Taillen- zu Hüftumfang; Dieser Wert sollte bei Männern $< 1,0$ und bei Frauen $< 0,85$ sein.

komposition“ (BMI - WHR) gebildet, die als Kovariate in die weitere Datenauswertung einbezogen wurde. Die Variable schloss diejenigen Teilnehmer ein, die sowohl einen erhöhten BMI (> 25) als auch einen auffälligen WHR (Männer $> 1,0$; Frauen $> 0,85$) aufwiesen.

Der Ruhepuls der Teilnehmer betrug im Durchschnitt 71 (Schläge pro Minute) und lag damit im normalen Bereich. Allerdings unterschieden sich die Interventionsgruppen diesbezüglich tendenziell signifikant ($p = .052$) voneinander. Den Gruppenunterschied bestätigte auch der Post-hoc-Test, in dem ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen der Motorik- und Kombinationsgruppe ($p = .065$) ersichtlich wurde. Ähnlich verhielt es sich hinsichtlich des Blutdrucks. Dieser war mit durchschnittlich 142/79 mmHg im Normalbereich für ältere Erwachsene. Ein tendenzieller Gruppenunterschied ergab sich für den diastolischen Wert ($p = .097$). Diese Tendenz bestätigte sich auch im Post-hoc-Test zwischen der Kognitions- und Kombinationsgruppe ($p = .069$).

77 % der Teilnehmer nahmen regelmäßig Medikamente ein. Die Anzahl der täglich benötigten Arzneimittel variierte zwischen den Interventionsgruppen von 1,28 bis 3,53. Dabei korrespondierte die Anzahl der verschiedenen Präparate mit der Angabe, regelmäßig Medikamente zu nehmen. So bestätigten 60 % der motorischen Gruppe eine dauerhafte Medikation. Im Gegensatz dazu waren es 86,4 % in der kognitiven Gruppe, 94,7 % in der Kombinationsgruppe und 71,4 % in der Kontrollgruppe. Zugleich war die motorische Gruppe diejenige mit der geringsten Anzahl von Medikamenten (1,28). Mit der Anzahl der Personen, die Medikamente benötigten, stieg auch die Anzahl der eingenommenen Präparate (vgl. Tab. 8). Folglich ergab sich ein hochsignifikanter Zusammenhang ($p = .001$) zwischen der Gesamteinnahme von Medikamenten und der Gruppenzugehörigkeit. Diesbezüglich unterschieden sich im Post-hoc-Test die motorische und kognitive Gruppe tendenziell voneinander ($p = .064$). Signifikant war hingegen der Unterschied zwischen der Kombinationsgruppe und der Kontrollgruppe ($p = .039$) und hochsignifikant der Unterschied zwischen der Motorik- und Kombinationsgruppe ($p = .000$).

Betrachtet man die Indikationen für die Medikamenteneinnahme, wird sichtbar, dass, analog zu dem auffälligen WHR, bereits ein Großteil der Teilnehmer blutdrucksenkende Medikamente (46 %) sowie weitere Präparate zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (44,8 %) einnahm. Diese Prozentzahlen spiegeln den allgemeinen Trend wieder, dass Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu den häufigsten Krankheitsdiagnosen zählen, insbesondere im höheren Erwachsenenalter (Walter, Schneider & Bisson, 2006).

Des Weiteren gaben 17,2 % der Teilnehmer an, Präparate für die Schilddrüse einzunehmen. Darüber hinaus nannten die Teilnehmer Medikamente zur Behandlung von Asthma (10,3 %), Depressionen (6,9 %), Osteoporose (5,7 %), Magen- und Darmerkrankungen (4,6 %), Diabetes (3,4 %), Krebs (2,3 %) und Augenerkrankungen (2,3 %). Schlaf-

und Beruhigungsmittel benötigten 4,6 % der Teilnehmer regelmäßig und 6,9 % nahmen sonstige Medikamente ein, die keiner der vorherigen Kategorien zugeordnet werden konnten.

Die soziodemografischen Merkmale der Stichprobe sind in Tabelle 8 dargestellt. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung lebte der Großteil der Teilnehmer ohne Partner (70,1 %). Die meisten Senioren waren verwitwet (43,7 %), 25,3 % verheiratet, 23 % geschieden und 8 % ledig. Daraus folgt, dass die Mehrheit der Teilnehmer (71,3 %) in einem Singlehaushalt lebte.

Zudem fiel auf, dass die Teilnehmer der Kombinationsgruppe im Schnitt weniger Kinder hatten als die Teilnehmer der anderen Interventionsgruppen. Die statistische Datenanalyse ergab einen signifikanten Gruppenunterschied hinsichtlich der Anzahl der Kinder ($F = (3,86)$; $p = .021$). In der Post-hoc-Analyse wurde ersichtlich, dass diese Unterschiede zwischen der Motorik- und Kombinationsgruppe statistisch sehr bedeutsam sind ($p = .014$) und zwischen der Kognitions- und Kombinationsgruppe diesbezüglich eine tendenzielle Signifikanz besteht ($p = .089$).

In den Kategorien Schulbildung und ehemalige Berufsangehörigkeit waren keine Gruppenunterschiede zu erkennen. Die meisten Teilnehmer hatten die Volks- bzw. Hauptschule (56,3 %) oder die Realschule (34,5 %) abgeschlossen. Nur wenige Teilnehmer erwarben die allgemeine Hochschulreife, Fachhochschulreife (6,9 %) oder einen (Fach-)Hochschulabschluss (2,3 %). Diese Verteilung lässt sich darauf zurückführen, dass die Schulausbildung vieler Teilnehmer in die Zeit des Zweiten Weltkrieges oder die Nachkriegszeit fiel, in der eine höhere Schulausbildung insbesondere für Frauen kaum zu bewerkstelligen war. Dementsprechend stellte sich auch die Verteilung der ehemaligen Berufsausübung dar. Insgesamt waren 77 % der Teilnehmer Arbeiter, unselbstständige Handwerker und einfache Angestellte. 18,4 % übten eine Tätigkeit als mittlere Angestellte, Beamte oder selbstständige Handwerker aus. Nur wenige Teilnehmer hatten einen Beruf, der in der Regel eine Hochschulbildung erfordert (4,6 %).

Tabelle 8: Soziodemografische Merkmale der Stichprobe

	Trainingsgruppe				Stat. Analysen		
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontroll- gruppe n = 21	χ^2	df	p
Lebensform mit Partner (in %)	32.0	36.4	31.6	19.0	1.70	3	ns
<i>Familienstand (in %)</i>							
ledig	8	0	21.1	4.8	11.0	9	ns
verheiratet	32	31.8	15.8	19			
verwitwet	32	54.5	36.8	52.4			
geschieden	28	13.6	26.3	23.8			
<i>Anzahl der Kinder (in %)</i>							
Keine Kinder	16	13.6	57.9	14.3	27.2	18	.075
1	16	27.3	10.5	38.1			
2	44	45.5	21.1	33.3			
3	12	4.5	10.5	14.3			
4	8	4.5	0	0			
5	0	4.5	0	0			
6	4	0	0	0			
<i>Gesamtzahl der Personen im Haushalt (in %)</i>							
1 Person	56	68.2	84.2	81	5.46	3	ns
2 Person	44	31.8	15.8	19			
<i>Schulabschluss (in %)</i>							
Volks- und Hauptschule	44.0	68.2	52.6	61.9	7.92	9	ns
Real- und Fachschule	44	31.8	36.8	23.8			
(Fach-)Abitur	12	0	5.3	9.5			
Fachhochschule oder Universität	0	0	5.3	4.8			
<i>Beruf</i>							
Arbeiter, Handwerker, einfache Angestellte	72	90.9	78.9	66.7	8.17	6	ns
Mittlere Angestellte & Beamte, selbstständige Handwerker	16	9.1	21.1	28.6			
Berufe, die i. d. R. eine Hochschul- ausbildung erfordern	12	0	0	4.8			

5.2 Untersuchungsmethoden

Um dem multifaktoriellen Ansatz der Sturzproblematik im höheren Lebensalter Rechnung zu tragen, wurden die Sturzrisikofaktoren, welche insbesondere durch körperliche Aktivität und Bewegung modifizierbar sind (Kapitel 2 und 3.3), mittels verschiedener Testverfahren operationalisiert. Einen Überblick über die Untersuchungsmethoden gibt das Operationalisierungsmodell in Abbildung 10.

Testverfahren zur Überprüfung der motorischen, funktionellen und kognitiven Fähigkeiten der Teilnehmer fanden ebenso ihre Anwendung wie Fragebögen, die Veränderungen in der Lebensqualität, den allgemeinen Bewegungsaktivitäten, der Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes sowie der Sturzängstlichkeit dokumentierten. Stürze wurden anhand eines Sturzereignisprotokolls berichtet.

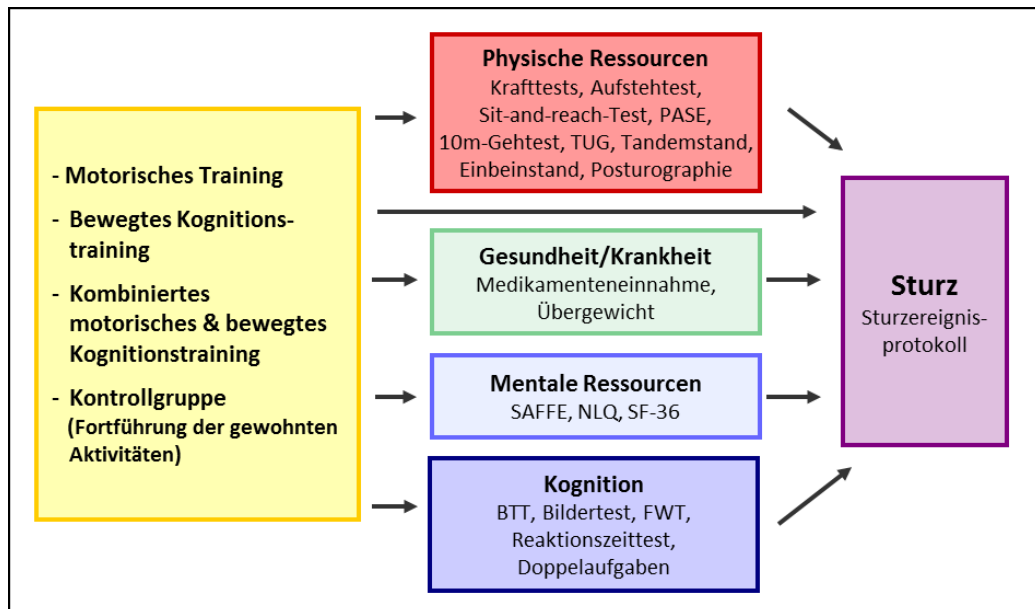


Abbildung 10: Operationalisierungsmodell

Die Testverfahren wurden zur Erhebung der Baseline-Daten vor Trainingsbeginn absolviert und in leicht reduzierter Form nach 4 und 8 Monaten wiederholt. Nach 12 Monaten erfolgte der Abschlusstest mit den gleichen Inhalten, die bereits Gegenstand des Eingangstest waren. Aufgrund der Vielzahl der Testverfahren und um die Teilnehmer nicht zu überlasten, wurden diese an zwei verschiedenen Terminen innerhalb einer Woche durchgeführt. Zwischen den beiden Testtagen lag mindestens ein Tag Pause. Im Folgenden wird die Aufteilung der Testverfahren auf die zwei Testtage dargestellt:

Testtag 1:

- | | |
|---|---|
| ⇒ Mini-Mental-Status-Test (Ausschluss bei < 24 Punkte) ³⁶ | ⇒ Biceps-Curls (8-RM ³⁸) |
| ⇒ Demografie-Fragebogen/ Angaben zur Person ³⁷ | ⇒ Frontheben (8-RM) |
| ⇒ Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36) | ⇒ Kreuzheben aus 30 cm Höhe (8-RM) |
| ⇒ Farb-Wort-Test (FWT) | ⇒ Sit-and-reach-Test (Beweglichkeit in cm) |
| ⇒ 10-Meter-Gehtest | ⇒ Block-Tapping-Test (BTT) |
| ⇒ Aufstehetest (Wh/30 s) | ⇒ Bildertest |
| ⇒ Timed-get-up-and-go-Test (TUG) | ⇒ Fragebogen zur Lebensqualität (NLQ) ³⁵ |
| ⇒ Brustmuskulatur/Schulter: Oberarm-Hebetest (Beweglichkeit nach Skala) | |

Testtag 2:

- | | |
|---|---|
| ⇒ Reaktionszeit-Test („Experiment der geteilten Aufmerksamkeit“) | ⇒ Fragebogen zur Sturzangst (SAFFE) ³⁵ |
| - Schnelligkeit (variable Bedingungen) | ⇒ Sturzereignisprotokoll – standardisiertes Protokoll (wöchentliche Abfrage) |
| - Wahlreaktion (variable Bedingungen) | ⇒ Tests auf der Kraftmessplatte (Posturographie) |
| ⇒ Gleichgewichtstests (Tandemstand, Einbeinstand unter verschiedenen Bedingungen: offene Augen, geschlossene Augen, auf instabiler Ebene, mit kognitiver Zusatzaufgabe) | - statische Bedingungen (Druckverteilung in x-y-Ebene unter variablen Bedingungen: Stehen und Doppelaufgaben) |
| ⇒ Fragebogen zu Bewegungsaktivitäten im Alter (PASE) | - dynamische Bedingungen (Aufstehen von einem Stuhl unter variablen Bedingungen) |

Im Post-Test nach 12 Monaten wurde zusätzlich ein eigens konzipierter Fragebogen zu den subjektiv empfundenen Trainingsauswirkungen eingesetzt. Nachstehend werden die einzelnen Testverfahren in Tabellenform (Tab. 9) beschrieben.

36 Der MMST wurde nur zur Baseline durchgeführt, um eventuell demente Personen auszuschließen.

37 Der Demografie-Fragebogen, der NLQ sowie der SAFFE wurden nur im Pre- und Post-Test durchgeführt. Das Körpergewicht wurde zu allen vier Messzeitpunkten dokumentiert.

38 8er Repetition Maximum

Tabelle 9: Testverfahren

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
Fragebögen		Die Fragebögen wurden vom Testleiter mit der Testperson in Interviewform gemeinsam ausgefüllt (Ausnahme: NLQ).
Demografie-Fragebogen	Erfassung persönlicher Daten der Testpersonen	<p>Erhebung von Geburtsdatum, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht, Hüft- und Bauchumfang, Puls und Blutdruck, Medikamenteneinnahme, Lebensform, Schulabschluss, Beruf.</p> <p>Mit den Daten der körperlichen Konstitution (Größe, Gewicht, Hüft- und Bauchumfang) werden BMI und WHR der Testperson berechnet.</p>
SF-36 Health Survey (Bullinger & Kirchberger, 1998)	Fragebogen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität aus Sicht der Testperson, unabhängig vom Gesundheitszustand	<p>Der SF-36 dient der Erfassung der gesundheitsbezogenen subjektiven Lebensqualität. Er besteht aus 36 Items und erfasst 8 Dimensionen der subjektiven Gesundheit: Körperliche Funktionsfähigkeit, Körperliche Rollenfunktion, Körperliche Schmerzen, Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, Soziale Funktionsfähigkeit, Emotionale Rollenfunktion und Psychisches Wohlbefinden. Außerdem wird der aktuelle Gesundheitszustand im Vergleich zum vergangenen Jahr erfragt. Der SF-36 erlaubt ferner die Berechnung einer körperlichen und einer psychischen Summenskala. Die errechneten Skalenscores liegen in einem Wertebereich zwischen 0 und 100 Punkten, wobei 100 Punkte die maximale (positive) Ausprägung darstellen. Die internen Konsistenzen (Cronbachs Alpha) der Subskalen liegen in verschiedenen Stichproben mehrheitlich deutlich über .70.</p>
Physical Activity Scale for the Elderly (PASE) (Washburn, Smith, Jette & Janey, 1993)	Fragebogen zur Beurteilung der Bewegungsaktivitäten älterer Menschen (65 Jahre und älter)	<p>Der PASE erfasst die Selbsteinschätzung zur körperlich-sportlichen Aktivität. Die Skala beinhaltet insgesamt 10 Fragen zu acht verschiedenen Bereichen: Tätigkeiten im Sitzen (außerhalb des Betts), zu Fuß (außerhalb der Wohnung), Aktivitäten unterschiedlicher Intensität (leicht, mäßig, stark anstrengend, Muskeltraining), Hausarbeit sowie (ehrenamtliche) Arbeit außerhalb des Haushalts. Der Score wird über eine eigens bestimmte Gewichtung der Aktivitäten errechnet. Die Skalenscores liegen zwischen 0 und 400, wobei Werte zwischen 0 und 40 eine sehr</p>

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
		geringe Aktivität darstellen, Werte ≥ 180 dagegen eine sehr hohe Aktivität (Washburn et al., 1999). Der PASE weist eine moderate interne Konsistenz mit Cronbachs Alpha .73 auf (Loland, 2002).
Survey of Activity and Fear of Falling (SAFFE) (Lachman et al., 1998)	Bewertung von Sturzangst in Bezug auf Aktivitätseinschränkungen älterer Menschen	Der SAFFE erfasst 11 verschiedene Aktivitäten des Lebens: 4 ADL bzw. IADL, 5 Aktivitäten zur Mobilität (z. B. wandern) sowie 2 soziale Aktivitäten (z. B. Freunde besuchen). Für jede dieser Aktivitäten wird erfragt, ob die Tätigkeit aktuell ausgeführt wird und wenn ja, ob die Testperson bei Ausführung der Tätigkeit Angst hat zu stürzen. Bei Aktivitätseinschränkungen der Testperson wird erfragt, in welchem Maß Sturzangst die Ursache dafür ist und inwieweit andere Gründe für die Einschränkungen in den verschiedenen Aktivitäten verantwortlich sind. Es werden Scores für den Aktivitätslevel (0-11), die Sturzangst (0-3, niedriger Score = geringe Sturzangst) sowie für den Rückgang in den Aktivitäten (0-11; diejenigen Aktivitäten, die weniger als vor 5 Jahren ausgeführt werden) gebildet. Die interne Konsistenz mit Cronbachs Alpha liegt bei .91.
Nürnberger-Lebensqualitäts-Fragebogen (NLQ) (Oswald & Fleischmann, 1997)	Selbstbeurteilungsskala zur Beschreibung des Ausmaßes alters- und krankheitsbedingter Einschränkungen der Lebensqualität	Der NLQ beinhaltet 39 Items zu Wohlbefinden und Zufriedenheit, physischen Symptomen, Arbeitsleistung und Gemütszustand. Die Testperson soll anhand einer vierstufigen Skala angeben, ob verschiedene Aussagen auf sie zutreffen oder nicht. Der NLQ wird von der Testperson alleine und ggf. zu Hause ausgefüllt. Testscore ist die Summe der Einzelscores.
Sturzereignisprotokoll	Dokumentation von Stürzen während der gesamten Studienlaufzeit	Mit dem Sturzereignisprotokoll werden Ort, Situation, Umgebungsbedingungen und Folgen eines Sturzes festgehalten. Außerdem wird dokumentiert, ob die Testperson allein wieder aufstehen konnte und ob medizinische Hilfe in Anspruch genommen wurde.

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
Fragebogen zu den Trainingsauswirkungen	Überprüfung der Akzeptanz der Intervention und der subjektiv empfundenen allgemeinen Veränderungen der Teilnehmer nach einem Jahr	<p>Der Fragebogen zu den Trainingsauswirkungen beinhaltet Fragen zu subjektiv empfundenen Veränderungen nach einem Jahr in den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Physische Kompetenz (z. B. Beweglichkeit, Kraft, Ausdauer) - Psychische Kompetenz (z. B. Selbstvertrauen, Reduktion der Sturzangst, Depressionen) - Kognitive Kompetenz (z. B. Gedächtnis, Reaktion, Aufmerksamkeit) - Soziale Kompetenz (z. B. Kontakte in der Gruppe, mehr externe Aktivitäten) - Alltagspraktische Kompetenz (z. B. besser Treppen steigen können, reduzierter Einsatz von Gehhilfen) <p>Zudem wird die Akzeptanz der Intervention dokumentiert.</p>
Funktionelle Alltagstests (funktionelle Leistungsfähigkeit)	Überprüfung der allgemeinen Mobilität	
10-Meter-Gehtest	Feststellung der Gehgeschwindigkeit und -sicherheit	<p>Die Testperson startet etwa 1 Meter vor der ersten Markierung. Auf ein Signal des Testleiters soll die Testperson in „<i>einer ihr angenehmen, gleichmäßigen Geschwindigkeit gehen</i>“ (1. Bedingung) bzw. „<i>so schnell wie möglich das Ziel erreichen</i>“ (2. Bedingung). Sobald die Testperson die erste Markierung (0 m) übertritt, startet der Testleiter die Stoppuhr und beginnt, die Schritte der Testperson zu zählen; wird die zweite Markierung (10 m) erreicht, hält er die Uhr an und notiert die Anzahl der bis dahin gemachten Schritte. Die Testperson soll aber in jedem Fall bis über die dritte Markierung gehen. Pro Bedingung werden zwei Durchgänge absolviert.</p>
Aufstehetest (Rickli & Jones, 2001)	Kraftausdauerermessung im Bereich der unteren Extremitäten	<p>Die Testperson soll innerhalb von 30 Sekunden so oft wie möglich von einem Stuhl aufstehen und sich wieder hinsetzen. Die Arme und Hände dürfen nicht zur Hilfe genommen werden, der Proband kreuzt die Arme vor der Brust. Gezählt werden alle vollständigen Aufstehdurchgänge innerhalb von 30 Sekunden. Der Testleiter stoppt die Zeit und zählt die Aufstehdurchgänge.</p>

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
Timed-get-up-and-go-Test (Podsiadlo & Richardson, 1991)	Messung der Ganggeschwindigkeit, des dynamischen Gleichgewichts und der Gangsicherheit	Die Testperson soll von einem Stuhl aufstehen, 3 Meter gehen, eine Markierung umrunden und wieder zur Ausgangsposition zurückkehren. Es werden zwei Bedingungen mit jeweils 2 Durchgängen durchgeführt. Der Testleiter stoppt die Zeit. 1. Bedingung: mit normaler Geschwindigkeit gehen 2. Bedingung: die Aufgabe so schnell wie möglich absolvieren
Beweglichkeitstests (motorische Leistungsfähigkeit)	Überprüfung der allgemeinen Beweglichkeit	
Oberarm-Hebetest/ Ausschultern	Überprüfung des Grades der Verkürzung des Brustmuskels und der Beweglichkeit von Schulter und Brustwirbelsäule	In aufrechter Haltung soll die Testperson, mit dem Rücken an eine Wand gelehnt, die gestreckten Arme gerade nach vorne-oben über den Kopf an die Wand führen. Der Abstand der Füße zur Wand sollte 1,5 Fußlängen betragen und der Rücken während der Ausführung in Kontakt mit der Wand bleiben. Der Testleiter bewertet die Aufgabe wie folgt: keine Verkürzung (2), geringe Verkürzung (1), starke Verkürzung (0).
Sit-and-reach-Test	Überprüfung des Grades der Verkürzung der rückwärtigen Muskulatur der unteren Extremitäten sowie der langen Rückenstrecker	Die Testperson sitzt mit gestreckten Knien in einer Messvorrichtung und soll versuchen, den Rumpf möglichst weit nach vorne zu beugen, um mit den nach vorne gestreckten Armen einen möglichst weit entfernten Messpunkt auf der Messskala zu erreichen.
Krafttests (motorische Leistungsfähigkeit)	Überprüfung der Muskelkraft verschiedener Muskelgruppen	Hier wird der Test zur Bestimmung des 8-RM durchgeführt. Dabei wird die Last festgestellt, die genau 8 Wiederholungen der jeweiligen Übung zulässt (vgl. Mihalko & McAuley, 1996). Ist die Testperson imstande, die auferlegte Last öfter als achtmal zu bewältigen, wird das Gewicht nach einer 1- bis 2-minütigen Pause um 0,5 bis 2 kg erhöht. Der Test ist beendet, wenn die Testperson nicht mehr als 8 Wiederholungen in der Ausbelastung erreicht.
Biceps-Curls	Kraftmessung der Armbeugemuskulatur	Die Testaufgabe wird mit dem dominanten Arm durchgeführt. Die Testperson sitzt auf einem Stuhl, fasst eine Hantel und hält den gestreckten Arm frei und senkrecht zum Boden. Aus dieser Ausgangsposition heraus beugt die Testperson den Arm, wobei die

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
		Handinnenfläche während der Beugephase rotieren und in der Endstellung nach oben zeigen soll. Bei der Abwärtsbewegung in die Streckung wird die Hand dann wieder so gedreht, dass die Handinnenfläche zum Körper zeigt.
Frontheben	Kraftmessung der Schultermuskulatur	Die Testaufgabe erfolgt im schulterbreiten Stand und wird mit dem dominanten Arm durchgeführt. Die Testperson fasst eine Hantel und hält den Arm frei und senkrecht zum Boden, der Daumen soll zum Körper zeigen. Die Übung besteht darin, den Arm bis auf Schulterhöhe nach vorne-oben zu heben. Der Ellenbogen bleibt gestreckt, die Handinnenfläche zeigt in der Endstellung nach unten. Danach wird die Hantel wieder in die Ausgangsstellung abgesenkt.
Kreuzheben	Kraftmessung der Rücken- und Beinmuskulatur	Die Testperson steht im schulterbreiten Stand vor einem circa 30 cm hohen Holzblock, auf dem eine Langhantelstange liegt. Um die Startposition zu erreichen, beugt die Testperson die Knie und greift die Langhantel schulterbreit mit gestreckten Armen. Die Langhantel wird angehoben, indem die Testperson Knie und Hüfte streckt und den Oberkörper mit geradem Rücken aufrichtet. Endposition ist der aufrechte Stand. Im Anschluss erfolgt das erneute Beugen der Knie und Absenken der Stange.
Kognitive Tests (kognitive Leistungsfähigkeit)	Überprüfung der kognitiven Leistungsfähigkeit	
Mini-Mental-Status-Test (Folstein et al., 1975)	Test zur Erfassung kognitiver Beeinträchtigungen – Demenzüberprüfung	Mit 30 Punkten werden kognitive Beeinträchtigungen erfasst und dabei folgende Schwerpunkte getestet: Orientierung (10), Merk- und Erinnerungsfähigkeit (6), Aufmerksamkeit und Rechenfähigkeit (5), Sprache (4), das Befolgen von Anweisungen (4) und das Nachzeichnen (1). Als Ausschlusskriterium für die vorliegende Studie galt: MMST < 24.
Block-Tapping-Test (BTT) (Schellig, 1997)	Der BTT dient der Erfassung des visuell-räumlichen Hilfsspeichers als Subsystem des Kurzzeit- bzw. Arbeits-	Als Testinstrument dient ein Brett mit 9 schwarzen Würfeln/Blöcken. Die Blöcke sind nummeriert, die Zahlen jedoch für die Testperson nicht sichtbar. Die Blöcke werden vom Testleiter in einer vorgegebenen Num-

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
	gedächtnisses unter Einbeziehung von Bewegung und der Merkspanne.	mernfolge mit dem Zeigefinger angetippt. Die Testperson soll diese Reihenfolge unmittelbar reproduzieren, indem sie die „vorge-tippte“ Sequenz „nachtippt“. Die Länge der Sequenz erhöht sich jeweils um einen Block, wenn 3 Sequenzen mit derselben Länge erfolgreich reproduziert wurden. Der Test beginnt mit einer Sequenz von 3 Blöcken (maximal werden 9 Blöcke gefordert) und endet nach drei aufeinander folgenden Fehlreproduktionen der Testperson.
Bildertest (Oswald & Fleischmann, 1997)	Überprüfung des Kurzzeitgedächtnisses: Mit dem Bildertest werden Merkleistungen für bildhafte Informationen unter Zuhilfenahme von verbalen Verschlüsselungen erfasst. Die geforderte Gedächtnisleistung umfasst die Aufnahme visueller Informationen, deren kurzfristige visuelle und verbale Abspeicherung sowie deren Abruf nach einem kurzen Zeitintervall.	Der Testperson werden nacheinander 7 Bilder gezeigt. Bei jedem Bild verbalisiert die Testperson das Gesehene und prägt sich dieses Bild ein. Wenn alle Bilder gezeigt wurden, soll die Testperson wiederholen, was sie gesehen hat. Bei jeder Testdurchführung wird eine andere Version des Bildertests verwendet, um eine Wiederholung der Bilder auszuschließen.
Farb-Wort-Test (FWT) (Oswald & Fleischmann, 1997)	Dieser Test quantifiziert Aufmerksamkeit als eine aktive und gerichtete Auffassungs- und Reaktionsbereitschaft (exekutive Aufmerksamkeit) im optisch-verbalen Bereich. Das Lese- und Farbennennungstempo ist ein Hinweis auf die allgemeine Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit.	Der FWT geht auf den Stroop-Test (1935) zurück und umfasst drei Farbtafeln (1 bis 3), die nacheinander vorgegeben werden und Wörter, Farbfelder und farbig gedruckte Farbwörter als Teststimuli enthalten. Die Testperson soll auf den ersten beiden Tafeln die vorgegebenen Wörter bzw. Farbfelder möglichst rasch lesen bzw. benennen. Bei der dritten Tafel, der sogenannten Interferenzaufgabe, sind die Farben der anders lautenden Farbwörter zu nennen. Der sog. Interferenz-Score berechnet sich aus der Differenz von Tafel 3 – Tafel 2, gibt also den Mehrbedarf an Bearbeitungszeit unter der Interferenzbedingung von Tafel 3 wieder.

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
<p>Reaktionszeit-Test</p> <p>Experiment der geteilten Aufmerksamkeit (nach N. Schott)</p> <p>1. Aufgabe: einfache Reaktionszeit</p> <p>2. Aufgabe: Wahlreaktion schnell (bekannt)</p> <p>3. Aufgabe: Wahlreaktion langsam (bekannt)</p> <p>4. Aufgabe: Wahlreaktion langsam (unbekannt)</p>	<p>Messung der einfachen Reaktionszeit sowie der Wahlreaktionszeit</p>	<p>Die Testperson sitzt vor einer Messapparatur, die auf einem Tisch steht. Hinter der Apparatur wird ein Bildschirm platziert. Die Messapparatur besteht aus einem quadratischen Holzbrett (50 x 45/50 cm) mit einer Kontakttaste vorne in der Mitte sowie zwei Kontaktschaltern rechts und links hinten, auf die jeweils ein Holzzylinder gestellt wird. In der Ausgangsposition liegt der Zeigefinger der Testperson immer auf der Kontakttaste. Das Tonsignal wird unabhängig davon ausgelöst.</p> <p>Die Testperson absolviert 4 verschiedene Aufgaben mit jeweils 25 Wiederholungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einfache Reaktionszeit: Die Testperson soll ihren Zeigefinger nach dem Tonsignal so schnell wie möglich von der Kontakttaste abheben. - Wahlreaktion schnell (bekannt): Zeigefinger nach dem Tonsignal so schnell wie möglich von der Kontakttaste abheben. Danach so schnell wie möglich das linke bzw. rechte runde Holzobjekt kurz anheben. Die Seite des zu ergreifenden Objekts wird vor dem Tonsignal auf dem Bildschirm angezeigt. - Wahlreaktion langsam (bekannt): Zeigefinger nach dem Tonsignal so schnell wie möglich von der Kontakttaste abheben. Nach geschätzten 2 Sekunden soll die Testperson das linke bzw. rechte runde Holzobjekt kurz anheben. Die Seite des zu ergreifenden Objekts wird vor dem Versuch auf dem Bildschirm angezeigt. - Wahlreaktion langsam (unbekannt): Zeigefinger nach dem Tonsignal so schnell wie möglich von der Kontakttaste abheben. Nach geschätzten 2 Sekunden soll die Testperson das linke bzw. rechte runde Holzobjekt kurz anheben. Die Seite des zu ergreifenden Objekts wird erst auf dem Bildschirm angezeigt, nachdem der Zeigefinger der Testperson die Kontakttaste verlassen hat.

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
Gleichgewichtstests (funktionelle und kognitive Leistungsfähigkeit)	Überprüfung der Gleichgewichtsfähigkeit	Bei den Gleichgewichtstests trugen die Testpersonen keine festen Schuhe. Die Zeiten maß der Testleiter mit einer Stoppuhr.
Tandemstand (linker Fuß vorne) Tandemstand (rechter Fuß vorne)	Statische Gleichgewichtsfähigkeit	<p>Die Testperson soll maximal 30 Sekunden in der Tandemposition stehen, d. h. die Füße werden in einer Linie hintereinander positioniert, wobei die Ferse des vorderen Fußes die Spitze des hinteren berührt. Ein Abstand von maximal 1 cm zwischen Ferse und Fußspitze wird toleriert, eine seitliche Abweichung sollte 2 cm nicht überschreiten. Die Testperson soll während der Testaufgabe auf einen an der Wand befestigten Markierungspunkt schauen. Die Aufgabe wird einmal mit dem linken und einmal mit dem rechten Fuß vorne ausgeführt.</p> <p>Der Test ist beendet, wenn die Testperson 30 Sekunden lang in der Testposition stehen bleibt oder die Testposition verlässt.</p>
Einbeinstand links (Augen geöffnet) Einbeinstand rechts (Augen geöffnet)	Statische Gleichgewichtsfähigkeit	<p>Die Testperson soll maximal 30 Sekunden auf einem Bein stehen. Die Hände werden in die Hüften gestemmt. Das Spielbein berührt das Standbein am Schienbein unterhalb des Knies. Die Testperson soll während der Testaufgabe auf einen an der Wand befestigten Markierungspunkt schauen. Die Testaufgabe wird einmal auf dem linken und einmal auf dem rechten Bein stehend ausgeführt.</p> <p>Die Testaufgabe ist beendet, wenn die Testperson 30 Sekunden lang in der Testposition stehen bleibt oder sobald der Fuß abgesetzt bzw. die Testposition verlassen wird.</p>
Einbeinstand links (Augen geschlossen) Einbeinstand rechts (Augen geschlossen)	Statische Gleichgewichtsfähigkeit bei erschwerter Aufgabenanforderung	<p>Die Testperson soll maximal 30 Sekunden auf einem Bein stehen. Die Hände werden in die Hüften gestemmt. Das Spielbein berührt das Standbein am Schienbein unterhalb des Knies. Die Testperson soll während der Testaufgabe die Augen schließen. Die Aufgabe wird einmal auf dem linken und einmal auf dem rechten Bein stehend ausgeführt.</p> <p>Die Testaufgabe ist beendet, wenn die Testperson 30 Sekunden lang in der Testposition stehen bleibt oder sobald der Fuß abgesetzt bzw. die Testposition verlassen wird.</p>

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
<p>Einbeinstand auf dem Stability Trainer (instabiler Untergrund, bevorzugtes Bein)</p>	<p>Statische Gleichgewichtsfähigkeit bei erschwerter Umgebungsbedingung</p>	<p>Die Testperson soll maximal 30 Sekunden auf einer instabilen Ebene auf einem Bein stehen. Als instabile Ebene wird ein blauer Stability Trainer von Thera-Band® genutzt. Die Hände werden in die Hüften gestemmt. Das Spielbein berührt das Standbein am Schienbein unterhalb des Knies. Die Testperson soll während der Testaufgabe auf einen an der Wand befestigten Markierungspunkt schauen. Die Testaufgabe wird auf dem bevorzugten Bein stehend ausgeführt.</p> <p>Die Testaufgabe ist beendet, wenn die Testperson 30 Sekunden lang in der Testposition stehen bleibt oder sobald der Fuß abgesetzt bzw. die Testposition verlassen wird.</p>
<p>Einbeinstand mit zusätzlicher kognitiver Aufgabe (FWT-2, bevorzugtes Bein)</p>	<p>Statische Gleichgewichtsfähigkeit mit erschwerter Aufgabenanforderung</p> <p>Fähigkeit zur Teilung der Aufmerksamkeit</p>	<p>Die Testperson soll auf einem Bein stehen. Die Testaufgabe wird mit dem bevorzugten Bein ausgeführt. Das Spielbein berührt das Standbein am Schienbein unterhalb des Knies. Im einbeinigen Stand soll die Testperson die Farbfelder der 2. Tafel des FWT so schnell wie möglich benennen. Der Testleiter misst dabei die zur Lösung der kognitiven Aufgabe benötigte Zeit und registriert, wie oft die Testperson das Spielbein absetzt oder mit der Hand an der Wand/dem Stuhl unterstützt. Die Testaufgabe ist beendet, wenn die Testperson die letzte Farbe auf der Farb-Wort-Tafel benannt hat.</p>
<p>Einbeinstand mit zusätzlicher kognitiver Aufgabe (FWT-3, bevorzugtes Bein)</p>	<p>Statische Gleichgewichtsfähigkeit mit erschwerter Aufgabenanforderung</p> <p>Fähigkeit zur Teilung der Aufmerksamkeit</p>	<p>Die Testperson soll auf einem Bein stehen. Die Testaufgabe wird mit dem bevorzugten Bein ausgeführt. Das Spielbein berührt das Standbein am Schienbein unterhalb des Knies. Im einbeinigen Stand soll die Testperson die 3. Tafel des FWT so schnell wie möglich bearbeiten. Der Testleiter misst dabei die zur Lösung der kognitiven Aufgabe benötigte Zeit und registriert, wie oft die Testperson das Spielbein absetzt oder mit der Hand an der Wand/dem Stuhl unterstützt. Die Testaufgabe ist beendet, wenn die Testperson die Farbe des letzten Wortes auf der Farb-Wort-Tafel genannt hat.</p>

Testverfahren	Ziel	Inhalt/Beschreibung
<p>Posturographie³⁹</p> <p>1. Aufgabe: ruhiger Stand (Augen geöffnet)</p> <p>2. Aufgabe: ruhiger Stand (Augen geschlossen)</p> <p>3. Aufgabe: ruhiger Stand mit kognitiver Zusatzaufgabe (FWT-2)</p> <p>4. Aufgabe: ruhiger Stand mit kognitiver Zusatzaufgabe (FWT-3)</p>	<p>Statische Gleichgewichtsfähigkeit</p>	<p>Die Testperson steht ruhig und mit beiden Füßen gleichmäßig auf der Kraftmessplatte. Die Hände werden an die Hüfte gelegt.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Testperson soll während der Testaufgabe auf einen an der Wand befestigten Markierungspunkt schauen und für 30 Sekunden so ruhig wie möglich stehen bleiben. - Die Testperson schließt die Augen und soll für 30 Sekunden so ruhig wie möglich stehen bleiben. - Die Testperson soll die Farbfelder der 2. Tafel des FWT so schnell wie möglich benennen und dabei ruhig stehen bleiben. - Die Testperson soll die 3. Tafel des FWT so schnell wie möglich bearbeiten und dabei ruhig stehen bleiben.
<p>Posturographie</p> <p>5. Aufgabe: von einem Stuhl aufstehen (normal)</p> <p>6. Aufgabe: von einem Stuhl aufstehen (schnell)</p>	<p>Dynamische Gleichgewichtsfähigkeit</p>	<p>Die Testperson sitzt auf einem Stuhl, dessen Sitzfläche auf Kniehöhe eingestellt ist. Der Stuhl hat keine Armlehnen, jedoch eine Rückenlehne, um den Rumpf der Testperson in eine vertikale Position zu bringen. Die Testperson kreuzt die Arme vor der Brust und stellt die Füße flach auf die entsprechenden Markierungen auf der Kraftmessplatte. Ober- und Unterschenkel der Testperson bilden einen rechten Winkel. Die Testperson wird aufgefordert, von dem Stuhl aufzustehen und den aufrechten Stand für 30 Sekunden zu halten.</p> <p>5. Aufgabe: Die Testperson soll in normalem Tempo aufstehen.</p> <p>6. Aufgabe: Die Testperson soll so schnell wie möglich aufstehen.</p>

³⁹ Kraftmessplatte: Bei Tests auf einer Kraftmessplatte werden Bodenreaktionskräfte unter verschiedenen Bedingungen erfasst. So lassen sich Veränderungen des KSP bzw. seiner vertikalen Projektion auf den Boden (Center of Gravity, COG) und Veränderungen des Druckmittelpunkts auf der Unterstü-
tzungsfläche (Center of Pressure, COP) dokumentieren. Die vertikale Projektion des KSP über der Unterstü-
tzungsfläche zu halten ist gleichbedeutend mit der Gleichgewichtsfähigkeit. Somit ermöglichen Messverfahren auf Kraftmessplatten die Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit einer Person unter verschiedenen Bedingungen.

Die Testmaterialien stellte größtenteils das Sportwissenschaftliche Institut der Universität Gießen zur Verfügung.

Die Tests wurden in den Räumlichkeiten der jeweiligen Seniorenwohnanlage von geschulten Mitarbeitern des Dissertationsprojekts durchgeführt. Dadurch war eine barrierefreie Erreichbarkeit des Testortes garantiert. Um Störungen während der Tests zu vermeiden, wurden die Testtermine vorzeitig angekündigt und Personen wie Hausmeister, Clubleitung, Putzfrau etc. im Vorfeld informiert. Zudem kennzeichnete ein „Bitte nicht stören“-Schild die Tür des entsprechenden Testraums. Die Tests wurden zu jedem Messzeitpunkt in der gleichen Reihenfolge durchgeführt.

5.3 Trainingsinterventionen und -durchführung

Alle Trainingsgruppen des Projektes „Sturzprävention im Alter“ trainierten über 12 Monate. Bei der Konzeption der Interventionsinhalte wurde ein geringer materieller, räumlicher und trainingsmethodischer Aufwand angestrebt, um eine nachhaltige Anwendung in entsprechenden Institutionen (z. B. Seniorenheime, Begegnungsstätten, Kirchengemeinden, etc.) zu gewährleisten.

Das Training fand zweimal pro Woche in den Räumlichkeiten der kooperierenden Seniorenwohnanlagen statt. In der Regel waren dies größere Räume oder Säle, in denen auch andere Veranstaltungen wie Seniorenklubs, Feiern oder sonstige Freizeitangebote durchgeführt werden. Eine gute Erreichbarkeit der Trainingsstätte war somit garantiert. Die Trainingseinheiten dauerten für die Einzelinterventionsgruppen jeweils 60 Minuten, die Kombinationsgruppe trainierte aufgrund des größeren Übungsumfangs jeweils 80 Minuten.

5.3.1 Aufbau der Trainingseinheiten

Die Trainingseinheiten der verschiedenen Interventionen wurden einheitlich strukturiert. Jede Einheit bestand aus einer kurzen Aufwärmphase, einem Hauptteil, der die Trainingsschwerpunkte beinhaltete, sowie einem Cool-down bzw. Stundenausklang. Die Trainingseinheiten der einzelnen Interventionen waren wie folgt aufgebaut:

Motorisches Training (60 Minuten):

Allgemeines Aufwärmen: circa 5 bis 10 Minuten

Gleichgewichtstraining: circa 15 bis 20 Minuten

Krafttraining: circa 25 bis 30 Minuten

Cool-down: circa 5 Minuten

Bewegtes Kognitionstraining (60 Minuten):

Allgemeines Aufwärmen: circa 5 bis 10 Minuten

Bewegtes Kognitionstraining: circa 40 bis 45 Minuten

Ausklang: circa 5 bis 10 Minuten

Kombiniertes Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining (80 Minuten):

Allgemeines Aufwärmen: circa 5 bis 10 Minuten

Gleichgewichtstraining: circa 10 bis 15 Minuten

Krafttraining: circa 30 bis 35 Minuten

Bewegtes Kognitionstraining: circa 20 bis 25 Minuten

Cool-down: circa 5 Minuten

5.3.2 Trainingsdurchführung

Die Durchführung der Trainingsinterventionen erfolgte als Gruppentraining und wurde von geschulten Projektmitarbeitern übernommen, die bereits über Erfahrungen in der Anleitung von Gruppen verfügten.

Pro Gruppe nahmen 12 bis maximal 20 Senioren an dem Training teil. Die Trainingseinheiten fanden entweder am Vormittag zwischen 09:00 Uhr und 11:00 Uhr oder am Nachmittag in der Zeit von 13:30 Uhr bis 15:30 Uhr statt. Zwischen den Trainingstagen lag mindestens ein Tag Pause.

Die Trainingsgeräte wurden zum größten Teil von der Firma Ludwig Artzt zur Verfügung gestellt. Dazu zählten Thera-Übungsbänder, Stability Trainer⁴⁰, Matten, Gewichtsbälle und Gewichtsmanschetten, FlexBars⁴¹, Pezzibälle und Handexerciser. Weitere Materialien wie beispielsweise Softbälle, Bohnensäckchen etc. steuerte das Sportwissenschaftliche Institut der Universität Gießen bei.

Die Interventionen wurden unter Berücksichtigung der üblichen Trainingsprinzipien sowie der methodischen Grundsätze für Sportgruppen mit Älteren gestaltet. Diesbezüglich wird hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet und auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen, z. B. Weineck (2009), Kirchner, Rohm & Wittemann (1998) und Jones & Rose (2005).

40 Der Stability Trainer ist ein Trainingsgerät von Thera-Band®. Er besitzt eine instabile Oberfläche und besteht aus Schaum. Der Stability Trainer wird zum Training von Gleichgewicht, posturaler Stabilität, Propriozeption und Koordination eingesetzt.

41 Der flexible Übungsstab FlexBar ist ein Trainingsgerät von Thera-Band®.

5.3.3 Trainingsinhalte

Im Folgenden werden die wesentlichen Inhalte der Trainingsinterventionen beschrieben. Eine detaillierte Darstellung der Trainingsinhalte sowie Beispiele für typische Trainingsstunden der jeweiligen Intervention sind im Anhang E finden.

5.3.3.1 Allgemeines Aufwärmen

Das Aufwärmen bestand aus einfachen Übungen mit geringer Intensität und diente zur Aktivierung der Durchblutung und Mobilisation der Gelenke. Inhaltlich wurden in der Aufwärmphase Laufübungen mit verschiedenen Gehvarianten, rhythmische Bewegungen zu Musik zur Lockerung der Muskeln und Gelenke oder kleine Spiele durchgeführt.

5.3.3.2 Motorisches Training

Das motorische Training beinhaltete sowohl Gleichgewichts- als auch Kräftigungsübungen. Die Gleichgewichtsübungen schlossen immer direkt an die Aufwärmphase an und dienten gleichzeitig der weiteren Erwärmung der Teilnehmer. Das Gleichgewichtstraining stand aus physiologischen Gründen am Anfang der Übungsstunde, um Ermüdungseffekte bei der Durchführung auszuschließen und eine möglichst hohe neuronale Ansteuerung zu erreichen. Es beinhaltete Übungen, die alle Formen der Gleichgewichtsregulation ansprechen:

- ⇒ reaktiv (auf nicht vorhersehbare Irritationen, z. B. ein Stoß von hinten),
- ⇒ proaktiv (auf vorhersehbare Irritationen, z. B. sichtbares Glatteis, Stoß von vorne)
- ⇒ kontinuierlich (ständiges Ausbalancieren des Gleichgewichts, Kontrolle des zyklischen Bewegungsablaufs, z. B. beim Gehen (dynamisch) oder im Einbeinstand (statisch))



Abbildung 11-1 bis 11-3: Beispiele für Gleichgewichtsübungen

Neben einfachen Übungen wie etwa dem Tandemstand, Tandemgang, Einbeinstand, Balancieren etc. wurden auch komplexere Übungen mit veränderten Aufgaben- und Umweltbedingungen durchgeführt, um die verschiedenen Systeme, die an der Gleichgewichtskontrolle beteiligt sind, ebenfalls zu trainieren. Das somatosensorische System wurde beispielsweise durch Übungen auf dem Stability Trainer (instabiler Untergrund) gefordert. Um die Gleichgewichtsfähigkeit unter reduzierten visuellen Bedingungen zu schulen, wurden Gleichgewichtsübungen mit geschlossenen Augen durchgeführt. Übungen wie „Reaches“⁴² dienen wiederum der Erfahrung und Erweiterung der eigenen Stabilitätsgrenzen.

Pro Übung wurden je 2 bis 3 Serien mit einer Belastungsdauer von je 20 bis 30 Sekunden absolviert. Zwischen den Übungen lag jeweils eine Pause von 30 bis 60 Sekunden, in der Auslockerungsbewegungen, kurzes Stretching oder Atemübungen erfolgten.



Abbildung 12-1 und 12-2: Beispiele für Kräftigungsübungen

Das anschließende Krafttraining umfasste durchschnittlich 6 bis 9 verschiedene Übungen, die sowohl mit dem eigenen Körpergewicht als auch mit Kleingeräten (Therapiebändern, Gewichtsbällen, Gewichtsmanschetten und Kurzhanteln) durchgeführt werden konnten. Um den Körper bei einem Sturz vor den von außen einwirkenden Kräften zu schützen und degenerativen Prozessen im neuromuskulären System entgegenzuwirken, wurde insbesondere die Kräftigung der Bein- und hüftumgebenden Muskulatur sowie der Arm- und Schultergürtelmuskulatur angestrebt. Zu dem Übungs-

42 Bei „Reaches“ muss der Teilnehmer versuchen, einen Gegenstand zu ergreifen, ohne seine Standposition zu verändern.

pool zählten beispielsweise Kniebeugen, Ausfallschritte, Bizeps-Curls, Trizepsdrücken, Front- und Seitheben, Hüftextension, Beinabduktion und -adduktion, Wandrücken etc.

Für jede Übung wurden 2 Sätze angesetzt. Ein Satz enthielt je nach Schwierigkeitsgrad 10 bis 15 Wiederholungen. Zwischen den Sätzen lag eine Pause von 30 bis 60 Sekunden. Die Steuerung der Belastungsintensität erfolgte progressiv über die Veränderung der Wiederholungszahl und die Erhöhung der Widerstände (Thera-Übungsband doppelt nehmen, Verwendung von Gewichtsmanschetten oder Gewichtsbällen).

5.3.3.3 Bewegtes Kognitionstraining

Das bewegte Kognitionstraining beinhaltete verschiedene Bewegungsaufgaben und -spiele, bei denen die Teilnehmer mehreren Anforderungen gleichzeitig gerecht werden, also Doppel- bzw. Multitasking-Aufgaben lösen mussten. Dazu zählten Übungen die kognitive Funktionen wie Merkfähigkeit, Informationsverarbeitung oder Aufmerksamkeit in Verbindung mit Bewegung schulen. Hier sind beispielsweise verschiedene Gehvarianten mit Zusatzaufgaben (z. B. Merkaufgaben, Hand-Auge-Koordination oder die Einschätzung von Zeit und Gehgeschwindigkeit), Reaktionsaufgaben oder das Bewegungs-Memory zu nennen.



Abbildung 13-1 und 13-2: Beispiele für bewegtes Kognitionstraining

Außerdem wurden Alltagssituationen, die ein hohes Sturzrisiko bergen, nachgestellt, um die zur erfolgreichen Bewältigung dieser Situationen benötigten Gleichgewichts-, Koordinations- und Ganganforderungen zu trainieren. Dazu dienen etwa Hindernis-Parcours, bei denen Bodenunebenheiten ausgeglichen und verschiedene Hindernisse

überstiegen werden mussten. Ebenso wurden Aufgaben wie das Aufstehen von einem Stuhl oder vom Boden, das Tragen von Gegenständen während der Fortbewegung oder Bewegungsaufgaben auf engem, unübersichtlichem Raum in das Training integriert.

Die Trainingsinhalte für das bewegte Kognitionstraining konnten für jede Einheit aus einem umfangreichen Übungspool ausgewählt werden (Anhang E). Die Komplexität und Schwierigkeit der Übungen wurde progressiv gesteigert.

5.3.3.4 Cool-down/Stundenausklang

Zum Abschluss der Stunde wurden in der Regel Dehn- oder Entspannungsübungen wie progressive Muskelrelaxation, Fantasiereisen, Atemübungen oder Stretching durchgeführt. Auch Übungen zur Körperwahrnehmung kamen zum Einsatz.

5.4 Statistische Auswerteverfahren

Der folgende Abschnitt befasst sich mit der Erläuterung der statistischen Auswerteverfahren, die zur Beschreibung der Stichprobe und Beantwortung der Fragestellungen angewendet werden.

Zur Darstellung der Stichprobencharakteristika wurden im Rahmen der deskriptiven Statistik Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet und in Form von Tabellen beschrieben. Um Gruppenunterschiede hinsichtlich der soziodemografischen, anthropometrischen und physiologisch-medizinischen Parameter zu überprüfen, kamen sowohl der Chi²-Test nach Pearson als auch einfaktorielle Varianzanalysen zur Anwendung.

Um die zentrale Fragestellung beantworten zu können und die Forschungshypothesen zu verifizieren verläuft die statistische Auswertung in Teilschritten.

Im ersten Schritt erfolgt die Überprüfung der Stabilität bzw. Veränderung der Sturzrisikofaktoren auf Einzelitem-Ebene über die vier Messzeitpunkte. Hierfür werden zunächst Varianzanalysen mit Messwiederholung und der unabhängigen Variable „Gruppe“ sowie den Kovariaten „Alter“, „Geschlecht“ und „RF Körperkomposition⁴³“ berechnet. Die Sphärizität wird mit dem Mauchly-Test überprüft. Ist diese nicht gegeben, greift die Korrektur nach Greenhouse-Geisser.

43 Risikofaktor Körperkomposition: Variable die aus dem BMI und WHR gebildet wurde. Zutreffend wenn, BMI > 25 und WHR auffällig (Männer > 1,0; Frauen > 0,85).

Im zweiten Schritt werden Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen zu den einzelnen Messzeitpunkten kontrolliert. Hierfür werden zusätzlich einfaktorielle Varianzanalysen mit der unabhängigen Variable „Gruppe“ berechnet. Bei signifikanten Ergebnissen wird der Post-hoc-Test nach Tukey (Levene-Test $p > .05$) bzw. Tamhane (Levene-Test $p < .05$) durchgeführt, um zu überprüfen, zwischen welchen Interventionsgruppen die Unterschiede bestehen.

Den Verlauf der Sturzhäufigkeit über den Messzeitraum wird ebenfalls mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung und den Kovariaten „Gruppe“ und „Alter“ berechnet. In einem weiteren Schritt erfolgt die Sturzanalyse. Gemäß der Empfehlung in der Literatur zur Analyse von Sturzdaten, werden zunächst jeweils die absoluten Häufigkeiten der Stürze pro Gruppe und die absoluten Häufigkeiten der gestürzten Personen pro Gruppe angegeben. Darüber hinaus wird eine negativ binomiale Regression durchgeführt, um die Sturzrate und das Inzidenzichtenverhältnis zu ermitteln (Byers, Allore, Gill, & Peduzzi, 2003; Robertson, Campbell & Herbison, 2005).

Das Signifikanzniveau wird wie folgt festgesetzt:

$p < .10$ (tendenziell signifikant)

$p < .05$ (signifikant)

$p < .01$ (hochsignifikant)

Die Auswertung des Datenmaterials wird mit dem Softwareprogramm „Statistical Package for the Social Science“ (SPSS 19.0) für Windows durchgeführt.

Zur detaillierten Beschreibung der einzelnen Auswerteverfahren sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (u. a. Bortz & Schuster, 2010; Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2008).

6 Ergebnisse und Diskussion der Sturzrisikofaktoren

Dieses Kapitel beschreibt die Veränderungen, die sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Intervention bei den operationalisierten Sturzrisikofaktoren über die vier Messzeitpunkte ergaben. Analog zu den Prädiktorblöcken wurden die einzelnen Sturzrisikofaktoren dazu in Unterkapitel gegliedert (Abb. 14). Auf eine Ergebnisbeschreibung zu dem Block „Gesundheit/Krankheit“ wird an dieser Stelle verzichtet, da die Interventionen nicht auf diese Parameter ausgerichtet wurden und anhand der operationalisierten Variablen auch keine aussagekräftige Darstellung im Hinblick auf den Gesundheitszustand der Teilnehmer erfolgen kann. Zudem beinhaltet bereits Kapitel 5.2 einen Überblick über relevante Faktoren wie Übergewicht und Medikamenteneinnahme in der Stichprobe.

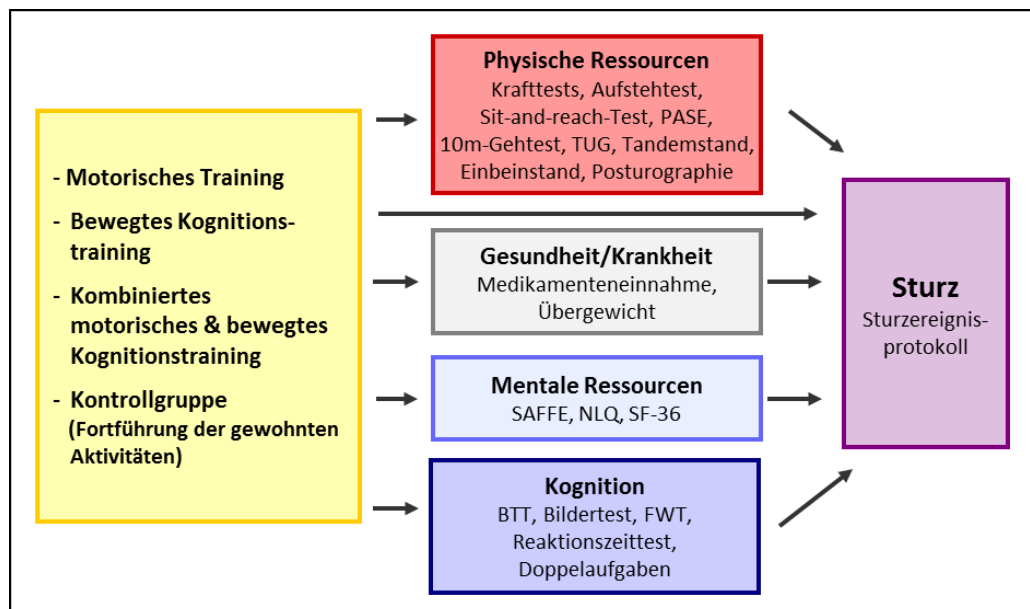


Abbildung 14: Überblick der Ergebnisdarstellung der einzelnen Sturzrisikofaktoren

Zu jedem Einzelitem werden zuerst die Ergebnisse der Varianzanalysen mit Messwiederholung und der unabhängigen Variable „Gruppe“ sowie den Kovariaten „Alter“, „Geschlecht“ und „RF Körperkomposition“ erläutert. Dann erfolgt die Darstellung der einfaktoriellen Varianzanalyse mit der abhängigen Variable „Messzeitpunkt“ und der unabhängigen Variable „Gruppe“. Die Zwischensubjekteffekte hinsichtlich des Alters, des Geschlechts, des RF Körperkomposition und der Gruppe werden im Anschluss beschrieben. Dabei finden nur die statistisch signifikanten Ergebnisse bzw. Tendenzen Berücksichtigung. Jeweils im Anschluss an die blockweise Ergebnisdarstellung werden diese vor dem Hintergrund der theoretischen Grundlagen der vorliegenden Arbeit diskutiert. Eine tabellarische Gesamtübersicht der deskriptiven und interferenzstatistischen Ergebnisse zu den einzelnen Sturzrisikofaktoren bietet darüber hinaus Anhang B.

6.1 Ergebnisse zum Block physische Ressourcen

In diesem Abschnitt wird die körperliche Aktivität der Studienteilnehmer anhand des PASE erläutert. Anschließend folgen die Ergebnisse der Krafttests, der funktionellen Alltagstests (10-Meter-Gehtest und Timed-get-up-and-go-Test mit jeweils unterschiedlicher Ausführungsgeschwindigkeit) sowie der einfachen Gleichgewichtstests (Einbeinstand unter verschiedenen Bedingungen und Tandemstand) und der Posturographie. Der Aufstehtest dient in der Forschung üblicherweise als Test zur Überprüfung der funktionellen Leistungsfähigkeit. Da dieser Test vorrangig die Kraftausdauer der unteren Extremitäten überprüft, welche den motorischen Fähigkeiten zuzuordnen ist, werden die Ergebnisse des Aufstehtests hier bereits im Kapitel über die Krafttests beschrieben und diskutiert. Die Auswertung der Beweglichkeitstests wird aufgrund der geringen Priorität in Bezug auf die Sturzproblematik vernachlässigt.

6.1.1 PASE

Die Beurteilung der Bewegungsaktivitäten der Teilnehmer erfolgt über die Darstellung des Gesamtscores des PASE. Dieser repräsentiert alle Tätigkeiten (sitzende Tätigkeiten, Wege zu Fuß, andere Aktivitäten unterschiedlicher Intensität sowie Hausarbeit), die eine Person innerhalb einer Woche ausübt.

Der Gesamtscore entwickelte sich bei allen Gruppen über die vier Messzeitpunkte variabel (Abb. 15). Statistisch bedeutsam wurde diese Entwicklung jedoch nicht ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(9, 240) = 1.29, p > .10, \eta^2 = .046$). Die Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigte einen hochsignifikanten Haupteffekt für den Messzeitpunkt ($F_{\text{MZP}}(3, 240) = 5.08, p = .002, \eta^2 = .06$) sowie einen Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(3, 240) = 3.98, p = .009, \eta^2 = .047$).

Zur Baseline unterschieden sich die Gruppen hinsichtlich ihrer Bewegungsaktivitäten signifikant voneinander ($F(3, 86) = 2.85, p = .042$). Im Verlauf der Studie hoben sich diese Unterschiede jedoch wieder auf.

Im Post-hoc-Test zeigten sich die Unterschiede zum ersten Messzeitpunkt zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .024$). Außerdem war zum zweiten Messzeitpunkt ein tendenzieller Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zu erkennen ($p = .082$), wenngleich die Varianzanalyse zu diesem Messzeitpunkt keine Gruppenunterschiede nachwies.

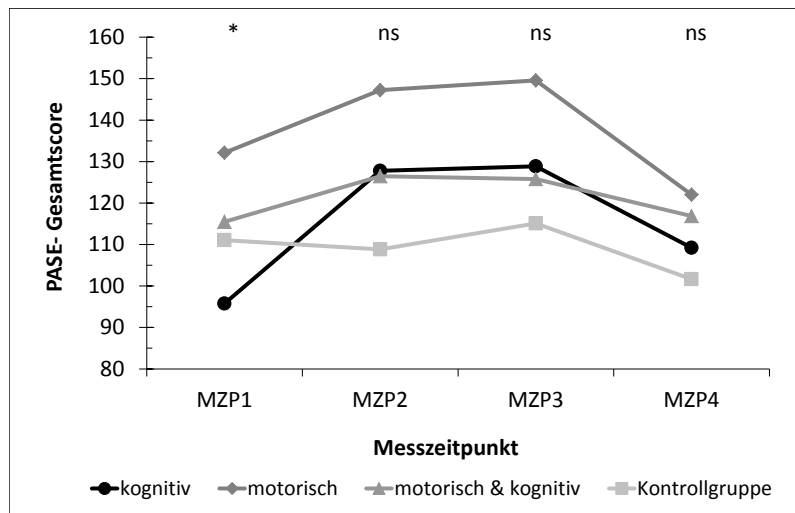


Abbildung 15: PASE-Gesamtscore in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe (* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Einen hochsignifikanten Unterschied ergab der Test der Zwischensubjekteffekte für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 17.99$, $p = .000$, $\eta^2 = .184$). Die Teilnehmer haben mit zunehmendem Alter einen geringeren Bewegungsaktivitätslevel.

6.1.2 Krafttests

6.1.2.1 Aufstehtest

Aus Abbildung 16 wird ersichtlich, dass sich die drei Experimentalgruppen im Aufstehtest über die vier Messzeitpunkte verbesserten (Mot.: 37 %, Kog.: 32,2 %, Kombi.: 28,3 %). Die Leistungen der Kontrollgruppe blieben hingegen weitestgehend konstant ($F_{\text{MZIP} \times \text{Gruppe}}(8.2, 218) = 3.64$, $p = .000$, $\eta^2 = .120$).

In der Varianzanalyse mit Messwiederholung ergaben sich ab dem zweiten Messzeitpunkt Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen ($F(3, 86) = 4.59$, $p = .005$), welche zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant wurden ($F(3, 86) = 8.01$, $p = .000$).

Die Mehrfachvergleiche nach Tukey bestätigten einen signifikanten Unterschied zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .021$) sowie einen hochsignifikanten Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .07$) zum zweiten Messzeitpunkt. Ab dem dritten Messzeitpunkt nach 8 Monaten Training zeigte sich zusätzlich ein Gruppenunterschied zwischen der Kombinationsgruppe und der Kontrollgruppe (MZIP 3: $p = .035$; MZIP 4: $p = .026$), wohingegen der Unterschied zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe zunächst wieder verloren ging und zum vierten Messzeitpunkt wiederum signifikant wurde.

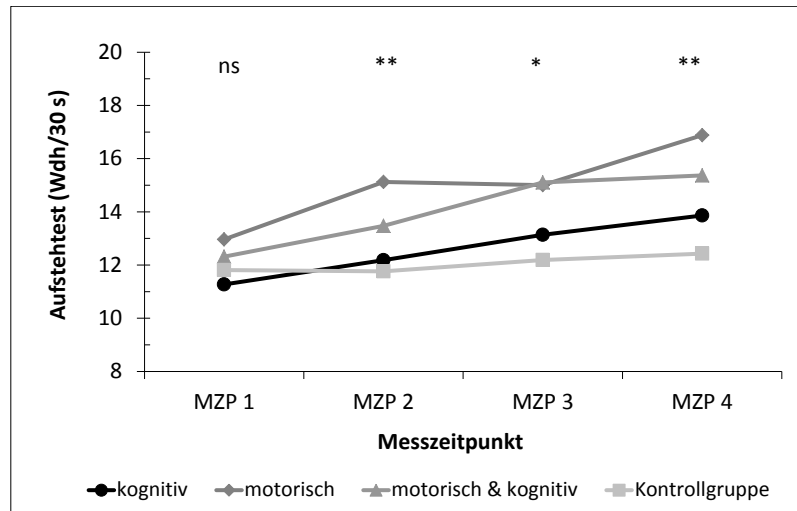


Abbildung 16: Aufstehetest in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe (* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hinsichtlich der Zwischensubjekteffekte waren signifikante Unterschiede bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 20.3, p = .000, \eta^2 = .203$), nicht aber für das Geschlecht sowie den RF Körperkomposition erkennbar. Die Teilnehmer erzielten mit zunehmendem Alter eine geringere Wiederholungszahl im Aufstehetest.

6.1.2.2 Bizeps-Curls

Bei den Bizeps-Curls verbesserten sich die drei Experimentalgruppen ebenfalls über die vier Messzeitpunkte (Mot.: 29,3 %, Kog.: 9,3 %, Kombi.: 33,1 %). Die Leistungen der Kontrollgruppe verschlechterten sich hingegen ($F_{\text{MZIP} \times \text{Gruppe}}(5.8, 154) = 12.5, p = .000, \eta^2 = .320$).

Hochsignifikante Gruppenunterschiede zeigten sich sowohl zum dritten ($F(3, 86) = 5.85, p = .001$) als auch zum vierten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 10.01, p = .000$).

Im Post-hoc-Test nach Tukey ließen sich diese Unterschiede ab dem dritten Messzeitpunkt zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .015$), der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .003$) als auch zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe ($p = .049$) nachweisen. Zum vierten Messzeitpunkt wurden diese Gruppenunterschiede jeweils hochsignifikant.

Hochsignifikante Zwischensubjekteffekte ergaben sich für das Geschlecht ($F_{\text{Geschlecht}}(1, 80) = 96.5, p = .000, \eta^2 = .547$) und Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 27.0, p = .000, \eta^2 = .253$). Signifikant waren die Unterschiede für den RF Körperkomposition ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 80) = 5.62, p = .02, \eta^2 = .066$). Die Teilnehmer konnten mit zunehmendem Alter weniger Gewicht bei den Bizeps-Curls bewältigen. Ebenso wie Frauen und diejenigen, welche den RF Körperkomposition aufwiesen.

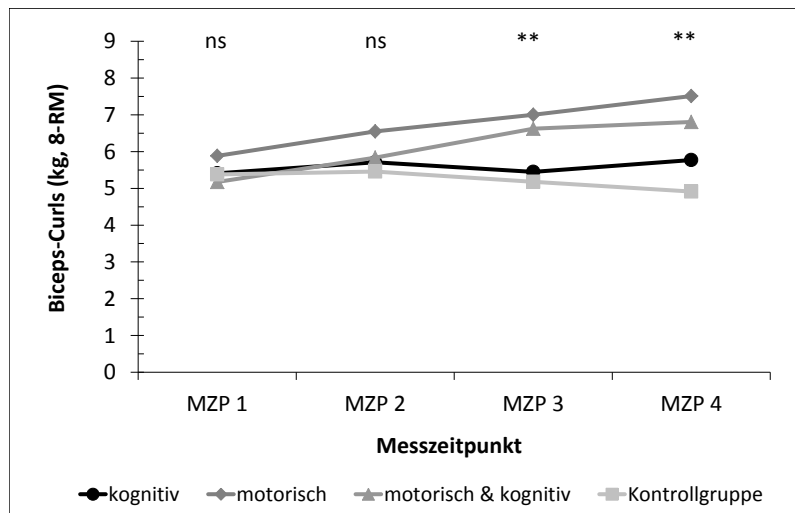


Abbildung 17: Bizeps-Curls in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

6.1.2.3 Frontheben

Im Frontheben entwickelten sich die Leistungen der Gruppen im Verlauf der Untersuchung unterschiedlich ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(6.2, 166) = 9.37, p = .000, \eta^2 = .260$). Während sich die Experimentalgruppen verbessern konnten (Mot.: 33,5 %, Kog.: 17,2 %, Kombi.: 36,2 %), verschlechterten sich die Leistungen der Kontrollgruppe über die Zeit.

In der Varianzanalyse zeigte sich zum zweiten Messzeitpunkt ein Gruppenunterschied ($F(3, 86) = 3.87, p = .012$), der zum dritten ($F(3, 86) = 6.19, p = .001$) und vierten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 8.93, p = .000$) hochsignifikant wurde.

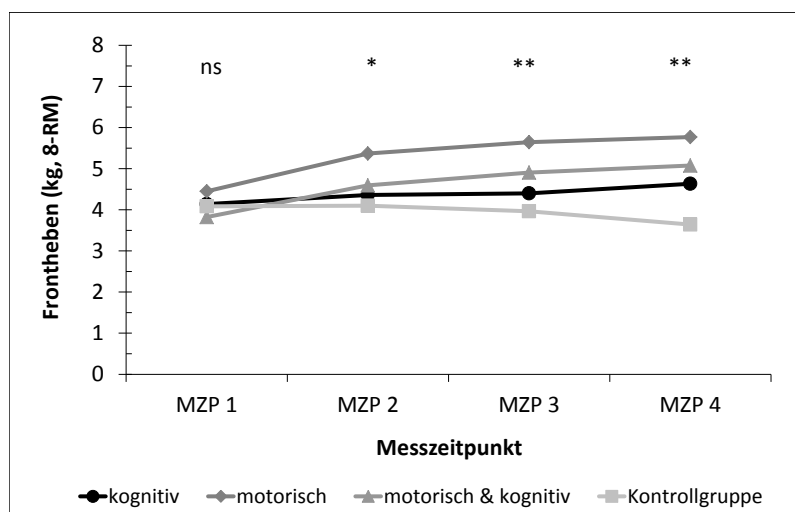


Abbildung 18: Frontheben in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Mehrfachvergleiche bestätigten zum zweiten Messzeitpunkt einen tendenziellen Unterschied zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .059$) und einen signifikanten zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .011$). Bis zum vierten

Messzeitpunkt wurden die Differenzen zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe signifikant (MZP 3: $p = .016$; MZP 4: $p = .037$) und die zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe hochsignifikant (MZP 3: $p = .001$; MZP 4: $p = .000$). Nach 12 Monaten Training wurde zusätzlich ein Gruppenunterschied zwischen der Kombinationsgruppe und der Kontrollgruppe ersichtlich ($p = .01$).

Der Test der Zwischensubjekteffekte wies darüber hinaus hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 16.16$, $p = .000$, $\eta^2 = .168$) und Geschlechts ($F_{\text{Geschlecht}}(1, 80) = 86.6$, $p = .000$, $\eta^2 = .520$) sowie einen signifikanten Unterschied hinsichtlich des RF Körperkomposition ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 80) = 4.92$, $p = .029$, $\eta^2 = .058$) aus. Dies bedeutet, dass Frauen, die Älteren und diejenigen, die zu Übergewicht neigen, geringere Leistungen im Frontheben erbrachten

6.1.2.4 Kreuzheben

Wie aus Abbildung 19 ersichtlich wird, verbesserten sich die drei Experimentalgruppen im Kreuzheben über die vier Messzeitpunkte (Mot.: 59,2 %, Kog.: 18,1 %, Kombi.: 57,4 %). Die Leistungen der Kontrollgruppe verringerten sich hingegen innerhalb der 12 Monate ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(6.6, 177) = 15.3$, $p = .000$, $\eta^2 = .365$).

Leistungsunterschiede im Kreuzheben zeigten sich ab dem zweiten Messzeitpunkt zwischen den Gruppen ($F(3, 86) = 2.93$, $p = .038$) und wurden zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant ($F(3, 86) = 8.67$, $p = .001$).

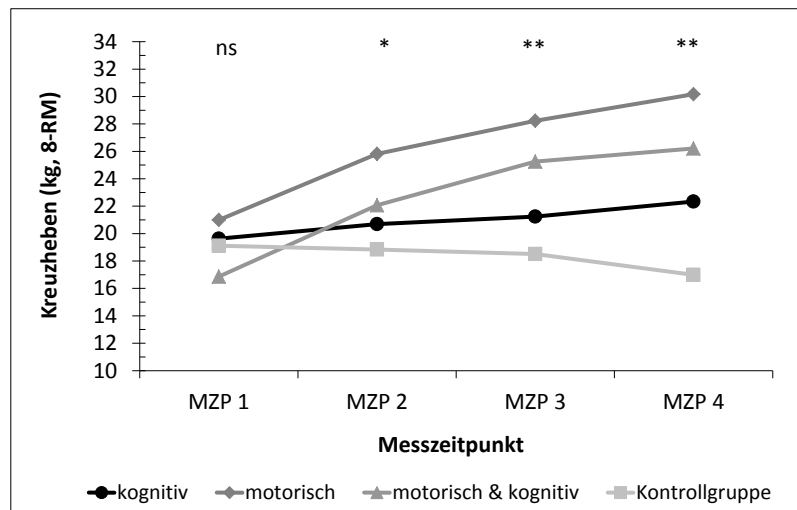


Abbildung 19: Kreuzheben in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Post-hoc-Test bestätigte signifikante Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe nach 4, 8 und 12 Monaten Training (MZP 2: $p = .03$, MZP 3: $p = .002$, MZP 4: $p = .000$). Ab dem dritten Messzeitpunkt ließen sich außerdem Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe nachweisen (MZP 3: $p = .038$, MZP 4:

$p = .021$). Zum vierten Messzeitpunkt wurden zusätzlich Unterschiede zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe statistisch bedeutsam ($p = .010$).

Hinsichtlich der Zwischensubjekteffekte waren signifikante Unterschiede bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 14.6$, $p = .000$, $\eta^2 = .154$) sowie des Geschlechts ($F_{\text{Geschlecht}}(1, 80) = 31.0$, $p = .000$, $\eta^2 = .279$) erkennbar, nicht aber für den RF Körperkomposition. Frauen und die älteren Teilnehmer konnten im Kreuzheben weniger Gewicht bewältigen.

6.1.2.5 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Krafttests

Nachlassende Muskelkraft wird in der Literatur als wichtiger, trainierbarer Sturzrisikofaktor benannt (Liu-Ambrose et al., 2004; Lord et al., 2007). Dies bestätigt auch die vorliegende Untersuchung, denn erwartungsgemäß profitierten die Teilnehmer der Motorik- und der Kombinationsgruppe – insbesondere in den reinen Krafttests – im Hinblick auf ihre Kraftfähigkeiten am stärksten von der Intervention. In den Krafttests lag die Leistungssteigerung der Motorikgruppe bei 29,3 bis 59,2 % und die der Kombinationsgruppe bei 28,3 bis 57,4 %. Bei der Kognitionsgruppe ließ sich eine geringe bis mittlere Leistungssteigerung über die 12 Monate nachweisen (9,3 bis 32,2 %). Die Teilnehmer der Kontrollgruppe konnten im Aufstehtest ihre Leistungen minimal verbessern (7,5 %). Bei den Tests mit Zusatzgewichten (Bizeps-Curls, Frontheben und Kreuzheben) zeigten sich hingegen Leistungseinbußen von -4,7 bis -11,2 %. In Tabelle 10 sind die prozentualen Veränderungen in den Krafttests über die vier Messzeitpunkte dargestellt.

Diese differierende Leistungsentwicklung der Untersuchungsgruppen wurde für alle vier Krafttests hochsignifikant. Der Haupteffekt „Messzeitpunkt“ sowie die Kovariaten „Alter“, „Geschlecht“ und „RF Körperkomposition“ blieben dagegen statistisch unbedeutsam.

Hinsichtlich des Aufstehtests fällt auf, dass die Kognitionsgruppe bei dieser Testaufgabe deutliche Leistungssteigerungen vorweisen konnte. Dies könnte darin begründet sein, dass die alltagsrelevante Bewegung „Aufstehen und Hinsetzen“ in der Kognitionsgruppe die Grundlage für einige bewegte Kognitionsaufgaben in der Interventionsphase darstellte. Bei den drei anderen motorischen Tests fielen die Leistungszuwächse der Kognitionsgruppe geringer aus, denn mit Zusatzgewichten wurde in dieser Gruppe nicht gearbeitet. Auch die Kontrollgruppe zeigte Leistungssteigerungen im Aufstehtest – wenn auch nur geringe. Der Grund hierfür könnte in der Testaufgabe selbst liegen, denn der Aufstehtest beinhaltet alltagsübliche Bewegungsmuster, die jeder Senior mehrmals täglich ausführt. Außerdem kann ein gewisser Lerneffekt bei dieser Testaufgabe nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 10: Prozentuale Veränderungen in den Krafttests von MZP 1 zu MZP 4

	Trainingsgruppe			
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21
Aufstehtest				
MZP 1 zu MZP 2	20.9 %	14.1 %	12.8 %	3.0 %
MZP 1 zu MZP 3	19.1 %	27.8 %	26.3 %	4.9 %
MZP 1 zu MZP 4	37.0 %	32.2 %	28.3 %	7.5 %
Bizeps-Curls				
MZP 1 zu MZP 2	11.9 %	9.4 %	13.8 %	3.5 %
MZP 1 zu MZP 3	19.5 %	5.7 %	29.9 %	-0.1 %
MZP 1 zu MZP 4	29.3 %	9.3 %	33.1 %	-4.7 %
Frontheben				
MZP 1 zu MZP 2	23.5 %	9.3 %	22.9 %	4.0 %
MZP 1 zu MZP 3	30.6 %	12.9 %	32.2 %	1.1 %
MZP 1 zu MZP 4	33.5 %	17,2 %	36.2 %	-7.0 %
Kreuzheben				
MZP 1 zu MZP 2	35.5 %	9,4 %	33.6 %	-1.4 %
MZP 1 zu MZP 3	47.9 %	13,5 %	53.0 %	-5.1 %
MZP 1 zu MZP 4	59.2 %	18,1 %	57.4 %	-11.2 %

Durchweg lassen sich die Leistungssteigerungen der Experimentalgruppen im Aufstehtest auch durch ein relativ geringes Ausgangsniveau erklären (Frontera et al., 1988; Lexell, 2000). So erreichte nur die Motorikgruppe zur Baseline den Normwert von 12,9 Wiederholungen⁴⁴ (Kog.: 11,27, Kombi.: 12,32, KG: 11,81). Bis zum vierten Messzeitpunkt konnten die Experimentalgruppen ihre Leistung auf 13,8 bis 16,8 Wiederholungen steigern und lagen somit über dem Wert, den Senioren im Alter von 70 bis 79 Jahren durchschnittlich erreichen. Die Werte der Kontrollgruppe blieben hingegen relativ konstant und somit eher unterdurchschnittlich. Bei den reinen Krafttests kann diese Erklärung allerdings nicht für die enormen Leistungssteigerungen herangezogen werden, da die Ausgangswerte der Gruppen recht homogen waren, obwohl auch hier die Motorikgruppe – wenn auch nur minimal – die besten Ausgangswerte aufwies.

44 Normwert für 70- bis 79-Jährige nach Rikli & Jones (2001)

In allen Krafttests ergaben sich in den Experimentalgruppen die größten Kraftsteigerungen bei dem ersten Zwischentest nach 4 Monaten Training. Dieses Faktum wird in der Regel auf Lerneffekte und neuronale Adaptationen zurückgeführt (Lexell, 2000). Nach mehreren Monaten hingegen sind Verbesserungen im Kraftverhalten eher durch die Zunahme der Muskelmasse zu begründen (Häkkinen, 2003; Macaluso & DeVito, 2004). Die progressiven Leistungszunahmen über 12 Monate stützen die Annahme, dass Trainingseffekte umso größer sind, je länger die Trainingsphase andauert (Todd & Skelton, 2004; Lord et al., 2007). Darüber hinaus können die Leistungssteigerungen durch das Vertrautsein mit der Testaufgabe und die Gewöhnung an deren Durchführung bedingt sein. Die Testmethoden wurden in ähnlicher Form häufiger und insbesondere in der Motorik- und der Kombinationsgruppe als Übungen in der Interventionsphase durchgeführt. Somit kamen einige Trainingsinhalte den Testmethoden gleich. Dieser Umstand könnte die enormen Leistungssteigerungen dieser Interventionsgruppen erklären (Brown et al., 1990).

Des Weiteren ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu bedenken, dass die Kognitions- und die Kombinationsgruppe auch von den kognitiven Anteilen des Trainings profitiert haben könnten. Verbesserte exekutive Funktionen und Aufmerksamkeitsprozesse können zu einer gezielteren Bewegungskontrolle beitragen: Die Konzentration auf die Übung wird erleichtert und demzufolge kann mehr Leistung erbracht werden.

Neben den Gruppenunterschieden waren Differenzen im Kraftverhalten in Abhängigkeit vom Alter nachweisbar. Die über 75-Jährigen konnten ihre Leistungen zwar verbessern, ihr Kraftniveau blieb aber unter dem der 60- bis 74-Jährigen Teilnehmer. Dies Ergebnis stützt die These des progressiven Kraftverlustes im Altersgang. Darüber hinaus ergaben sich Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts bei den Krafttests mit Zusatzgewichten. Diese Unterschiede wurden erwartet, da Frauen generell eine geringere Muskelkraft aufweisen als Männer. Der Effekt ist allerdings kritisch zu betrachten, da die Stichprobe nur eine sehr geringe Anzahl an Männern aufweist. Die Mehrzahl der Teilnehmer waren Frauen. Bei den Bizeps-Curls und im Frontheben waren außerdem Unterschiede hinsichtlich der RF Körperkomposition zu erkennen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass motorisches Training – sowohl als Einzelintervention als auch in kombinierter Form mit bewegtem Kognitionstraining – die Muskelkraft älterer Erwachsener erhöht und somit ein wichtiger Sturzrisikofaktor durch diese Interventionen minimiert werden kann. In diesem Zusammenhang ist zusätzlich erwähnenswert, dass dieses Resultat mit den eigenen Einschätzungen der Teilnehmer konform geht. So schätzten 72 % der Motorikgruppe und 79 % der Kombinationsgruppe ihren körperlichen Zustand im Bereich der Kraft nach 12 Monaten besser bis viel besser ein als zu Beginn der Studie.

Für Praxisempfehlungen und die Umsetzung im Alltag älterer Erwachsener ist ferner vor allem die Erkenntnis von Bedeutung, dass es keiner teuren Krafttrainingsmaschinen bedarf, um die Muskelkraft zu trainieren und zu verbessern. Ebenso ist kein hochintensives Training erforderlich, um positive Veränderungen im Kraftverhalten älterer Erwachsener zu protegieren. Bereits regelmäßig durchgeführte Kraftübungen mit dem eigenen Körpergewicht und Kleingeräten sind effektiv zum Muskelaufbau im höheren Alter.

6.1.3 Funktionelle Alltagstests

6.1.3.1 10-Meter-Gehtest

Die bevorzugte Gehgeschwindigkeit im 10-Meter-Gehtest verbesserte sich vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt ein wenig bei allen drei Experimentalgruppen (Mot.: 11,1 %, Kog.: 10,2 %, Kombi.: 10,1 %). Auch die Teilnehmer der Kontrollgruppe wählten zum vierten Messzeitpunkt eine etwas schnellere Gehgeschwindigkeit im Vergleich zum ersten Messzeitpunkt (8,8 %). Weder ein Haupteffekt noch Interaktionen ließen sich statistisch nachweisen. Lediglich im Test der Zwischensubjekteffekte zeigte sich ein signifikanter Unterschied bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 54.2$, $p = .000$, $\eta^2 = .404$). Die Teilnehmer bevorzugten mit zunehmendem Alter eine geringere Gehgeschwindigkeit.

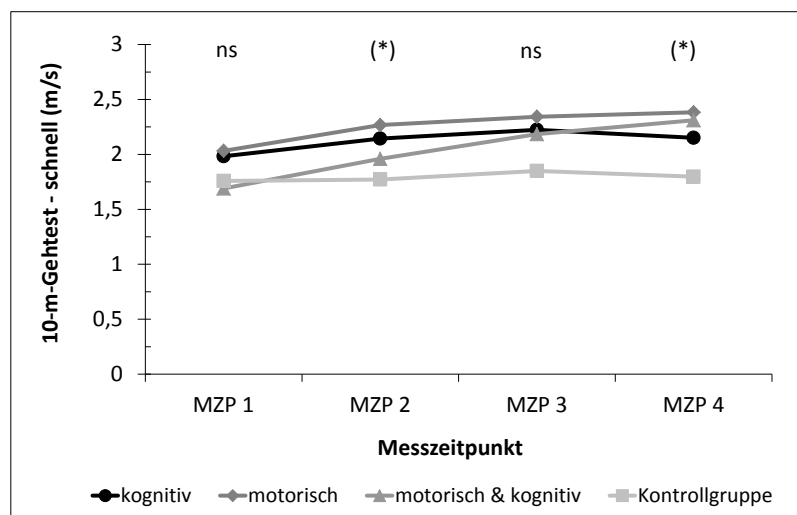


Abbildung 20: 10-Meter-Gehtest (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Bei der Bedingung „schnelle Geschwindigkeit“ im 10-Meter-Gehtest konnten sich die Experimentalgruppen über die vier Messzeitpunkte verbessern (Mot.: 19,8 %, Kog.: 8,6 %, Kombi.: 35,9 %). Die Gehgeschwindigkeit der Kontrollgruppe blieb dagegen weitestgehend konstant ($F_{\text{MZPxGruppe}}(8.2, 217) = 2.85$, $p = .005$, $\eta^2 = .097$).

Betrachtet man die Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse, zeigten sich tendenzielle Unterschiede zwischen den Gruppen zum zweiten ($F(3, 86) = 2.15, p = .10$) und vierten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 2.38, p = .075$).

Die Mehrfachvergleiche bestätigten jeweils diese Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zum zweiten ($p = .054$) und vierten ($p = .021$) Messzeitpunkt.

Im Test der Zwischensubjekteffekte waren außerdem hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 67.9, p = .000, \eta^2 = .459$) sowie signifikante Unterschiede hinsichtlich des RF Körperkomposition zu erkennen ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 80) = 5.08, p = .027, \eta^2 = .060$). Die älteren und zu Übergewicht neigenden Teilnehmer erzielten eine geringere Gehgeschwindigkeit. Das Geschlecht betreffende Leistungsunterschiede ergaben sich nicht.

6.1.3.2 Timed-get-up-and-go-Test (TUG)

Bei der Bedingung „normale Geschwindigkeit“ im TUG konnten sich die drei Experimentalgruppen vom ersten bis zu vierten Messzeitpunkt etwas verbessern (Mot.: 15 %, Kog.: 13,5 %, Kombi.: 20,1 %). Die Leistungen der Kontrollgruppe blieben demgegenüber relativ stabil ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.5, 201) = 2.11, p = .04, \eta^2 = .073$). Außerdem ergaben sich signifikante Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZPxAlter}}(2.5, 201) = 3.01, p = .04, \eta^2 = .036$) sowie Messzeitpunkt und Geschlecht ($F_{\text{MZPxGeschlecht}}(2.5, 201) = 3.09, p = .036, \eta^2 = .037$).

In der einfaktoriellen Varianzanalyse zeigten sich zum dritten Messzeitpunkt signifikante Leistungsunterschiede im TUG zwischen den Gruppen ($F(3, 86) = 3.06, p = .05$). Beim vierten Messzeitpunkt waren diese nur noch tendenziell nachweisbar ($F(3, 86) = 2.50, p = .065$).

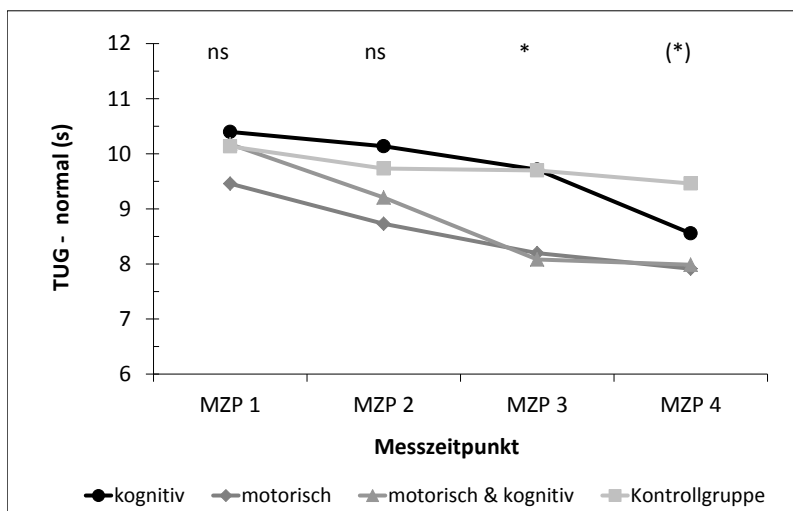


Abbildung 21: Timed-get-up-and-go-Test (normal) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Mehrfachvergleiche bestätigten einen tendenziellen Leistungsunterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zum dritten ($p = .053$) und vierten Messzeitpunkt ($p = .068$) sowie zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe zum dritten Messzeitpunkt ($p = .063$).

Bei der schnellen Variante des TUG verbesserten sich die drei Experimentalgruppen über die vier Messzeitpunkte ähnlich wie bei der normalen Bedingung (Mot.: 15,6 %, Kog.: 11,4 %, Kombi.: 15,3 %). Die Kontrollgruppe verschlechterte sich marginal ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.6, 201) = 2.10, p = .04, \eta^2 = .073$). Darüber hinaus ergaben sich bei der schnellen Bedingung tendenzielle Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZPxAlter}}(2.5, 201) = 2.45, p = .075, \eta^2 = .030$) und zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht ($F_{\text{MZPxGeschlecht}}(2.5, 201) = 2.56, p = .066, \eta^2 = .031$).

Ein tendenziell signifikanter Leistungsunterschied zwischen den Gruppen zeigte sich in der Varianzanalyse zum dritten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 2.24, p = .089$), welcher zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant wurde ($F(3, 86) = 4.06, p = .01$).

Der Post-hoc-Test bestätigte den Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zum vierten Messzeitpunkt ($p = .001$).

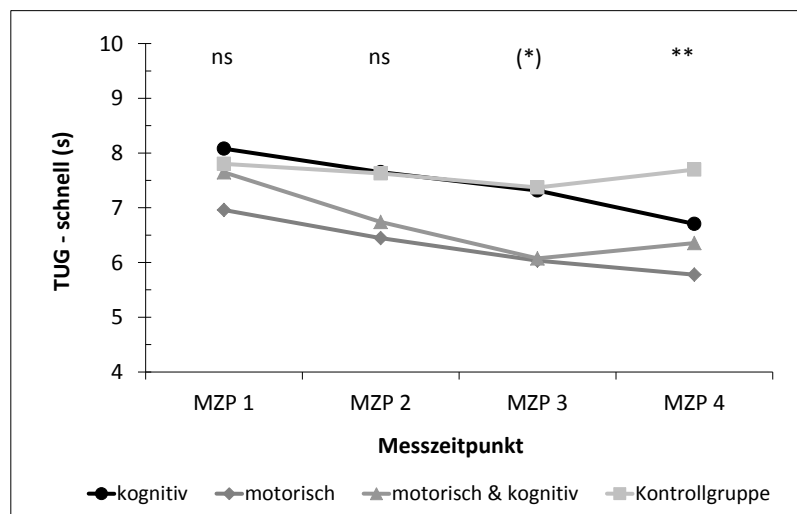


Abbildung 22: Timed-get-up-and-go-Test (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hinsichtlich der Zwischensubjekteffekte ergaben sich für beide Bedingungen im TUG hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters (Tab. 11). Bei der schnellen Ausführung zeigte sich zusätzlich ein signifikanter Unterschied beim RF Körperkomposition.

Tabelle 11: Zwischensubjekteffekte Timed-get-up-and-go-Test

		F(1, 80)	p	η^2
Alter	TUG (normal)	43.9	.000	.354
	TUG (schnell)	39.6	.000	.331
RF Körperkomposition	TUG (schnell)	4.05	.048	.048

Analog zu den Ergebnissen der 10-Meter-Gehtests waren auch beim TUG mit zunehmendem Alter geringere Leistungen in der Geschwindigkeit festzustellen. Bei der schnellen Ausführung unterschieden sich außerdem die Leistungen der normalgewichtigen von denen der eher übergewichtigen Teilnehmer.

6.1.3.3 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der funktionellen Alltagstests

Leistungseinbußen in den funktionellen Fähigkeiten stellen für ältere Menschen einen weiteren wichtigen, trainierbaren Sturzrisikofaktor dar. Vorliegend verbesserten alle Experimentalgruppen ihre funktionellen Fähigkeiten gegenüber der Kontrollgruppe und profitieren somit in drei von vier funktionellen Alltagstests von ihrem Training. In den Experimentalgruppen ergaben sich vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt bei der schnellen Bedingung des 10-Meter-Gehtests sowie in beiden TUG- Varianten prozentuale Leistungszuwächse von 8,6 bis 35,9 %. Die Veränderungen der Kontrollgruppe lagen demgegenüber bei -0,1 bis 5,6 % (Tab. 12). Für das Gehen in normaler Geschwindigkeit ergaben sich über die 12 Monate keine statistisch bedeutsamen Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen. Hier waren bei allen vier Gruppen ähnliche Verbesserungen um 8,8 bis 11,1 % zu beobachten (Tab. 12).

Tabelle 12: Prozentuale Veränderungen in den funktionellen Alltagstests von MZP 1 zu MZP 4

	Trainingsgruppe			
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontroll- gruppe n = 21
10-Meter-Gehtest (normal)				
MZP 1 zu MZP 2	1,0 %	8,0 %	2,9 %	4,1 %
MZP 1 zu MZP 3	6,7 %	11,3 %	13,3 %	7,5 %
MZP 1 zu MZP 4	11,1 %	10,2 %	10,1 %	8,8 %
10-Meter-Gehtest (schnell)				
MZP 1 zu MZP 2	14,7 %	10,7 %	15,4 %	3,2 %
MZP 1 zu MZP 3	17,2 %	15,4 %	30,0 %	6,9 %
MZP 1 zu MZP 4	19,8 %	8,6 %	35,9 %	5,6 %
TUG (normal)				
MZP 1 zu MZP 2	7,6 %	-1,2 %	9,4 %	2,0 %
MZP 1 zu MZP 3	12,8 %	2,1 %	19,0 %	2,9 %
MZP 1 zu MZP 4	15,0 %	13,5 %	20,1 %	5,5 %
TUG (schnell)				
MZP 1 zu MZP 2	7,0 %	1,4 %	11,4 %	0,6 %
MZP 1 zu MZP 3	13,4 %	6,5 %	18,9 %	4,6 %
MZP 1 zu MZP 4	15,6 %	11,4 %	15,3 %	-0,1 %

Diesbezüglich ist darauf hinzuweisen, dass die Instruktion „Gehen in normaler Geschwindigkeit“ sehr variabel interpretiert werden kann. So sind einige Teilnehmer es gewohnt, recht zügig zu gehen, wohingegen andere eine wesentlich langsamere Geschwindigkeit als „normal“ empfinden. Bei der Variante 10-Meter-Gehtest (normal) ist außerdem anzumerken, dass alle Teilnehmer – unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit – zur Baseline eine Gehgeschwindigkeit von 1,1 bis 1,2 m/s wählten. Diese ist adäquat für ältere Erwachsene und vergleichbar mit Ergebnissen anderer Studien (u. a. Ko et al., 2010; Steffen, Hacker & Mollinger, 2002). Trotzdem sollte für die störfreie Bewältigung des Alltags (z. B. das Überqueren einer Straße) eine Gehgeschwindigkeit von mindestens 1,2 bis 1,3 m/s erzielt werden (u. a. Blanke & Hageman, 1989). Zudem hat sich eine Gehgeschwindigkeit von weniger als 1,2 bis 1,4 m/s als Prädiktor für Stürze erwiesen (Brach, Berthold, Craik, van Swearingen & Newman, 2001). Die drei Experimentalgruppen steigerten ihre Gehgeschwindigkeit im Gegensatz zur Kontrollgruppe um 0,1 bis 0,2 m/s bis zum vierten Messzeitpunkt. Diese minimale Verbesserung blieb jedoch statistisch unbedeutsam. Im 10-Meter-Gehtest (schnell) lagen die Gehgeschwindigkeiten zur Baseline bei 1,7 bis 2,0 m/s. Von ähnlichen Werten berichten Steffen und Kollegen (2002) und auch Bohannon (1997). Während die Geschwindigkeit der Kontrollgruppe über die 12 Monate konstant blieb, verbesserten sich die drei Experimentalgruppen, wobei in der Kombinationsgruppe die größten Fortschritte zu verzeichnen waren. Die Teilnehmer dieser Gruppe wählten zum vierten Messzeitpunkt eine um 0,6 m/s schnellere Gehgeschwindigkeit als zum ersten Messzeitpunkt. Hier sei darauf verwiesen, dass die Kombinationsgruppe zur Baseline die langsamste Geschwindigkeit zeigte. Dieses Ergebnis stützt die Aussage von Lord und Kollegen (1996), die ebenfalls den größten Leistungszuwachs hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit bei den Personen nachwiesen, die die geringste Ausgangsleistung erbrachten.

Ein signifikanter Gruppenunterschied ließ sich zum vierten Messzeitpunkt nur zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe nachweisen, da die Motorikgruppe die besten Absolutwerte (2,4 m/s) erreichte. Bezüglich der schnellen Geschwindigkeit ist außerdem anzumerken, dass die Standardabweichungen mit 0,5 bis 1,0 m/s recht weit streuten – insbesondere in der Kognitionsgruppe. Dies könnte das Fehlen von weiteren signifikanten Gruppenunterschieden erklären.

Im TUG zeigten sich die größten Leistungssteigerungen ebenfalls bei der Motorik- und der Kombinationsgruppe (15 bis 20 %). Die Fortschritte in der Motorikgruppe können ausschließlich auf die Verbesserung verschiedener Kraft- und Gleichgewichtsparameter zurückgeführt werden. Von einem ähnlichen Zuwachs (18,6 %) durch Krafttraining berichten Capodaglio et al. (2005). Da die Kombinationsgruppe zumindest in der normalen Variante des TUG größere Zuwächse zu verzeichnen hatte als die Motorik-

gruppe, könnten hier zusätzlich eine optimierte Informationsverarbeitung und Aufmerksamkeit für die sukzessiv schnellere Ausführung der Aufgabe im Verlauf der Studie verantwortlich sein. Im Hinblick auf die Motorikgruppe ist festzustellen, dass diese in beiden Varianten die besten Ausgangswerte aufwies – wenngleich dieser Unterschied nicht signifikant war. Die Geschwindigkeit für die Bewältigung des TUG (normal) lag in der vorliegenden Untersuchung bei 9,5 bis 10,4 Sekunden und befand sich in der Norm (Podsiadlo & Richardson, 1991; Steffen et al., 2002). Bis zum vierten Messzeitpunkt konnten die Experimentalgruppen ihre Leistungen um 1,8 bis 2,5 Sekunden in der normalen Geschwindigkeit verbessern. In der schnellen Variante erzielten die Teilnehmer Zeiten zwischen 7,0 und 8,1 Sekunden. Die Verbesserungen über die 12 Monate lagen hier im Durchschnitt bei 1,3 Sekunden.

Statistisch bedeutsam wurden die Gruppenunterschiede im TUG ab dem dritten Messzeitpunkt und zeigten sich zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe sowie der Kombinations- und der Kontrollgruppe.

Hinsichtlich der Leistungsveränderungen über den gesamten Messzeitraum ist auffällig, dass lediglich die Motorikgruppe in allen vier Alltagstests progressive Leistungssteigerungen aufwies. Die Leistungen der anderen Gruppen veränderten sich demgegenüber nicht sukzessive. So war in der Kognitionsgruppe im 10-Meter-Gehtest jeweils die größte Veränderung zum dritten Messzeitpunkt nach 8 Monaten nachzuweisen. Zum vierten Messzeitpunkt verschlechterten sich die Leistungen in dieser Gruppe jedoch wieder. Die gleichen Effekte ergaben sich bei der Kombinationsgruppe im 10-Meter-Gehtest (normal) und TUG (schnell). Diese Erkenntnis könnte dafür sprechen, dass die Tagesverfassung der Senioren einen wesentlichen Einfluss auf deren Leistungsfähigkeit hat. So variiert das körperliche Wohlbefinden bei älteren Menschen wesentlich stärker als bei jüngeren Menschen. Dafür werden vor allem die vermehrt auftretenden Erkrankungen im Alter verantwortlich gemacht. Beispielsweise differieren die Beschwerden bei Gelenkarthrosen oder Rheuma von Tag zu Tag und sind darüber hinaus jahreszeitenabhängig. Diese Erkrankungen beeinträchtigen die Gelenkbeweglichkeit, welche wiederum die Mobilität und Gehgeschwindigkeit der Senioren maßgeblich beeinflussen kann (Kerrigan et al., 1998).

Für alle vier Alltagstests ergaben sich hochsignifikante Leistungsunterschiede hinsichtlich des Alters. Außerdem waren bei der schnellen Bedingung sowohl im 10-Meter-Gehtest als auch beim TUG signifikante Unterschiede in Bezug auf den RF Körperkomposition beobachtbar. Dies bedeutet, dass sich die Personen, die zu Übergewicht neigen, bei Aufgaben, die Schnelligkeit erfordern, langsamer bewegen als normalgewichtige Personen. Geschlechtsunterschiede in den Leistungen zeigten sich bei den funktionellen Alltagstests nicht.

Zusammenfassend wird deutlich, dass ältere Menschen hinsichtlich ihrer Mobilität und Gehgeschwindigkeit sowohl von motorischem Training als auch von kombiniertem motorischem und kognitivem Bewegungstraining profitieren. Diese Erkenntnis lässt sich unter anderem durch die verbesserten Kraftfähigkeiten der Teilnehmer dieser Interventionsgruppen erklären. Da die Gangkontrolle mit zunehmendem Alter vermehrt Aufmerksamkeit und kognitive Kontrolle erfordert, könnten die Leistungssteigerungen in der Kombinationsgruppe, welche jeweils die größten prozentualen Verbesserungen vorzuweisen hatte, zusätzlich durch die kognitiven Anteile des Trainings erklärt werden. Die schnellere Gehgeschwindigkeit ließe sich hier zum Beispiel durch verbesserte exekutive Fähigkeiten begründen (Coppin et al., 2006).

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es entgegen der Erkenntnisse von Lopopolo und Kollegen (2006) keiner hochintensiven Trainingsmaßnahmen bedarf, um funktionelle Fähigkeiten zu verbessern. Bereits moderates Krafttraining allein oder kombiniert mit kognitivem Bewegungstraining bewirkt positive Effekte hinsichtlich der Mobilität und funktionellen Leistungsfähigkeit.

6.1.4 Gleichgewichtstests

6.1.4.1 Tandemstand

Der Tandemstand (TDS) wurde in zwei Varianten durchgeführt. Einmal mit dem rechten Bein vorn und einmal mit dem linken Bein vorn. In beiden Positionen verbesserten sich die drei Experimentalgruppen über die vier Messzeitpunkte etwas, wohingegen sich die Leistungen der Kontrollgruppe leicht verringerten (r vorn: $F_{MZPxGruppe}(6.2, 164) = 2.04, p = .062, \eta^2 = .071$; l vorn: $F_{MZPxGruppe}(7.4, 198) = 2.20, p = .033, \eta^2 = .076$). Für die Variante „linkes Bein vorn“ ergab sich zusätzlich ein Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{MZPxAlter}(2.5, 198) = 2.52, p = .07, \eta^2 = .031$).

In der Varianzanalyse war zum dritten Messzeitpunkt ein tendenziell signifikanter Leistungsunterschied für die Position „rechtes Bein vorn“ zwischen den Gruppen ersichtlich ($F(3, 86) = 2.55, p = .062$), der zum vierten Messzeitpunkt signifikant wurde ($F(3, 86) = 3.98, p = .011$). Für die Position „linkes Bein vorn“ ergab sich nur zum vierten Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($F(3, 86) = 4.85, p = .004$).

Für die Position „rechtes Bein vorn“ bestätigten die Mehrfachvergleiche zum dritten Messzeitpunkt einen tendenziellen Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .072$), welcher zum vierten Messzeitpunkt signifikant ($p = .051$) wurde. Zusätzlich war zum vierten Messzeitpunkt ein tendenzieller Unterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe ersichtlich ($p = .104$).

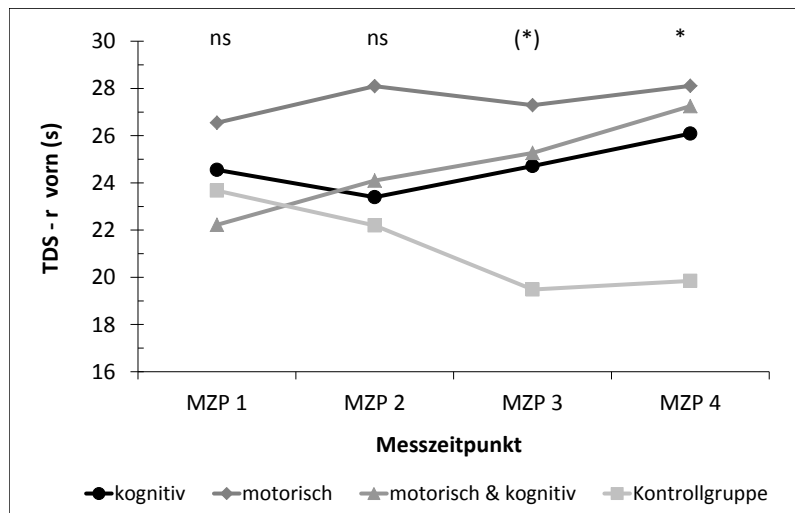


Abbildung 23: TDS mit dem rechten Bein vorn in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Für die Position „linkes Bein vorn“ bestätigten sich im Post-hoc-Test zum vierten Messzeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .041$) sowie zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe ($p = .017$).

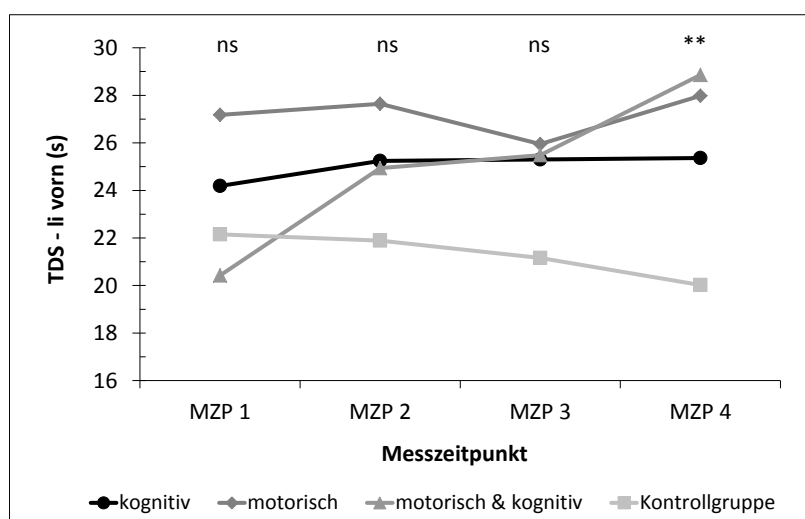


Abbildung 24: TDS mit dem linken Bein vorn in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hinsichtlich der Zwischensubjekteffekte zeigten sich für beide Positionen des TDS signifikante Unterschiede bezüglich des Alters und des RF Körperkomposition (Tab. 13), nicht aber für das Geschlecht.

Tabelle 13: Zwischensubjekteffekte TDS

		F(1, 80)	p	η^2
Alter	Rechtes Bein vorn	24.7	.000	.236
	Linkes Bein vorn	30.8	.000	.278
RF Körperkomposition	Rechtes Bein vorn	2.94	.09	.035
	Linkes Bein vorn	4.74	.032	.056

Die Teilnehmer konnten den TDS mit zunehmendem Alter und Körpergewicht weniger gut ausführen.

6.1.4.2 Einbeinstand

Der Einbeinstand (EBS) wurde sowohl auf dem rechten Bein als auch auf dem linken Bein durchgeführt. Bei der Durchführung auf dem rechten Bein haben sich die drei Experimentalgruppen über die vier Messzeitpunkte verbessert, wobei der größte Leistungszuwachs bei der Motorik- und bei der Kombinationsgruppe zu verzeichnen war. Die Standzeit der Kontrollgruppe veränderte sich kaum ($F_{\text{MZPxGruppe}}(6.5, 173) = 2.68, p = .014, \eta^2 = .091$) (Abb. 25). Beim EBS auf dem linken Bein entwickelten sich die Leistungen der Experimentalgruppen über die 12 Monate unterschiedlich. Während sich die Motorik- und die Kombinationsgruppe über die vier Messzeitpunkte verbesserten, blieben die Leistungen der Kognitions- sowie der Kontrollgruppe weitestgehend konstant (Abb. 26). Daraus ergab sich ein hochsignifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Messzeitpunkt und der Gruppe ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.2, 192) = 2.78, p = .008, \eta^2 = .095$). Für den Haupteffekt „Messzeitpunkt“ und die Kovariaten „Alter“, „Geschlecht“ und „RF Körperkomposition“ zeigten sich weder für das rechte noch für das linke Bein statistisch bedeutsame Ergebnisse. Betrachtet man die einzelnen Messzeitpunkte, so ließen sich nach 4 Monaten für das rechte Bein signifikante und für das linke Bein tendenzielle Gruppenunterschiede nachweisen (r: $F(3, 86) = 3.00, p = .035$; l: $F(3, 86) = 2.66, p = .053$). Diese Unterschiede wurden nach 8 Monaten hochsignifikant (r: $F(3, 86) = 4.10, p = .009$; l: $F(3, 86) = 4.08, p = .009$), Gleiches galt auch für die Testung nach 12 Monaten (r: $F(3, 86) = 6.28, p = .001$; l: $F(3, 86) = 4.45, p = .006$).

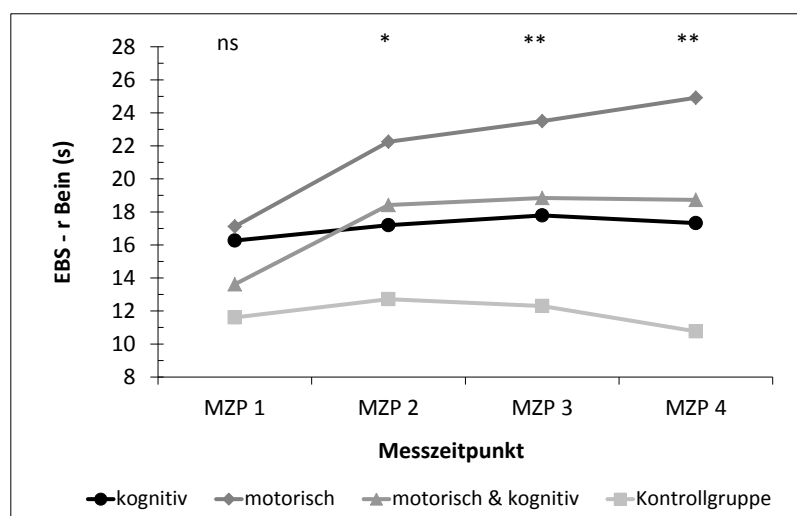


Abbildung 25: EBS auf dem rechten Bein in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

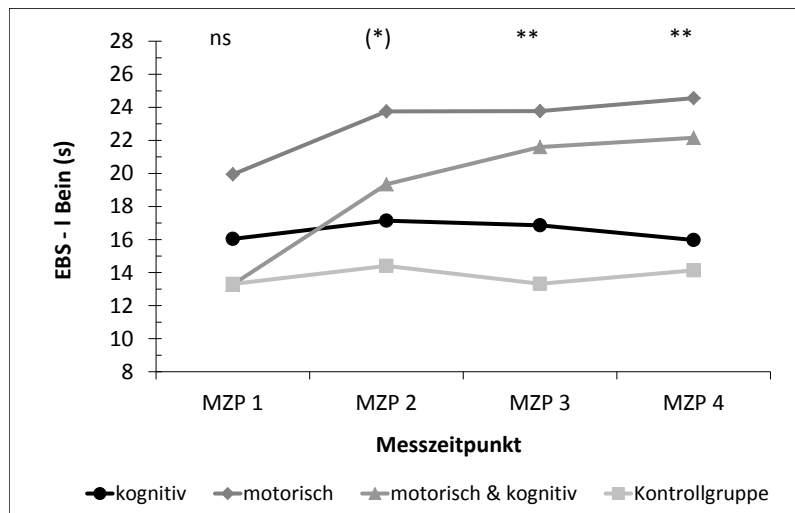


Abbildung 26: EBS auf dem linken Bein in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe (** $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Post-hoc-Test bestätigte zum zweiten Messzeitpunkt die Gruppenunterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($r: p = .02$; $l: p = .04$). Für das linke Bein waren zum dritten Messzeitpunkt zusätzliche tendenzielle Leistungsunterschiede zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe ersichtlich ($p = .089$), die zum vierten Messzeitpunkt jedoch wieder verloren gingen. Zum vierten Messzeitpunkt ließ sich für das rechte Bein ein hochsignifikanter Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .000$) nachweisen. Für das linke Bein wurde nach 12 Monaten ein tendenzieller Leistungsunterschied zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .062$) sowie ein signifikanter Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .013$) sichtbar.

Der Test der Zwischensubjekteffekte ergab für den EBS rechts und links hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters. Bei dem EBS links war zusätzlich ein Unterschied hinsichtlich des RF Körperkomposition zu erkennen.

Tabelle 14: Zwischensubjekteffekte EBS

		F(1, 80)	p	η^2
Alter	EBS rechts	145.6	.000	.645
	EBS links	91.2	.000	.533
RF Körperkomposition	EBS links	3.72	.057	.044

Ältere Teilnehmer konnten weniger lange auf einem Bein stehen, ebenso wie die eher übergewichtigen. Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts ergaben sich beim Stehen auf einem Bein nicht.

6.1.4.3 Einbeinstand mit geschlossenen Augen

Beim EBS mit geschlossenen Augen ließen sich bei allen drei Experimentalgruppen für beide Positionen (rechtes Bein und linkes Bein) vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt längere Standzeiten beobachten. Bei der Kontrollgruppe zeigten sich beim EBS mit geschlossenen Augen auf dem rechten Bein marginale Verschlechterungen, wohingegen sich die Leistungen beim EBS auf dem linken Bein bis zum vierten Messzeitpunkt leicht verbesserten. Daraus ergab sich für das rechte Bein ein hochsignifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe ($F_{\text{MZPxGruppe}}(8.2, 218) = 3.24$, $p = .002$, $\eta^2 = .108$), welcher für das linke Bein nicht nachzuweisen war ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.2, 193) = 1.61$, $p > .10$, $\eta^2 = .057$). Für das linke Bein war jedoch ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter zu beobachten ($F_{\text{MZPxAlter}}(2.4, 193) = 4.21$, $p = .011$, $\eta^2 = .050$), der für das rechte Bein nur tendenziell in Erscheinung trat ($F_{\text{MZPxAlter}}(2.7, 218) = 2.48$, $p = .068$, $\eta^2 = .030$).

Die Varianzanalyse ließ bereits zum ersten Messzeitpunkt einen Leistungsunterschied für den ESB auf dem linken Bein zwischen den Gruppen erkennen ($F(3, 86) = 3.29$, $p = .025$), welcher sich im Verlauf der Studie zunächst wieder aufhob und zum vierten Messzeitpunkt tendenziell signifikant wurde ($F(3, 86) = 2.33$, $p = .08$). Für das rechte Bein ergaben sich nach 12 Monaten hochsignifikante Gruppenunterschiede ($F(3, 86) = 4.45$, $p = .006$).

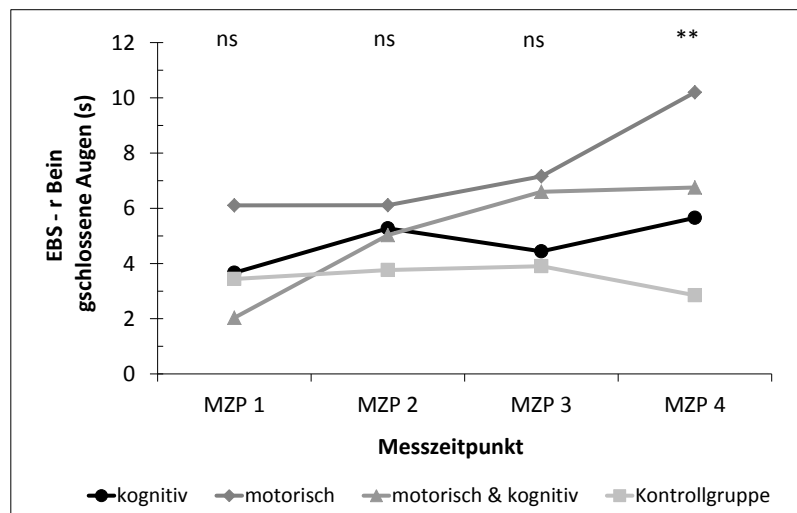


Abbildung 27: EBS auf dem rechten Bein mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Mehrfachvergleiche bestätigten für das rechte Bein einen tendenziellen Unterschied zwischen der Motorik- und der Kombinationsgruppe ($p = .089$) zum ersten Messzeitpunkt sowie einen hochsignifikanten Gruppenunterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .003$) nach 12 Monaten Training. Für das linke Bein zeigten sich die Unterschiede zum ersten Messzeitpunkt zwischen der Motorik- und

der Kombinationsgruppe ($p = .09$) und zum vierten Messzeitpunkt zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .048$).

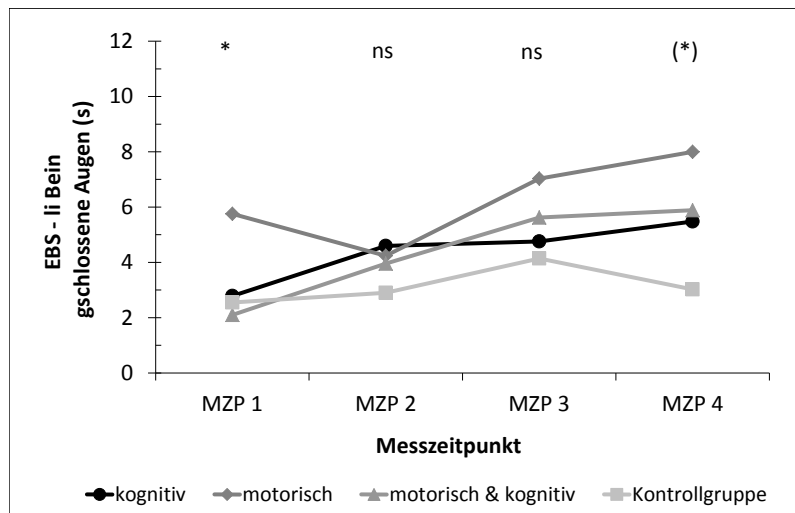


Abbildung 28: EBS auf dem linken Bein mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe (* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hinsichtlich der Zwischensubjekteffekte waren für beide Standpositionen hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters (r : $F_{\text{Alter}}(1, 80) = 42.6$, $p = .000$, $\eta^2 = .348$; l: $F_{\text{Alter}}(1, 80) = 37.3$, $p = .000$, $\eta^2 = .318$), nicht aber für das Geschlecht sowie den RF Körperkomposition erkennbar. Die Teilnehmer konnten mit zunehmendem Alter weniger lange mit geschlossenen Augen auf einem Bein stehen.

6.1.4.4 Einbeinstand auf instabiler Ebene

Aus Abbildung 29 wird ersichtlich, dass sich die drei Experimentalgruppen im EBS auf instabiler Ebene (Stability Trainer) über die vier Messzeitpunkte wesentlich verbesserten, wohingegen die Leistungen der Kontrollgruppe weitestgehend konstant blieben ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(8.0, 213) = 7.17$, $p = .000$, $\eta^2 = .212$). Darüber hinaus war ein tendenzieller Haupteffekt zu beobachten ($F_{\text{MZP}}(2.7, 213) = 2.24$, $p = .092$, $\eta^2 = .027$).

Beim EBS auf instabiler Ebene zeigten sich die Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen ab dem zweiten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 3.04$, $p = .033$) und wurden zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant ($F(3, 86) = 6.00$, $p = .001$).

Der Post-hoc-Test bestätigte zum zweiten Messzeitpunkt einen signifikanten Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .042$), welcher nach 8 ($p = .003$) und 12 Monaten ($p = .001$) hochsignifikant wurde. Ab dem dritten Messzeitpunkt wurde zusätzlich ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe (MZP 3: $p = .013$; MZP 4: $p = .023$) ersichtlich. Darüber hinaus war zum vierten Messzeitpunkt ein tendenzieller Leistungsunterschied zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe zu erkennen ($p = .06$).

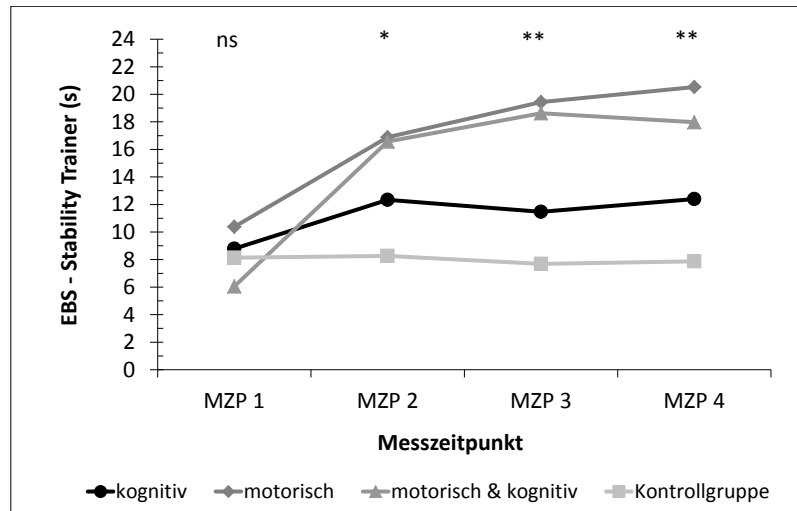


Abbildung 29: EBS auf instabiler Ebene in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Test der Zwischensubjekteffekte ergab außerdem hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 90.28, p = .000, \eta^2 = .530$), jedoch keine Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts und des RF Körperkomposition. Mit zunehmendem Alter hatten die Teilnehmer größere Schwierigkeiten, mit einem Bein auf einem instabilen Untergrund zu stehen.

6.1.4.5 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Gleichgewichtstests

In nahezu allen Gleichgewichtstests entwickelten sich die Leistungen der Gruppen über den Messzeitraum unterschiedlich. Nur für den EBS mit geschlossenen Augen auf dem linken Bein ergab sich kein Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe. Folglich ziehen alle Experimentalgruppen hinsichtlich ihrer Gleichgewichtsfähigkeiten einen Nutzen aus ihrem Training, wenngleich der Gewinn der einzelnen Gruppen recht unterschiedlich ausfällt. Die Leistungen der Teilnehmer der Kontrollgruppe blieben erwartungsgemäß entweder relativ konstant oder verschlechterten sich im Verlauf der Studie. Analog zu den Kraftfähigkeiten zeigten die Motorik- und die Kombinationsgruppe auch in den Gleichgewichtstests die größten Leistungszuwächse. Die Kombinationsgruppe profitierte dabei insgesamt gesehen am stärksten.

Beim TDS wurden die Leistungsunterschiede nach 8 und 12 Monaten jeweils zwischen der Motorik- bzw. der Kombinationsgruppe und der Kontrollgruppe statistisch bedeutsam. Für die Aufgabe „EBS mit geöffneten Augen“ waren bereits ab dem zweiten Messzeitpunkt ähnliche Gruppenunterschiede für beide Varianten zu beobachten. Signifikante Unterschiede, die bis zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant wurden, ergaben sich nach 4 Monaten insbesondere zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe. Die Stehzeiten der Kognitions- und der Kontrollgruppe blieben beim EBS mit geöffneten Augen relativ konstant. Bei der Deutung der Ergebnisse des TDS und EBS

mit geöffneten Augen sind speziell in der Motorikgruppe Deckeneffekte zu bedenken. Viele Teilnehmer dieser Gruppe schafften bereits zur Baseline die Maximalleistung von 30 Sekunden, sodass für diese Personen keine Möglichkeit bestand, ihre Leistungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums zu verbessern.

Für die Aufgaben „EBS mit geschlossenen Augen“ sowie „EBS auf dem Stability Trainer“ ließen sich im Verlauf der Studie ebenfalls die größten Leistungssteigerungen bei der Motorik- und der Kombinationsgruppe nachweisen. Aber auch die Kognitionsgruppe konnte sich in diesen Aufgaben über die 12 Monate verbessern. Die Leistungen der Kontrollgruppe hingegen veränderten sich wiederum kaum. Die Motorikgruppe erreichte in der Regel in allen Gleichgewichtsaufgaben die längsten Stehzeiten und zeigte somit die besten Leistungen nach 12 Monaten.

Da die motorische Intervention auf die Verbesserung muskulärer Komponenten abzielt, welche maßgeblich für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts bzw. der posturalen Kontrolle verantwortlich sind, waren die verbesserten Gleichgewichtsleistungen in der Motorikgruppe zu erwarten und folgen bisherigen Studienergebnissen, u. a. von Campbell et al. (1997), Day et al. (2002) oder Cyrato et al. (2008).

Bei der weiteren Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Ausgangswerte zum ersten Messzeitpunkt bei allen Testaufgaben zur Überprüfung der statischen Gleichgewichtsfähigkeit sehr heterogen ausfielen. Analog zu den Deckeneffekten beim TDS und EBS mit geöffneten Augen sind die Teilnehmer der Motorikgruppe diejenigen, die bei fast allen Aufgaben ein wesentlich besseres Ausgangsniveau vorwiesen als die Teilnehmer der drei anderen Gruppen.

Demnach sind die Leistungen der Kombinationsgruppe höher zu bewerten als die der Motorikgruppe – wenngleich die Effekte für die Kombinationsgruppe nicht immer signifikant ausfielen. Im Gegensatz zu der Motorikgruppe zeigten die Teilnehmer dieser Gruppe jedoch eine größere Entwicklung mit höheren Leistungssteigerungen über die 12 Monate. Durch die erhöhte Muskelkraft, die aus dem Kraft- und Gleichgewichtstraining resultiert, können die Teilnehmer der Kombinationsgruppe die statischen Gleichgewichtsaufgaben besser bewältigen. Darüber hinaus scheint diese Gruppe aber ebenso von dem bewegten Kognitionstraining zu profitieren, denn auch die Kognitionsgruppe konnte ihre Gleichgewichtsleistungen im Verlauf der 12 Monate teilweise verbessern. Da das kognitive System an der Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle beteiligt ist (Shumway-Cook & Woollacott, 2007) und ein Zusammenhang zwischen kognitivem Status und Gleichgewicht bereits mehrfach herausgestellt wurde (Rosano et al., 2005), lassen sich diese Effekte in der Kombinations- und der Kognitionsgruppe unter anderem auf das Training kognitiver Fähigkeiten zurückführen. Durch eine verbesserte Aufmerksamkeit können die Informationen aus der Umwelt und den sensorischen Systemen schneller und effektiver genutzt werden, was eine möglichst

lange posturale Kontrolle in den verschiedenen Aufgaben gewährleistet. Hinsichtlich der Ergebnisse der Kognitionsgruppe ist von besonderem Interesse, dass diese im TDS und EBS mit geöffneten Augen keine Leistungssteigerung erzielten, hier aber mit zunehmender Schwierigkeit der Aufgabe Verbesserungen zu beobachten waren. Der kognitive Effekt scheint also besonders dann relevant, wenn die Aufgabenschwierigkeit zunimmt, indem ein System, welches an der Haltungskontrolle beteiligt ist, entweder ausgeschaltet (EBS mit geschlossenen Augen) oder manipuliert (EBS auf dem Stability Trainer) wird. Darüber hinaus kann die Verbesserung der Reaktionszeit die Balancefähigkeit steigern. Diese Erkenntnis gewannen Lord und Kollegen bereits 1995. Auch in der vorliegenden Untersuchung lässt sich eine gesteigerte Reaktionsfähigkeit in den Experimentalgruppen nachweisen (vgl. 6.3.1), welche die Haltungskontrolle der Teilnehmer positiv beeinflussen und in die Lage versetzen könnte, schneller auf mögliche Instabilitäten während der Aufgabe zu reagieren. Ein weiterer Aspekt ist der mögliche positive Einfluss der Interventionsmaßnahmen auf psychologischer Ebene. Das durch die Intervention gesteigerte Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten kann zu besseren Leistungen in Gleichgewichtsaufgaben führen (Woollacott, 2000). Für dieses Argument sprechen auch die Selbsteinschätzungen der Teilnehmer. So empfanden 56 % der Motorikgruppe und knapp 60 % der Kombinationsgruppe eine bessere bis viel bessere allgemeine Stabilität als zu Beginn der Studie. Bei der konkreten Befragung zur Gleichgewichtsfähigkeit fielen die Beurteilungen noch deutlicher aus: 72 % der Motorikgruppe, 68 % der Kombinationsgruppe sowie 50 % der Kognitionsgruppe berichteten im Verlauf der Studie von besseren bis viel besseren Fähigkeiten im Bereich des Gleichgewichts.

Neben den differierenden Gruppenentwicklungen ergaben sich für alle Gleichgewichtstests Zwischensubjekteffekte bezüglich des Alters. Die Teilnehmer konnten mit zunehmendem Alter – unabhängig von der Schwierigkeit der Aufgabe – weniger lange im TDS oder auf einem Bein stehen. Dies bestätigt einmal mehr die altersbedingten Veränderungen der Gleichgewichtsfähigkeit (im Überblick: Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Blischke & Schott, 2010b).

Auch wenn sich ein direkter Vergleich der Interventionsmaßnahmen aufgrund der Heterogenität der Ausgangswerte und des Deckeneffektes beim TDS und EBS mit geöffneten Augen schwierig gestaltet, kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Kombinationsgruppe hinsichtlich der situationsbezogenen Haltungsstabilität am stärksten von ihren Interventionsinhalten profitiert. Zudem nimmt die Gleichgewichtsfähigkeit älterer Erwachsener ohne spezifische Intervention im Verlauf eines Jahres ab oder sie stagniert.

6.1.5 Posturographie

Die Posturographie ist ein Testverfahren, welches Veränderungen des Körperschwerpunktes in der Horizontalebene erfasst. Zur Datengewinnung werden die Bewegungen des KSP bzw. des Druckmittelpunktes auf der Unterstützungsfläche über die zurückgelegte Wegstrecke oder die überstrichene Fläche quantifiziert. Für jede der Gleichgewichtsaufgaben wurden folgende fünf Parameter berechnet:

- ⇒ Länge des Schwankungsweges nach anterior-posterior in mm
- ⇒ Länge des Schwankungsweges nach medio-lateral in mm
- ⇒ Länge des gesamten Schwankungsweges in mm
- ⇒ Schwankungsfläche in mm²
- ⇒ Schwankungsgeschwindigkeit mm/s

Die Ergebnisse der einfachen Gleichgewichtsaufgaben „Stehen mit offenen und geschlossenen Augen“ sowie „Aufstehen normal und schnell“ sind im folgenden Abschnitt beschrieben. Die Ergebnisse der Doppelaufgabe „Stehen und Bearbeitung des Farb-Wort-Tests“ werden unter 6.5.6 bei der Darstellung der Ergebnisse der kognitiven Leistungsfähigkeit erläutert.

6.1.5.1 Stehen mit geöffneten Augen

Für die Testaufgabe „Stehen mit geöffneten Augen“ ergaben sich für alle fünf Parameter weder Haupteffekte noch Interaktionseffekte. Auch Gruppenunterschiede ließen sich nicht nachweisen.

Tabelle 15: Range der Mittelwerte und Standardabweichungen bei „Stehen mit geöffneten Augen“

	Range M	Range SD
anterior-posterior (mm)	15,65 – 17,09	9,14 - 9,85
medio-lateral (mm)	23,74 – 26,04	10,73 – 12,80
Länge (mm)	506,86 – 539,61	228,12 – 322,65
Fläche (mm ²)	861,45 – 944,61	966,52 – 1825,83
Geschwindigkeit (mm/s)	16,90 – 17,99	7,60 – 10,75

Lediglich im Test der Zwischensubjekteffekte wurden Unterschiede sichtbar. Für die fünf Parameter konnte ein hochsignifikanter Unterschied hinsichtlich des Alters aufgezeigt werden. Die Teilnehmer schwankten mit zunehmendem Alter mehr. Zwischensubjekteffekte waren außerdem für den Schwankungsweg nach anterior-posterior und medio-lateral sowie für die Länge des gesamten Schwankungsweges und die Schwankungsgeschwindigkeit hinsichtlich des Geschlechts zu beobachten.

Tabelle 16: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte mit geöffneten Augen

		F(1, 80)	p	η^2
Alter	anterior-posterior	14.24	.000	.150
	medio-lateral	12.24	.001	.133
	Länge	19.39	.000	.195
	Fläche	11.32	.001	.122
	Geschwindigkeit	19.39	.000	.195
Geschlecht	anterior-posterior	3.45	.067	.041
	medio-lateral	5.36	.023	.063
	Länge	3.71	.058	.044
	Geschwindigkeit	3.71	.058	.044
RF Körperkomposition	medio-lateral	2.93	.091	.035

Darüber hinaus ergab sich für den Schwankungsweg nach medio-lateral ein Unterschied den RF Körperkomposition betreffend. Die eher übergewichtigen Teilnehmer schwankten in der medio-lateralen Ebene stärker.

6.1.5.2 Stehen mit geschlossenen Augen

Ein tendenzieller Haupteffekt ließ sich beim Stehen mit geschlossenen Augen für die Schwankungsfläche ($F_{MZP}(1.8, 142) = 2.37, p = .103, \eta^2 = .029$), nicht aber für die anderen vier Parameter nachweisen. Interaktionseffekte waren bei der Schwankung nach anterior-posterior zwischen Messzeitpunkt und RF Körperkomposition ($F_{MZP \times BMI_WHR}(2.3, 185) = 2.52, p = .075, \eta^2 = .031$) tendenziell zu erkennen. Ebenfalls ergaben sich tendenzielle Interaktionen zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht bei dem Schwankungsweg nach medio-lateral ($F_{MZP \times Geschlecht}(2.5, 198) = 2.68, p = .059, \eta^2 = .032$), der gesamten Schwankungslänge ($F_{MZP \times Geschlecht}(2.4, 192) = 2.59, p = .068, \eta^2 = .031$) und der Geschwindigkeit ($F_{MZP \times Geschlecht}(2.4, 192) = 2.38, p = .085, \eta^2 = .029$).

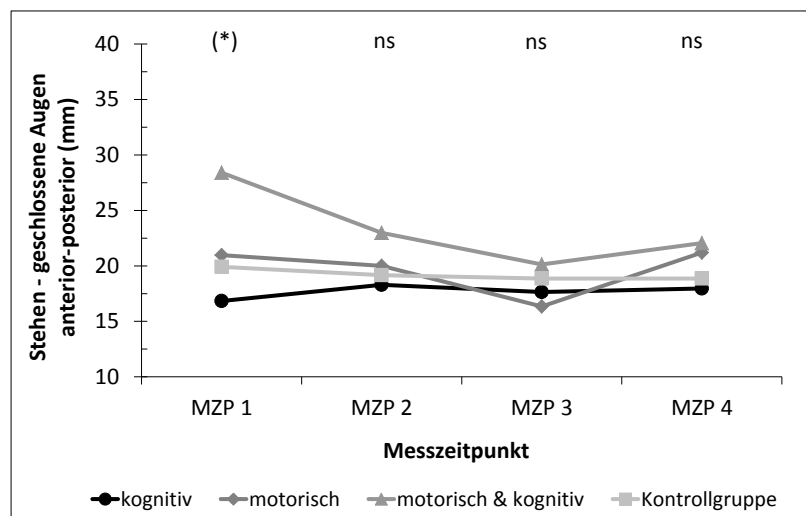


Abbildung 30: Schwankung nach anterior-posterior beim Stehen mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

In den Abbildungen 30, 31 und 32 wird ersichtlich, dass bei der Schwankung nach anterior-posterior sowie der Schwankungsfläche und Schwankungsgeschwindigkeit zum ersten Messzeitpunkt eine große Diskrepanz zwischen der Kombinationsgruppe und den drei anderen Gruppen bestand ($F_{\text{ant-post}}(3, 86) = 2.29, p = .084$; $F_{\text{Fläche}}(3, 86) = 2.56, p = .060$; $F_{\text{Geschw}}(3, 86) = 2.08, p = .018$). Für die drei Parameter verloren sich diese Effekte im Verlauf der Studie. Die Gruppenunterschiede zum ersten Messzeitpunkt bestätigte der Post-hoc-Test nicht.

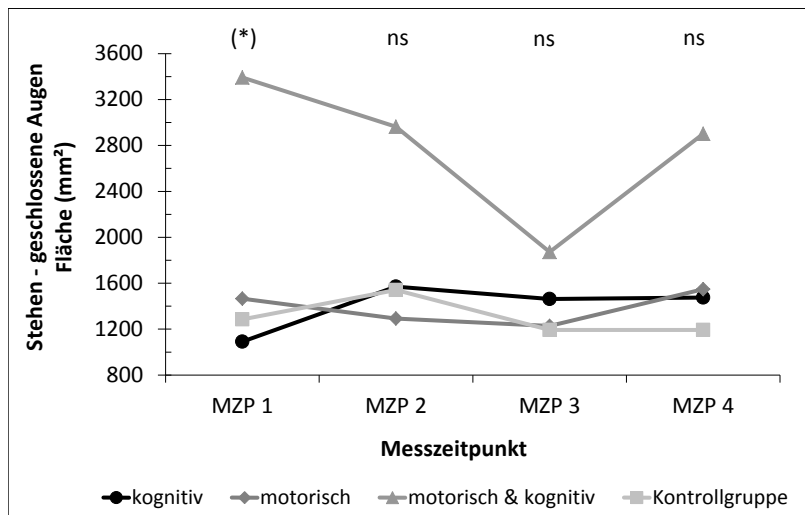


Abbildung 31: Schwankungsfläche beim Stehen mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

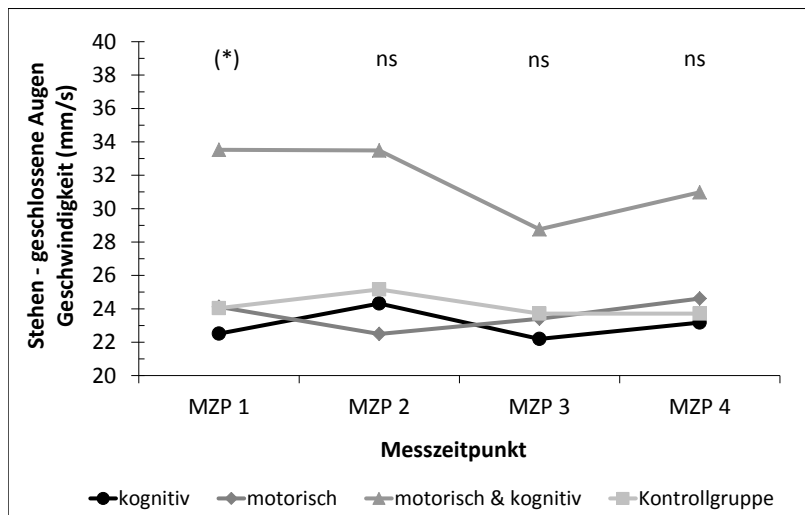


Abbildung 32: Schwankungsgeschwindigkeit beim Stehen mit geschlossenen Augen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hinsichtlich der Zwischensubjekteffekte waren ebenso wie beim Stehen mit geöffneten Augen für alle fünf Parameter hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Alters festzustellen.

Tabelle 17: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte mit geschlossenen Augen

		F(1, 80)	p	η^2
Alter	anterior-posterior	18.23	.000	.186
	medio-lateral	13.49	.000	.144
	Länge	23.30	.000	.226
	Fläche	13.95	.000	.148
	Geschwindigkeit	23.00	.000	.223
Geschlecht	anterior-posterior	4.66	.034	.055
	medio-lateral	8.28	.005	.094
	Länge	4.15	.045	.049
	Geschwindigkeit	4.18	.044	.050

Bei der dynamischen Gleichgewichtsaufgabe „Aufstehen“ ergaben sich für die einzelnen Parameter keine signifikanten Haupteffekte. Ein Interaktionseffekt ließ sich lediglich bei der Schwankungsfläche zwischen Messzeitpunkt und RF Körperkomposition ($F_{MZP \times BMI_WHR}(2.5, 190) = 2.49, p = .073, \eta^2 = .031$) nachweisen. Für die vier anderen Parameter blieben die Interaktionen statistisch unbedeutsam.

6.1.5.3 Aufstehen (normal)

Bei der dynamischen Gleichgewichtsaufgabe „Aufstehen“ zeigten sich für die einzelnen Parameter keine signifikanten Haupteffekte. Ein Interaktionseffekt ließ sich lediglich bei der Schwankungsfläche zwischen Messzeitpunkt und RF Körperkomposition ($F_{MZP \times BMI_WHR}(2.5, 190) = 2.49, p = .073, \eta^2 = .031$) nachweisen. Für die vier anderen Parameter blieben die Interaktionen statistisch unbedeutsam. Zum ersten Messzeitpunkt fielen die Körperschwankungen nach medio-lateral bei der Kognitionsgruppe wesentlich geringer aus als bei den drei anderen Gruppen ($F(3, 83) = 2.80, p = .045$). Im weiteren Verlauf der Studie hoben sich die Unterschiede auf.

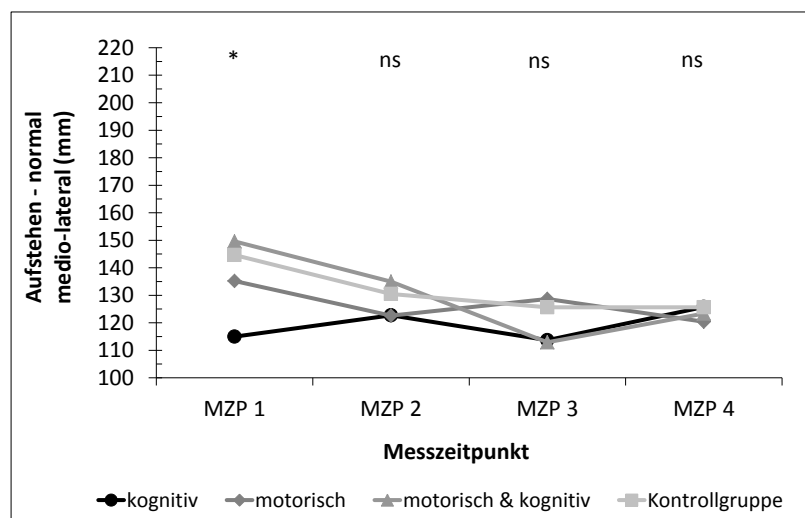


Abbildung 33: Schwankung nach medio-lateral beim Aufstehen(normal) in Abhängigkeit vom Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Bestätigt wurde der Gruppenunterschied im Post-hoc-Test zwischen der Kognitions- und der Kombinationsgruppe ($p = .050$).

Der Test der Zwischensubjekteffekte wies hochsignifikante Unterschiede für das Alter bei der Länge des Schwankungsweges, der Schwankungsfläche und der Schwankungsgeschwindigkeit auf. In Bezug auf das Geschlecht waren signifikante Effekte für alle fünf Parameter zu erkennen.

Tabelle 18: Zwischensubjekteffekte: Aufstehen (normal) auf der Kraftmessplatte

		F(1, 77)	p	η^2
Alter	Länge	22.24	.000	.224
	Fläche	13.95	.000	.148
	Geschwindigkeit	22.24	.000	.224
Geschlecht	anterior-posterior	4.00	.049	.049
	medio-lateral	5.87	.018	.071
	Länge	30.52	.000	.284
	Fläche	30.52	.000	.284
	Geschwindigkeit	30.52	.000	.284

Die Teilnehmer konnten in Abhängigkeit von ihrem Geschlecht und mit zunehmendem Alter das Gleichgewicht nach dem Aufstehen von einem Stuhl weniger gut halten.

6.1.5.4 Aufstehen (schnell)

Ebenso wie beim Aufstehen mit normalem Tempo ergaben sich für das schnelle Aufstehen keine statistisch bedeutsamen Haupteffekte.

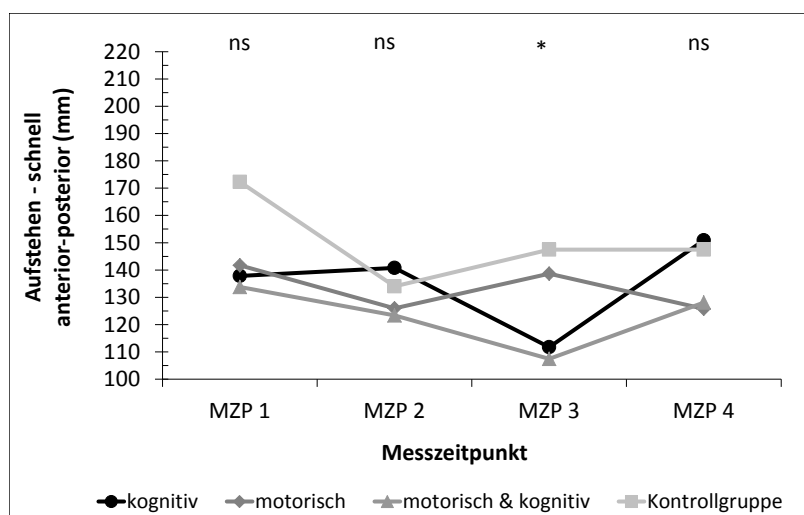


Abbildung 34: Schwankung nach anterior-posterior beim Aufstehen (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

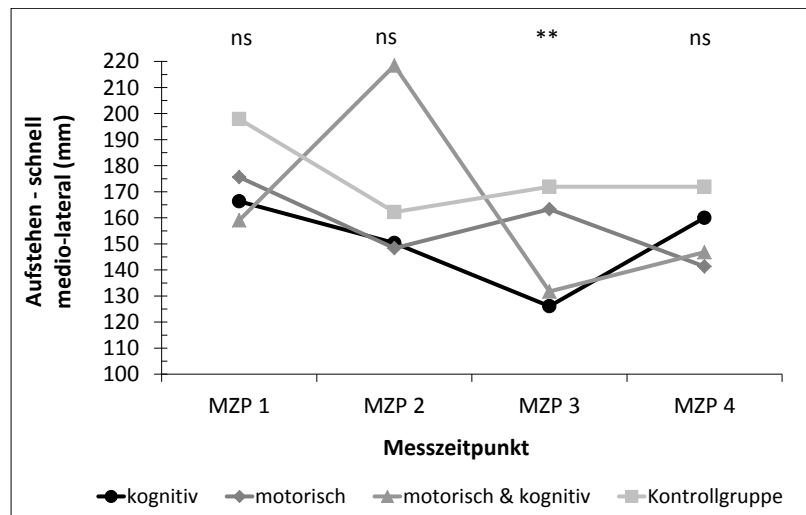


Abbildung 35: Schwankung nach medio-lateral beim Aufstehen (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Ein Interaktionseffekt war lediglich tendenziell bei der Schwankung nach medio-lateral zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(1.5, 112) = 2.79$, $p = .082$, $\eta^2 = .035$) nachzuweisen. Die anderen Kovariaten wiesen keine Effekte auf – weder bei der Schwankung nach medio-lateral noch für die anderen vier Parameter.

Die Varianzanalysen zeigten zum dritten Messzeitpunkt statistisch bedeutsame Gruppenunterschiede bei der Schwankung nach anterior-posterior ($F(3, 83) = 3.35$, $p = .023$), der Schwankung nach medio-lateral ($F(3, 83) = 4.34$, $p = .007$) und der Schwankungsfläche ($F(3, 83) = 2.36$, $p = .078$).

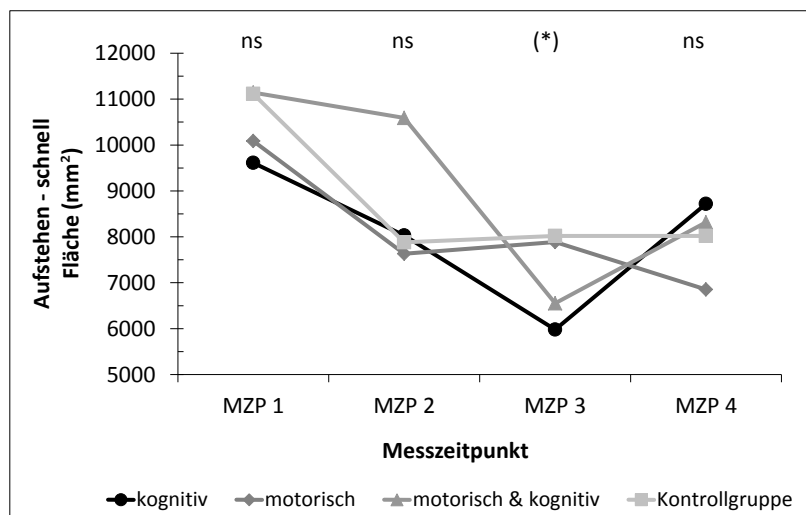


Abbildung 36: Schwankungsfläche beim Aufstehen (schnell) in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Post-hoc-Test bestätigte sich der Gruppenunterschied zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe ($p = .088$) sowie der Kombinations- und der Kontrollgruppe ($p = .061$) bei der Schwankung nach anterior-posterior tendenziell. Bei der Schwankung nach medio-lateral gab es Unterschiede zwischen der Kognitions- und der Motorik-

gruppe ($p = .063$), der Kombinations- und der Kontrollgruppe ($p = .071$) sowie der Kognitions- und der Kontrollgruppe ($p = .020$).

Tabelle 19: Zwischensubjekteffekte: Aufstehen (schnell) auf der Kraftmessplatte

		F(1, 77)	p	η^2
Alter	medio-lateral	6.13	.015	.074
	Geschwindigkeit	6.68	.012	.080
Geschlecht	medio-lateral	3.22	.077	.040
	Länge	6.70	.012	.080

Zwischensubjekteffekte ergaben sich für das Alter bei der Schwankung nach medio-lateral und der Schwankungsgeschwindigkeit. Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts waren bei der Schwankung nach medio-lateral und der Länge des gesamten Schwankungsweges zu beobachten.

6.1.5.5 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Posturographie

Weder bei den statischen (Stehen mit offenen bzw. geschlossenen Augen) noch bei den dynamischen Gleichgewichtsaufgaben auf der Kraftmessplatte ließen sich Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Gruppe erkennen. Das heißt, dass die Experimentalgruppen und die Kontrollgruppe ähnliche Entwicklungen über den Untersuchungszeitraum vorwiesen. Bei der Aufgabe „Stehen mit geschlossenen Augen“ zeigten sich tendenziell unterschiedliche Entwicklungen bei der Schwankung nach anterior-posterior in Abhängigkeit vom RF Körperkomposition. Für die Schwankung nach medio-lateral sowie für den gesamten Schwankungsweg und die -geschwindigkeit waren tendenzielle Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht erkennbar. Bei der Variante mit geschlossenen Augen ließen sich zusätzlich tendenzielle Gruppenunterschiede für die Schwankung nach anterior-posterior, die Schwankungsfläche und -geschwindigkeit beobachten. Diese traten allerdings nur zur Baseline in Erscheinung. Obwohl der Gruppenunterschied im Post-hoc-Test nicht bestätigt wurde, ist zu vermuten, dass sich dieser aufgrund der wesentlich größeren Schwankungsamplitude der Kombinationsgruppe im Vergleich zu den anderen drei Gruppen ergab. Die Teilnehmer der Kombinationsgruppe konnten ihre Körperschwankungen über den Messzeitraum reduzieren, während die anderen beiden Experimentalgruppen ihr Schwankungsverhalten ebenso wenig veränderten wie die Kontrollgruppe. Statistisch bedeutsame Effekte ergaben sich im Verlauf der Studie jedoch nicht mehr. Bezüglich der Entwicklungen der Motorik-, der Kognitions- und der Kontrollgruppe ist anzumerken, dass diese bereits zur Baseline relativ geringe Körperschwankungsamplituden und eine geringe Schwankungsgeschwindigkeit aufwiesen. Dies gilt nicht nur für den Vergleich mit der Kombinationsgruppe, sondern generell. Folglich sind hier Deckeneffekte zu bedenken.

Für die Kombinationsgruppe lässt sich die These bestätigen, dass durch spezifisches Kraft- und Gleichgewichtstraining Verbesserungen von Körperschwankungsparametern erzielt werden können (Lord et al., 1995; Wolfson et al., 1996). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Kombinationsgruppe zur Baseline wesentlich größere Körperschwankungen aufwies als die anderen drei Gruppen der vorliegenden Studie. Dadurch verfügte diese Gruppe über ein größeres Verbesserungspotenzial. Letztlich zeigte die Kombinationsgruppe nach 12 Monaten trotz der Reduzierung der Schwankungsamplitude noch immer die größten Körperschwankungen. Aufgrund dessen sind die positiven Trainingseffekte in der Kombinationsgruppe eher kritisch zu betrachten.

Bei den dynamischen Gleichgewichtsaufgaben zeichnete sich beim normalen Aufstehen hinsichtlich der medio-lateralen Schwankung bereits zur Baseline ein Gruppenunterschied zwischen der Kognitions- und der Kombinationsgruppe ab. Die Kognitionsgruppe zeigte für diesen Parameter die geringsten Werte, während die Kombinationsgruppe die größten Schwankungen aufwies. Die Gruppen glichen sich im Schwankungsverhalten nach medio-lateral über die 12 Monate einander an, sodass zum vierten Messzeitpunkt alle vier Gruppen ähnlich geringfügige medio-laterale Schwankungen erzielten. Weitere Gruppenunterschiede ergaben sich bei dieser Aufgabe nicht. Bei der Aufgabe „Aufstehen (schnell)“ zeigten sich nach 8 Monaten Gruppenunterschiede bei der Schwankung nach anterior-posterior und medio-lateral sowie bei der gesamten Schwankungsfläche. Diese Differenzen ergaben sich zugunsten der Kognitions- und der Kombinationsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Bei der medio-lateralen Schwankung waren zusätzlich Divergenzen im Vergleich zur Motorikgruppe zu verzeichnen. Analog dazu zeigten die Kognitions- und die Kombinationsgruppe zum dritten Messzeitpunkt die geringsten Körperschwankungen nach dem schnellen Aufstehen. Da sich die Werte dieser Gruppen zum vierten Messzeitpunkt jedoch wieder verschlechterten, ist hinsichtlich dieser Aufgabe nicht davon auszugehen, dass die Kognitions- und die Kombinationsgruppe von ihren Interventionsinhalten profitieren.

Diese sehr variablen Entwicklungen zeigten sich bei nahezu allen Körperschwankungsparametern sowohl beim Stehen mit geschlossenen Augen als auch bei den beiden dynamischen Aufgaben. Beispielsweise ergaben sich unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit über die Zeit zunächst geringere Körperschwankungsamplituden, die dann zum dritten Messzeitpunkt stiegen, um sich zum vierten Messzeitpunkt wiederum zu verschlechtern und teilweise gar größer ausfielen als zur Baseline. Diese Entwicklungen lassen die Vermutung zu, dass die Kontrollstrategien zur Aufrechterhaltung der posturalen Stabilität durch inter- und intraindividuelle Bedingungen beeinflusst werden und die Manipulation durch eine Intervention kaum wirksam sein kann.

Im Gegensatz zu den mäßigen Effekten in Abhängigkeit von der Intervention zeigten sich bei allen vier Gleichgewichtsaufgaben für verschiedene Schwankungsparameter

hochsignifikante Zwischensubjekteffekte hinsichtlich des Alters. Dies galt insbesondere für die Schwankungsgeschwindigkeit. Mit zunehmendem Alter waren bei den Teilnehmern größere und schnellere Körperschwankungen zu beobachten. Diese Effekte lassen sich auf bekannte altersbedingte Veränderungen des nervösen Systems wie eine reduzierte Nervenleitgeschwindigkeit und nachlassende Propriozeption zurückführen. Auch Veränderungen des sensorischen Systems sind nur schwer durch bewegungsbezogene Interventionen zu beeinflussen und können für die stärkeren Schwankungen mit zunehmendem Alter verantwortlich sein (Kapitel 2.2.3).

Neben den Zwischensubjekteffekten bezüglich des Alters ließen sich ebenfalls in allen Aufgaben geschlechtsspezifische Unterschiede für verschiedene Schwankungsparameter nachweisen. Deren Interpretation ist vernachlässigbar, da die Stichprobe einen wesentlich höheren Frauen- als Männeranteil aufweist.

Abschließend ist festzustellen, dass sich die posturale Kontrolle älterer Erwachsener im Gegensatz zu den situationsbezogenen Gleichgewichtsfähigkeiten (Kapitel 6.1.4.5) kaum durch bewegungsinduzierte Interventionen modifizieren lässt.

6.2 Ergebnisse zum Block mentale Ressourcen

Im Folgenden werden die Fragebogenergebnisse (SF-36, NLQ, SAFFE) beschrieben, die die mentalen Ressourcen sowie die Sturzangst der Teilnehmer über den 12-monatigen Interventionszeitraum dokumentieren.

6.2.1 SF-36

Für den SF-36 wurden die Werte der subjektiven Einschätzung der körperlichen und der psychischen Funktionsfähigkeit berechnet. Abbildung 37 zeigt die Ergebnisse der Dimension „körperliche Funktionsfähigkeit“ der drei Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe.

Die Teilnehmer der Motorikgruppe schätzten ihre körperliche Funktionsfähigkeit vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt stetig höher ein. Die Kombinationsgruppe blieb diesbezüglich relativ konstant. Die Kognitionsgruppe verbesserte sich vom ersten bis zum dritten Messzeitpunkt, verschlechterte sich dann aber wieder zum vierten Messzeitpunkt. Der Score der Kontrollgruppe verringerte sich sukzessive vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt ($F_{\text{MZXGruppe}}(9, 240) = 1.83, p = .063, \eta^2 = .064$). Darüber hinaus ließ sich ein tendenzieller Interaktionseffekt hinsichtlich des RF Körperkomposition nachweisen ($F_{\text{MZXBMI_WHR}}(3, 240) = 2.28, p = .08, \eta^2 = .028$).

In der Varianzanalyse zeigten sich hochsignifikante Gruppenunterschiede nach 12 Monaten ($F(3, 86) = 4.64, p = .005$). Im Post-hoc-Test nach Tukey wurde bereits zum

dritten Messzeitpunkt ein tendenzieller Gruppenunterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .097$) ersichtlich, welcher zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant wurde ($p = .005$). Zusätzlich zeigte sich nach 12 Monaten ein tendenzieller Gruppenunterschied zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .063$).

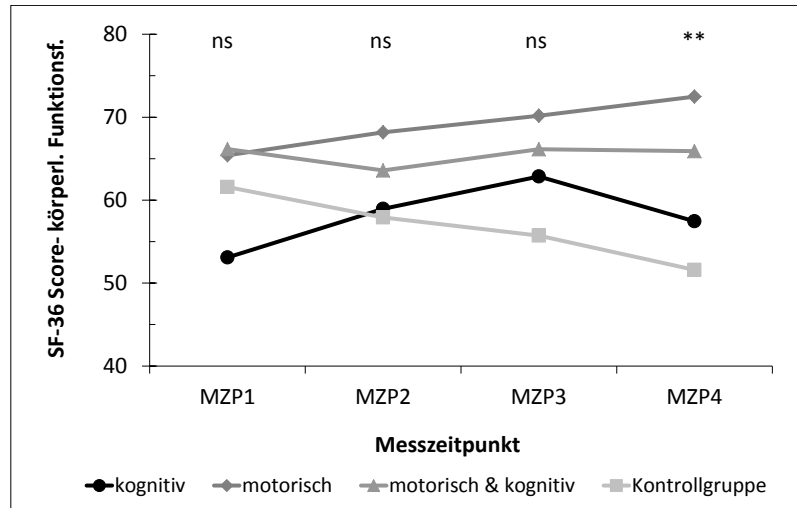


Abbildung 37: SF-36-Score körperliche Funktionsfähigkeit in Abhängigkeit vom Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ($(*) p < .10$; $*$ $p < .05$; $** p < .01$)

Im Test der Zwischensubjekteffekte waren tendenzielle Unterschiede bezüglich des RF Körperkomposition ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 80) = 3.59$, $p = .062$, $\eta^2 = .043$) und der Gruppenzugehörigkeit zu erkennen ($F_{\text{Gruppe}}(3, 80) = 2.22$, $p = .092$, $\eta^2 = .077$). Für das Alter und Geschlecht ergaben sich keine Effekte. Die eher übergewichtigen Teilnehmer schätzten ihre körperliche Funktionsfähigkeit schlechter ein als die normalgewichtigen.

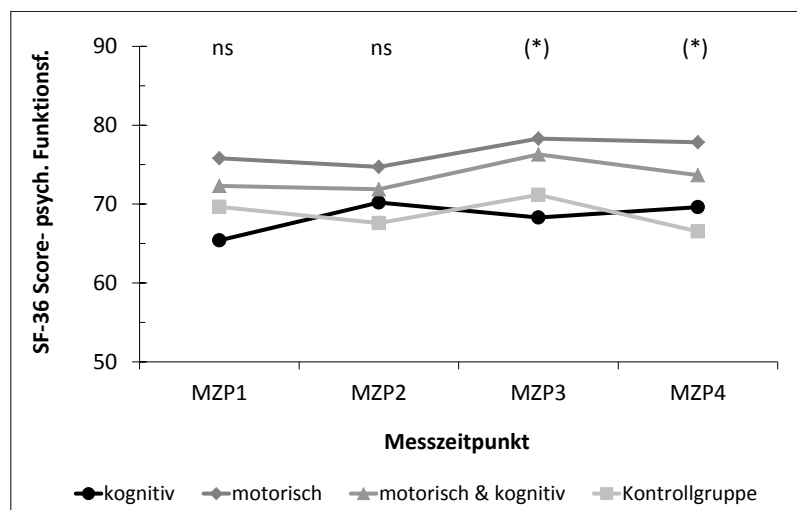


Abbildung 38: SF-36-Score der psychischen Funktionsfähigkeit in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ($(*) p < .10$; $*$ $p < .05$; $** p < .01$)

Im Hinblick auf die psychische Funktionsfähigkeit entwickelten sich die Teilnehmer ähnlich und der Score blieb für alle Gruppen über die vier Messzeitpunkte relativ konstant ($F_{\text{MZPxGruppe}}(9, 240) = 1.00$, $p > .10$, $\eta^2 = .036$). Dennoch ergaben sich tendenzielle

Gruppenunterschiede zum dritten ($F(3, 86) = 2.50, p = .065$) und vierten ($F(3, 86) = 2.71, p = .073$) Messzeitpunkt. Die Mehrfachvergleiche bestätigten diesen Unterschied tendenziell: nach 8 Monaten zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .072$) und nach 12 Monaten zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .064$).

Im Test der Zwischensubjekteffekte war ein tendenzieller Unterschied für die Gruppe zu erkennen ($F_{\text{Gruppe}}(3, 80) = 2.14, p = .102, \eta^2 = .074$).

6.2.2 NLQ

Abbildung 39 veranschaulicht die Ergebnisse des NLQ. Alle Gruppen konnten ihre Scores im NLQ vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt etwas reduzieren⁴⁵. Demzufolge ergab sich kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe ($F_{\text{MZPxGruppe}}(3, 80) = 0.63, p > .10, \eta^2 = .023$). Auch für den Haupteffekt und die Kovariaten „Alter“, „Geschlecht“ und „RF Körperkomposition“ ließ sich keine statistisch bedeutsamen Ergebnisse nachweisen.

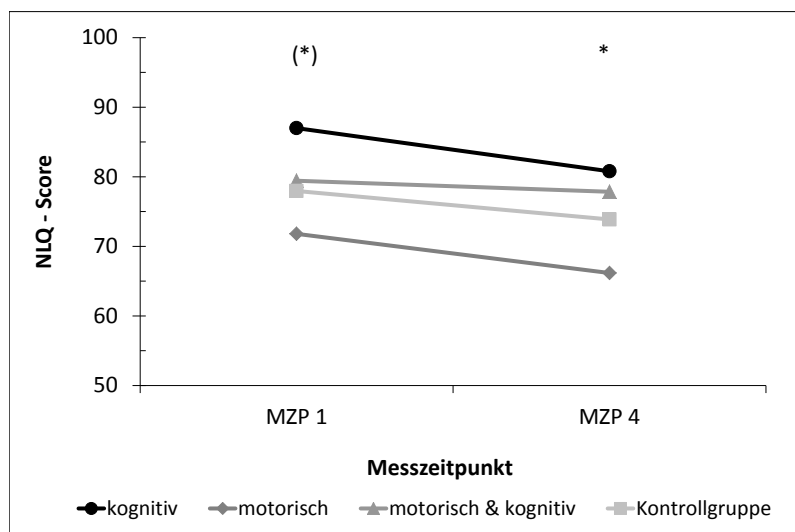


Abbildung 39: Gesamtscore des NLQ in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Bei der Betrachtung der Ergebnisse fällt jedoch auf, dass die Kognitionsgruppe zur Baseline einen wesentlich höheren Score aufwies als jede der drei anderen Gruppen. Der Score der Motorikgruppe war hingegen am niedrigsten. Folglich ergab sich in der Varianzanalyse bereits zur Baseline ein tendenzieller Gruppenunterschied ($F(3, 86) = 2.37, p = .076$), der im Post-Test nach 12 Monaten signifikant wurde ($F(3, 86) = 2.76, p = .047$). Der Post-hoc-Test bestätigte diese Gruppenunterschiede zwischen der Kog-

45 Je niedriger der Score, desto höher der Lebensqualitäts-Index

nitions- und der Motorikgruppe sowohl zum ersten ($p = .046$) als auch zum vierten Messzeitpunkt ($p = .040$).

Im Test der Zwischensubjekteffekte ließ sich hingegen ein signifikanter Unterschied bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 4.56, p = .036, \eta^2 = .054$) beobachten. Ferner bestand ein tendenzieller Effekt für die Gruppe ($F_{\text{Gruppe}}(3, 80) = 2.49, p = .066, \eta^2 = .085$). Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts und RF Körperkomposition waren nicht zu erkennen. Die Teilnehmer berichteten in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit sowie mit zunehmendem Alter von einer geringeren Lebensqualität.

6.2.3 SAFFE

Bei der Auswertung des SAFFE wurden die Aussagen des Fragebogens in verschiedenen Variablen zusammengefasst. Neben dem Aktivitätslevel (0-11) und dem Rückgang in den Aktivitäten (0-11) wurde hinsichtlich der Sturzangst sowohl ein Gesamtscore als auch jeweils ein Score für die Sturzangst bei verschiedenen Aktivitäten berechnet (0-3)⁴⁶: bei Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), bei Aktivitäten, die die Mobilität betreffen, und bei sozialen Aktivitäten. Die Ergebnisse der statistischen Datenanalyse der einzelnen Variablen sind im Folgenden beschrieben.

Für den *Aktivitätslevel* zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt ($F_{\text{MZP}}(1, 80) = 5.99, p = .017, \eta^2 = .070$) und ein tendenzieller Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(1, 80) = 3.22, p = .076, \eta^2 = .039$). Das Aktivitätsniveau blieb bei allen Gruppen über die 12 Monate weitestgehend konstant ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(3, 80) = 1.25, p > .10, \eta^2 = .045$) und lag bei durchschnittlich 8 bis 9,5 Aktivitäten (maximal 11). Den Aktivitätslevel betreffend fiel auf, dass die Kognitions- und die Kontrollgruppe zu Beginn der Studie weniger Aktivitäten ausführte als die Motorik- und die Kombinationsgruppe (Abb. 40). Dieser Gruppenunterschied wurde durch die Varianzanalyse statistisch bestätigt. Zur Baseline ergaben sich hochsignifikante Gruppenunterschiede ($F(3, 86) = 4.38, p = .007$), die sich nach 12 Monaten etwas abschwächten, aber dennoch signifikant blieben ($F(3, 86) = 3.53, p = .018$).

46 Je niedriger der Score, desto geringer ist die Sturzangst

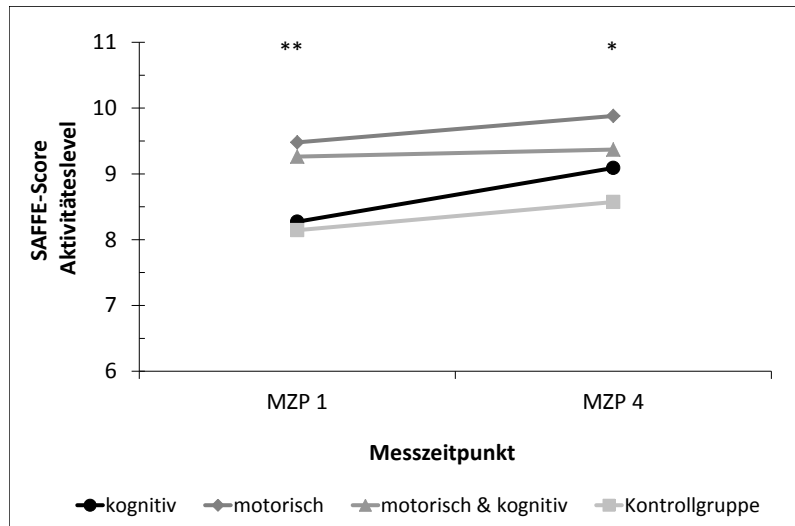


Abbildung 40: SAFE-Score des Aktivitätslevels in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe (* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Zur Baseline bestätigte der Post-hoc-Test die Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .025$) sowie zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .01$). Im Post-Test nach 12 Monaten war lediglich ein Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .011$) nachweisbar.

Der Test der Zwischensubjekteffekte zeigte einen signifikanten Unterschied für den Aktivitätslevel in Bezug auf den RF Körperkomposition ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 80) = 4.46$, $p = .038$, $\eta^2 = .053$) und einen hochsignifikanten Unterschied hinsichtlich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 16.13$, $p = .000$, $\eta^2 = .168$) und der Gruppe ($F_{\text{Gruppe}}(3, 80) = 4.88$, $p = .004$, $\eta^2 = .155$). Die Teilnehmer wiesen in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit und mit zunehmendem Alter ebenso ein geringeres Aktivitätsniveau auf wie diejenigen mit Übergewicht.

Hinsichtlich des Rückgangs der Aktivitäten berichteten die Experimentalgruppen zur Baseline von 2,3 bis 5 Aktivitäten, die sie im Vergleich zu vor 5 Jahren weniger ausführten. Für die Kontrollgruppe waren es im Mittel 3,6 Aktivitäten. Im Post-Test war zu erkennen, dass sich die Anzahl der vermiedenen Aktivitäten bei den Experimentalgruppen etwas verringerte (2,4 bis 3,8 Aktivitäten), während die der Kontrollgruppe annähernd gleich blieben (Abb. 41). Statistisch bedeutsam wurden die Ergebnisse jedoch nicht. Darüber hinaus ergaben sich weder ein Haupteffekt noch weitere Interaktionen. Zu Beginn der Studie war der Rückgang der Aktivitäten bei der Kognitionsgruppe stärker ausgeprägt als bei den anderen Gruppen. Dieser Unterschied wurde durch die Varianzanalyse bestätigt ($F(3, 86) = 3.27$, $p = .025$) und zeigte sich insbesondere zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .014$). Nach 12 Monaten waren keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede nachzuweisen.

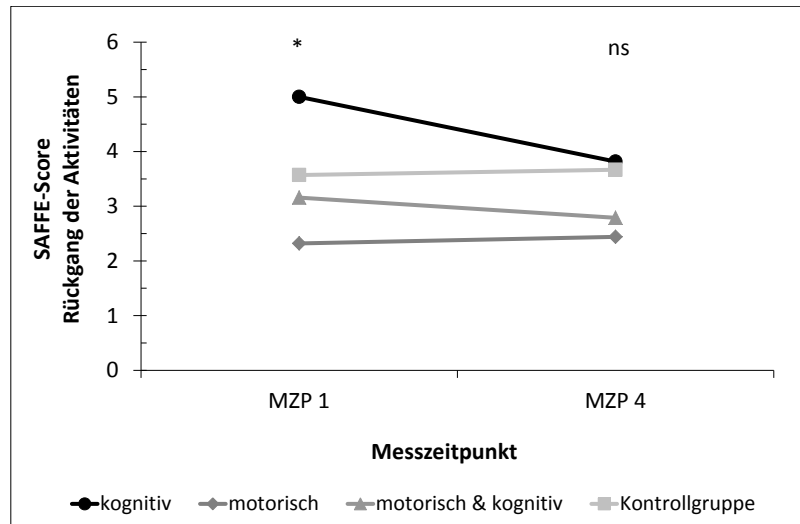


Abbildung 41: SAFE-Score des Rückganges der Aktivitäten in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hochsignifikante Unterschiede im Rückgang der Aktivitäten ergaben sich im Test der Zwischensubjekteffekte für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 13.24$, $p = .000$, $\eta^2 = .142$). Für die Gruppenzugehörigkeit war eine Tendenz zu erkennen ($F_{\text{Gruppe}}(3, 80) = 2.52$, $p = .064$, $\eta^2 = .086$).

Die *allgemeine Sturzangst* (SAFE-Gesamtscore) verringerte sich bei den Experimentalgruppen vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt, während die Kontrollgruppe im Verlauf der 12 Monate eine größere Sturzangst entwickelte ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(3, 80) = 2.13$, $p = .103$, $\eta^2 = .074$). Darüber hinaus war ein tendenzieller Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter zu erkennen ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(1, 80) = 2.68$, $p = .106$, $\eta^2 = .032$).

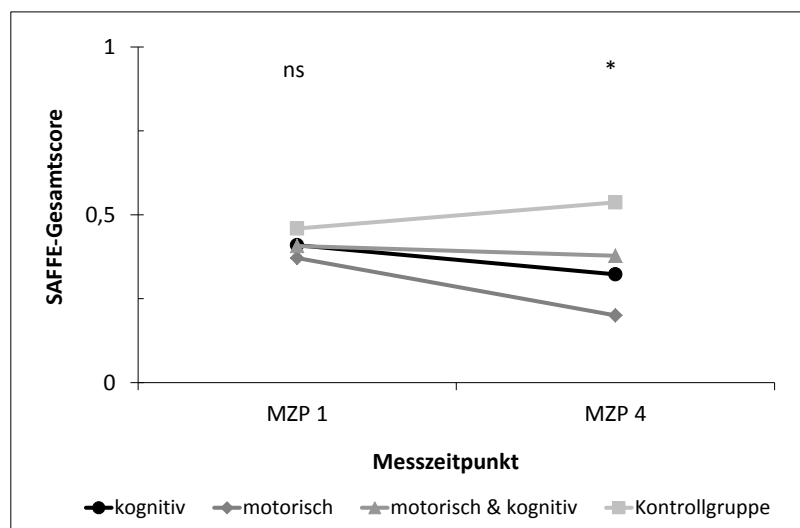


Abbildung 42: SAFE-Gesamtscore in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Signifikante Gruppenunterschiede, die im Post-hoc-Test nach Tamhane jedoch nicht bestätigt wurden, ergaben sich zum vierten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 2.80$, $p = .045$).

Es zeigte sich lediglich annähernd ein tendenzieller Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .118$).

Der Test der Zwischensubjekteffekte ergab einen hochsignifikanten Unterschied für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 9.12$, $p = .003$, $\eta^2 = .102$). Die Teilnehmer waren mit zunehmendem Alter sturzängstlicher.

Bei der Betrachtung der *Sturzangst bei den ADL*, ließ sich ein tendenzieller Haupteffekt für den Messzeitpunkt ($F_{\text{MZP}}(1, 80) = 2.77$, $p = .10$, $\eta^2 = .033$) und ein Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(1, 80) = 2.69$, $p = .105$, $\eta^2 = .032$) erkennen. Die Sturzangst bei den ADL verringerte sich bei der Kognitions- und der Kontrollgruppe minimal im Verlauf der 12 Monate, wohingegen die Motorik- und die Kombinationsgruppe diese etwas stärker abbauen konnten (Abb. 43). Die Gruppenunterschiede wurden in der Varianzanalyse tendenziell signifikant ($F(3, 86) = 2.32$, $p = .081$) und im Post-hoc-Test nach Tamhane zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe tendenziell bestätigt ($p = .018$).

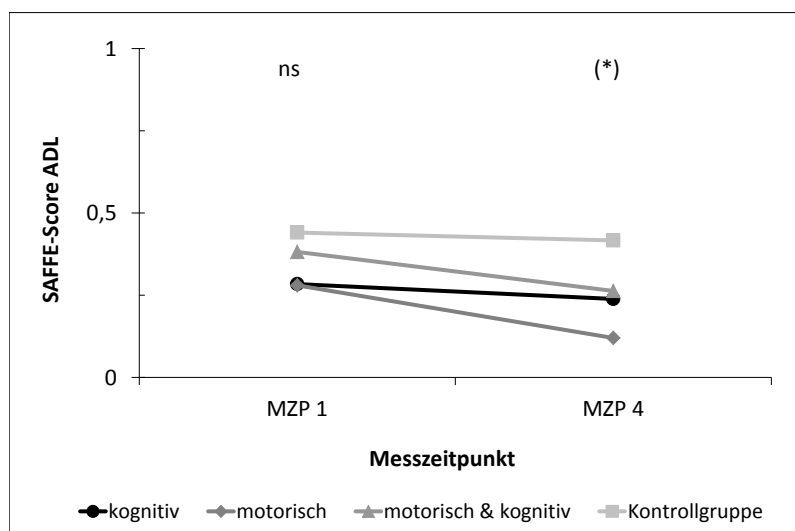


Abbildung 43: SAFFE-Score der ADL in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ($(*) p < .10$; $* p < .05$; $** p < .01$)

Im Test der Zwischensubjekteffekte zeichnete sich auch hier ein hochsignifikanter Unterschied für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 8.50$, $p = .005$, $\eta^2 = .096$) ab.

Die *Sturzangst bei Mobilitätsaufgaben* verringerte sich bei der Motorik- und der Kognitionsgruppe über die 12 Monate, während sowohl die Kombinationsgruppe als auch die Kontrollgruppe diesbezüglich sturzängstlicher wurden ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(3, 80) = 2.77$, $p = .047$, $\eta^2 = .094$). Außerdem ergab sich ein tendenzieller Haupteffekt für den Messzeitpunkt ($F_{\text{MZP}}(1, 80) = 2.82$, $p = .097$, $\eta^2 = .034$) sowie ein Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(1, 80) = 2.71$, $p = .104$, $\eta^2 = .033$).

Statistisch signifikante Gruppenunterschiede zeigten sich nicht. Es war lediglich eine Tendenz erkennbar ($F(3, 86) = 2.08$, $p = .109$).

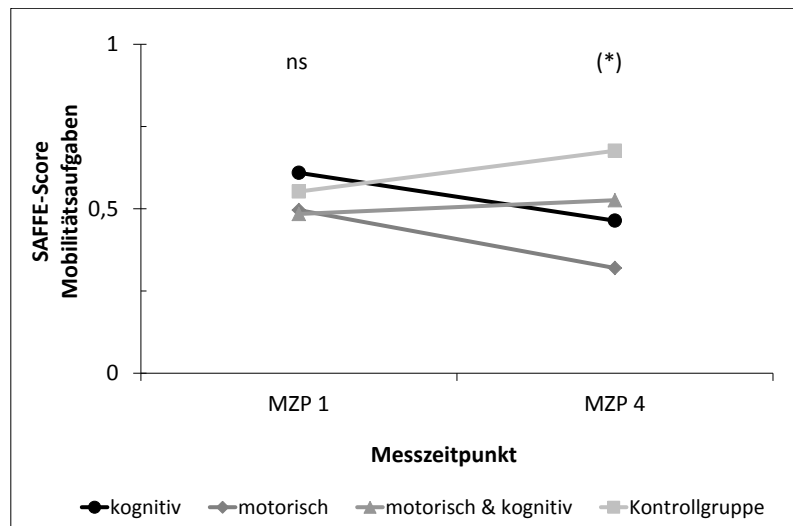


Abbildung 44: SAFE-Score der Mobilitätsaufgaben in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Hochsignifikante Zwischensubjekteffekte zeigten sich bei den Mobilitätsaufgaben für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 8.34, p = .005, \eta^2 = .094$), für das Geschlecht und den RF Körperkomposition jedoch nicht. Die Teilnehmer berichteten mit zunehmendem Alter von einer größeren Sturzangst bei Mobilitätsaufgaben.

Die *Sturzangst bei sozialen Aktivitäten* verringerte sich vom ersten zum vierten Messzeitpunkt in den Experimentalgruppen, wohingegen die Kontrollgruppe bei diesen Aktivitäten sturzängstlicher wurde (Abb. 45). Statistisch signifikant wurde dieser Unterschied nicht ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(3, 80) = 1.16, p > .10, \eta^2 = .042$).

Tendenzielle Gruppenunterschiede ergaben sich zum vierten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 2.60, p = .058$). Diese wurden jedoch in den Mehrfachvergleichen nicht bestätigt.

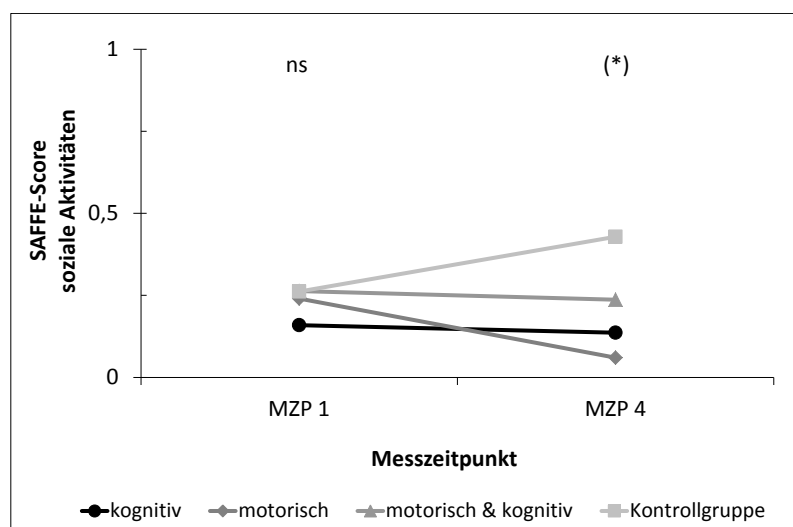


Abbildung 45: SAFE-Score der sozialen Aktivitäten in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Zwischensubjekteffekte waren bei den sozialen Aktivitäten ebenfalls für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 80) = 3.84, p = .053, \eta^2 = .046$) nachzuweisen.

6.2.4 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse des Blocks mentale Ressourcen

Im SF-36 verbesserte sich im Verlauf der Studie die Einschätzung der körperlichen und psychischen Funktionsfähigkeit bei den drei Experimentalgruppen. Bei der Kontrollgruppe waren hingegen sukzessive Verluste hinsichtlich der Einschätzung ihrer körperlichen Funktionsfähigkeit zu verzeichnen, während der Score der psychischen Funktionsfähigkeit über die 12 Monate annähernd konstant blieb.

Ein statistisch bedeutsamer Gruppenunterschied bezüglich der körperlichen Funktionsfähigkeit zeigte sich nach 12 Monaten zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe sowie tendenziell zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe. Für die psychische Funktionsfähigkeit ließen sich nur tendenzielle Gruppenunterschiede nachweisen, die nach 8 und 12 Monaten in Erscheinung traten. Auch hier ergaben sich die Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe sowie der Motorik- und der Kognitionsgruppe. Die Vergleichswerte einer bevölkerungsrepräsentativen Erhebung von Gunzelmann, Albani, Beutel und Brähler (2006) für die körperliche Funktionsfähigkeit liegen im Schnitt bei 70 (Frauen) bzw. knapp 81 (Männern). Bei der Betrachtung der Werte der vorliegenden Untersuchung fällt auf, dass diese mit 53 und 66 unterdurchschnittlich ausfielen. Die Experimentalgruppen verbesserten sich zwar diesbezüglich bis zum Studienende, aber einen annähernd normalen Wert erreichten lediglich die Teilnehmer der Motorikgruppe. Hinsichtlich der körperlichen Funktionsfähigkeit lassen sich die Steigerungen in erster Linie dadurch erklären, dass alle Experimentalgruppen körperlich trainierten. So verbesserte sich analog zu der Steigerung der motorischen und funktionellen Leistungsfähigkeit auch die subjektive Einschätzung in puncto körperliche Funktionsfähigkeit am stärksten in der Motorikgruppe. Aber auch die Kognitions- und die Kombinationsgruppe profitierten hinsichtlich der körperlichen Funktionsfähigkeit von ihrem Training. Die Kontrollgruppe schätzte hingegen ihre körperlichen Funktionen über die 12 Monate erwartungsgemäß immer geringer ein, da sie keinerlei körperliches Training durchführten.

Bezüglich der psychischen Funktionsfähigkeit fielen die Ergebnisse ähnlich aus. Die Kognitionsgruppe wies den niedrigsten Wert auf, welcher auch hier mit 65 unter dem Durchschnitt von 68 bis 74 lag. Während sich die Kognitionsgruppe im Verlauf der Studie steigern konnte, verringerte sich der Score der Kontrollgruppe auf 66. Ferner fiel bei der Betrachtung der SF-36-Ergebnisse auf, dass die größten Steigerungen in der Regel bis zum dritten Messzeitpunkt zu beobachten waren. In den letzten 4 Monaten der Intervention ergaben sich kaum noch Veränderungen. Insbesondere in der Kognitionsgruppe verschlechterten sich die Werte wieder im letzten Interventionsdrittel.

Interessant ist diesbezüglich auch, dass sich dieser Befund mit den tatsächlichen Bewegungsaktivitäten, die mit dem PASE erhoben wurden, annähernd deckt. Im letzten Drittel verringerte sich sowohl das Aktivitätsniveau der Teilnehmer als auch die subjektive Einschätzung der eigenen Funktionsfähigkeiten. Beim PASE nahm der Aktivitätslevel in der Motorik- und der Kombinationsgruppe zwischen dem dritten und vierten Messzeitpunkt ähnlich stark ab wie bei der Kognitionsgruppe, wohingegen die subjektive Einschätzung der körperlichen Funktionsfähigkeit bei beiden Gruppen konstant blieb. Diese Beobachtung ließe sich dadurch erklären, dass körperliches motorisches Training das Vertrauen in die eigenen körperlichen Fähigkeiten und somit die Selbstwirksamkeit stärker positiv beeinflusst als ein Training, welches nicht gezielt auf die Stärkung der körperlichen Fähigkeiten ausgerichtet ist. Obwohl der Bewegungsumfang verringert wurde blieb das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten bestehen.

Zusätzlich können diese sehr variablen Ergebnisse im SF-36 darin begründet sein, dass die Erhebung der körperlichen und psychischen Funktionsfähigkeit ausschließlich durch subjektive Einschätzungen seitens der Teilnehmer erfolgt. Insbesondere bei älteren Menschen sind diese maßgeblich vom momentanen Wohlbefinden abhängig, welches im Alter häufiger tagesformabhängig ist als bei jüngeren Menschen. Gestützt wird diese Annahme durch die Beobachtungen der Testleiter, die häufig vom tagesformabhängigen Wohlbefinden der Teilnehmer berichteten.

Im NLQ ergab sich bereits zur Baseline ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Entsprechend der Ergebnisse des SF-36 wies die Kognitionsgruppe den niedrigsten und die Motorikgruppe den höchsten Lebensqualitäts-Index auf. Beide Gruppen steigerten sich hinsichtlich der Lebensqualität, sodass nach 12 Monaten ein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen nachzuweisen war. Auch die Kontrollgruppe steigerte sich etwas hinsichtlich ihres NLQ-Wertes. Die Kombinationsgruppe blieb hingegen konstant. Diese divergierenden Ergebnisse lassen keine differenzierten Aussagen über die Effektivität der verschiedenen Interventionen in Bezug auf die Lebensqualität älterer Menschen zu. Da im NLQ, ähnlich wie im SF-36, subjektive Einschätzungen abgefragt werden, scheint auch hier eher das tagesabhängige Befinden der Teilnehmer für ihre Antworten verantwortlich gewesen zu sein.

Wie schon im SF-36 und NLQ waren auch im SAFFE bei allen Variablen die besten Ergebnisse für die Motorikgruppe zu verzeichnen. Die Teilnehmer dieser Gruppe wiesen das höchste Aktivitätsniveau auf und waren am wenigsten sturzängstlich. Folglich bestätigt die vorliegende Untersuchung den Zusammenhang zwischen Sturzangst, körperlicher Funktionsfähigkeit und der allgemeinen Lebensqualität und stützt somit die Befunde anderer Autoren (Lachman et al., 1998; Legters, 2002; Schott, 2007).

Für den Aktivitätslevel zeigten sich bei der Kognitionsgruppe sowie der Kontrollgruppe die geringsten Ausgangswerte. Die Kognitionsgruppe steigerte die Aktivitäten bis zum

Post-Test, die anderen beiden Experimentalgruppen hielten ihren Aktivitätslevel annähernd konstant. Dieses Ergebnis korreliert sowohl bezüglich der Ausgangswerte als auch im Hinblick auf die Entwicklung mit den Resultaten des PASE (vgl. Kapitel 6.1.1), welcher den allgemeinen Bewegungsaktivitätslevel erfasst. Ähnlich fielen die Ergebnisse für den Rückgang der Aktivitäten aus. Auch hier schnitt die Kognitionsgruppe am schlechtesten ab. Sie berichteten von durchschnittlich 5 Aktivitäten, die sie im Vergleich zu vor 5 Jahren weniger ausführten. Bei der Motorikgruppe waren das hingegen nur 2,4 Aktivitäten. Die Kognitionsgruppe konnte sich im Rückgang der Aktivitäten wesentlich verbessern, während die Motorikgruppe hier konstant blieb. Signifikant wurden diese Entwicklungen aber nicht. Dennoch kann festgehalten werden, dass die Kognitionsgruppe in diesem Punkt den größten Nutzen aus ihrer Intervention zieht. Der Rückgang der Aktivitäten wird in der gerontologischen Literatur häufig mit der sturzassozierten Selbstwirksamkeit in Verbindung gebracht und teilweise mit dieser gleichgesetzt (Seeman et al., 1999). Demzufolge können die vorliegenden Ergebnisse dahin gehend interpretiert werden, dass bewegtes Kognitionstraining die sturzassozierte Selbstwirksamkeit hinsichtlich spezifischer Aktivitäten erhöhen kann, wenngleich die eigenen Kompetenzen bei allgemeinen Aktivitäten nicht durch das Training gestärkt werden können (siehe oben).

Im Gegensatz zu den Variablen des SAFFE, die die Aktivitäten betreffen, waren für die allgemeine Sturzangst homogene Ausgangswerte zu verzeichnen. Die drei Experimentalgruppen konnten ihre Sturzangst über die 12 Monate reduzieren, wobei die Motorikgruppe bezüglich der Sturzangst am meisten von ihrer Intervention profitierte. Die Kontrollgruppe wurde im Verlauf der Studie hingegen sturzängstlicher. Hier zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied. Bei Untergliederung der Sturzangst in verschiedene Aktivitäten wie Mobilitätsaufgaben, Ausführung der ADL oder soziale Aktivitäten, waren kaum statistische Effekte nachzuweisen.

Darüber hinaus ergaben sich für alle Parameter der Sturzangst signifikante Zwischensubjekteffekte hinsichtlich des Alters. Mit zunehmendem Alter waren die Teilnehmer sturzängstlicher, verringerten ihren Aktivitätsumfang und reduzierten die Aktivitäten über die Zeit.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Teilnehmer der drei Trainingsinterventionen in Bezug auf ihre mentalen Ressourcen von den Inhalten profitierten. Da sich der Gewinn jedoch sehr differierend darstellt und die Ausgangswerte der Gruppen teilweise äußerst heterogen ausfielen, sind die Ergebnisse kritisch zu betrachten. Um differenzierte Aussagen über die Effektivität der Trainingsinhalte auf die mentalen Ressourcen älterer Menschen treffen zu können, bedarf es weiterer Untersuchungen mit einer homogeneren Stichprobe.

6.3 Ergebnisse zum Block Kognition

Einbußen in der kognitiven Leistungsfähigkeit werden häufig als Sturzrisikofaktor benannt. Inwieweit die kognitiven Fähigkeiten ein Sturzgeschehen beeinflussen, ist jedoch noch nicht ausreichend untersucht. Zur Überprüfung der kognitiven Fähigkeiten wurden in der vorliegenden Studie ein Reaktionszeit-Test, der Block-Tapping-Test, der Bilder-Test und der Farb-Wort-Test durchgeführt. Darüber hinaus erfolgten komplexe Gleichgewichtstests im Sinne des Doppelaufgaben-Paradigmas, um den Zusammenhang zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit und posturalen Kontrolle darzustellen. In den nachstehenden Abschnitten werden die Ergebnisse dieser Tests erläutert und abschließend diskutiert.

6.3.1 Reaktionszeit-Test

6.3.1.1 Einfache Reaktionszeit

Aus Abbildung 46 wird ersichtlich, dass sich die Experimentalgruppen hinsichtlich der einfachen Reaktionszeit (Zeigefinger sofort nach dem Tonsignal so schnell wie möglich von der Kontaktaste abheben) vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt verbesserten, sodass alle Experimentalgruppen zum vierten Messzeitpunkt eine mittlere Reaktionszeit von unter 200 ms erreichten. Die Reaktionszeiten der Kontrollgruppe blieben hingegen relativ konstant. Die Entwicklung der Gruppen wurde jedoch nicht signifikant ($F_{\text{MZPxGruppe}}(8.2, 222) = 1.47, p > .10, \eta^2 = .052$). Für die Kovariate „Alter“ war ein signifikanter Interaktionseffekt zu beobachten ($F_{\text{MZPxAlter}}(2.7, 222) = 3.08, p = .032, \eta^2 = .037$).

In der Varianzanalyse wurden Gruppenunterschiede zum dritten ($F(3, 86) = 3.01, p = .035$) und vierten ($F(3, 86) = 2.53, p = .063$) Messzeitpunkt deutlich. Die Mehrfachvergleiche bestätigten lediglich einen tendenziellen Unterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe zum dritten Messzeitpunkt ($p = .112$).

Ein signifikanter Unterschied war im Test der Zwischensubjekteffekte bezüglich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 4.96, p = .029, \eta^2 = .058$), aber nicht hinsichtlich des Geschlechts zu beobachten. Die Teilnehmer reagierten mit zunehmendem Alter langsamer bei einer einfachen Reaktionsaufgabe.

Für die Reaktionszeiten wurde zusätzlich ein Variationskoeffizient⁴⁷ berechnet, der die Schwankungen der Reaktionszeit um den Mittelwert angibt. Dieser schwankte bei der

47 Der Variationskoeffizient bezeichnet die Streubreite der Reaktionszeiten. Er gibt an, um wie viel Prozent die Reaktionszeiten variieren. Die Berechnung erfolgt durch die Formel: $RTCV = RTSD/RTM \times 100$.

einfachen Reaktionszeit zwischen 25 und 30 % und verringerte sich von Messzeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 4 bei den drei Experimentalgruppen. Bei der Kontrollgruppe erhöhte sich der Koeffizient zum dritten Messzeitpunkt, um dann zum vierten Messzeitpunkt wieder ungefähr zum Ausgangswert zurückzukehren. Statistisch bedeutsam wurde diese unterschiedliche Entwicklung jedoch nicht ($F_{\text{MZPxGruppe}}(9, 243) = 1.29$, $p > .10$, $\eta^2 = .046$).

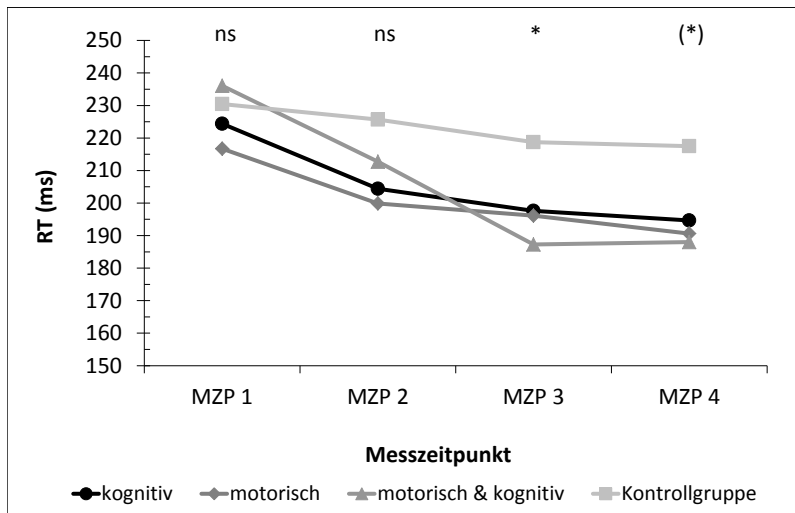


Abbildung 46: Einfache RT in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Gemäß des Verlaufs des Variationskoeffizienten zeigte sich zum dritten Messzeitpunkt ein tendenzieller Gruppenunterschied ($F(3, 86) = 2.41$, $p = .073$), der aber im Post-hoc-Test nach Tamhane nicht bestätigt wurde.

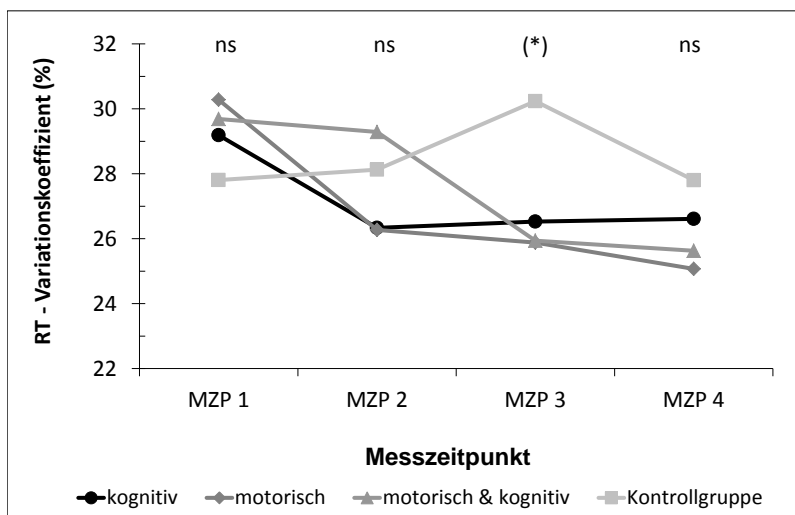


Abbildung 47: Variationskoeffizient bei der einfachen RT in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Test der Zwischensubjekteffekte war ein hochsignifikanter Unterschied für das Alter zu erkennen ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 8.83, p = .004, \eta^2 = .098$). Die Teilnehmer wiesen mit zunehmendem Alter größere Variationen in ihrer Reaktionszeit auf.

6.3.1.2 Wahlreaktion schnell – bekannt

Bei der Wahlreaktionsaufgabe wurden unterschiedliche Parameter erhoben, deren Ergebnisse in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

- ⇒ Reaktionszeit bei der Wahlreaktion nach links und der Variationskoeffizient der Reaktionszeit bei der Wahlreaktion nach links
- ⇒ Gesamte Wahlreaktionszeit (Reaktionszeit + Bewegungszeit) nach rechts und der Variationskoeffizient der Wahlreaktionszeit nach rechts
- ⇒ Gesamte Wahlreaktionszeit (Reaktionszeit + Bewegungszeit) nach links und der Variationskoeffizient der Wahlreaktionszeit nach links

Bei der Wahlreaktion entwickelten sich die Reaktionszeiten der Gruppen unterschiedlich. Während sich die Reaktionszeiten der Experimentalgruppen sowohl für die Wahlreaktionen nach rechts als auch für die nach links verbesserten, blieben die Reaktionszeiten der Kontrollgruppe bei beiden Seiten relativ stabil (Abb. 48 und Abb. 49). Dadurch ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe ($F_{\text{MZPxGruppe}}(5.9, 159) = 2.17, p = .050, \eta^2 = .074$). Haupteffekte für „Messzeitpunkt“, „Lateralität“ und „Messzeitpunkt und Lateralität“ zeigten sich ebenso wenig wie weitere Interaktionen. In der Varianzanalyse ließen sich für die Wahlreaktion nach rechts ab dem zweiten Messzeitpunkt signifikante Gruppenunterschiede ($F(3, 86) = 3.09, p = .032$) nachweisen, die zum vierten Messzeitpunkt schließlich hochsignifikant wurden (MZP 3: $F(3, 86) = 3.02, p = .034$; MZP 4: $F(3, 86) = 9.03, p = .000$).

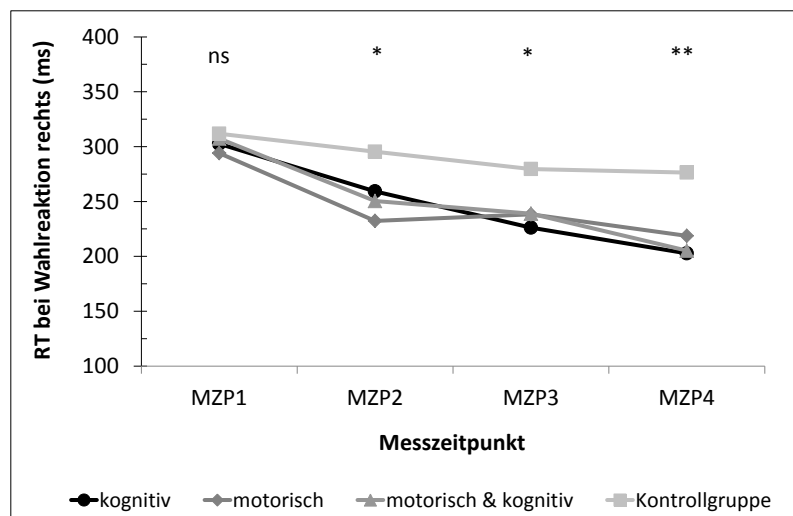


Abbildung 48: RT bei der Wahlreaktion nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Post-hoc-Test wurden die Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zum zweiten Messzeitpunkt bestätigt ($p = .019$). Nach 8 Monaten ließen sich keine Gruppenunterschiede im Post-hoc nachweisen. Nach 12 Monaten schließlich unterschieden sich die drei Experimentalgruppen jeweils signifikant bis hochsignifikant von der Kontrollgruppe (Mot. vs. KG: $p = .045$; Kog. vs. KG: $p = .003$; Kombi. vs. KG: $p = .004$).

Bei der Wahlreaktion nach links ergaben sich ebenfalls ab dem zweiten Messzeitpunkt statistisch bedeutsame Gruppenunterschiede in der Varianzanalyse ($F(3, 86) = 2.52$, $p = .063$), die zum vierten Messzeitpunkt sukzessive hochsignifikant wurden (MZP 3: $F(3, 86) = 3.08$, $p = .032$; MZP 4: $F(3, 86) = 7.97$, $p = .000$).

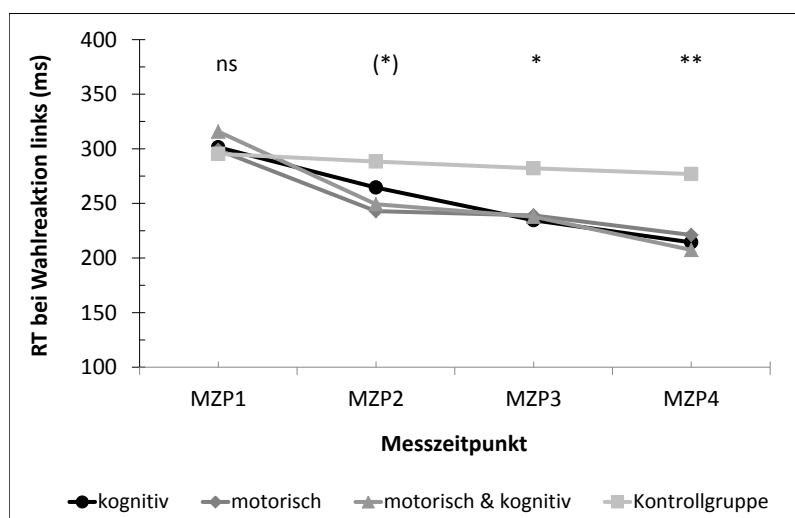


Abbildung 49: RT bei der Wahlreaktion nach links in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Post-hoc-Test bestätigte ab dem zweiten Messzeitpunkt ($p = .055$) einen Leistungsunterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe (MZP 3: $p = .074$; MZP 4: $p = .044$). Nach 8 Monaten ergaben sich zusätzlich Unterschiede zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe ($p = .049$) als auch zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe ($p = .092$). Ähnlich wie bei der Wahlreaktion nach rechts wurden auch diese Unterschiede nach 12 Monaten teilweise hochsignifikant (Kog. vs. KG: $p = .013$; Kombi. vs. KG: $p = .005$).

Im Test der Zwischensubjekteffekte waren Unterschiede hinsichtlich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 5.23$, $p = .025$, $\eta^2 = .061$) und der Gruppe ($F_{\text{Gruppe}}(3, 81) = 2.59$, $p = .058$, $\eta^2 = .088$) zu beobachten, nicht aber für das Geschlecht. Die Gruppen unterschieden sich bei der Wahlreaktion in ihrer Reaktionszeit und mit zunehmendem Alter verlangsamte sich diese bei der Wahlreaktionsaufgabe.

Der Variationskoeffizient der Reaktionszeit bei der Wahlreaktion schwankte zwischen 9,5 und 19 % und verringerte sich bei allen Gruppen sukzessive von Messzeitpunkt 1 zu

Messzeitpunkt 4 für beide Seiten, ohne statistisch bedeutsam zu werden. Haupteffekte ergaben sich nicht. Lediglich für die Interaktion „Lateralität und Gruppe“ waren tendenzielle Veränderungen zu erkennen ($F_{\text{LatxGruppe}}(3, 81) = 2.52, p = .064, \eta^2 = .085$). Für den Variationskoeffizienten zeigten sich nach 4 Monaten signifikante Gruppenunterschiede bei der Wahlreaktionszeit nach rechts ($F(3, 86) = 3.59, p = .017$), tendenzielle Unterschiede ergaben sich nach 12 Monaten ($F(3, 86) = 2.15, p = .100$).

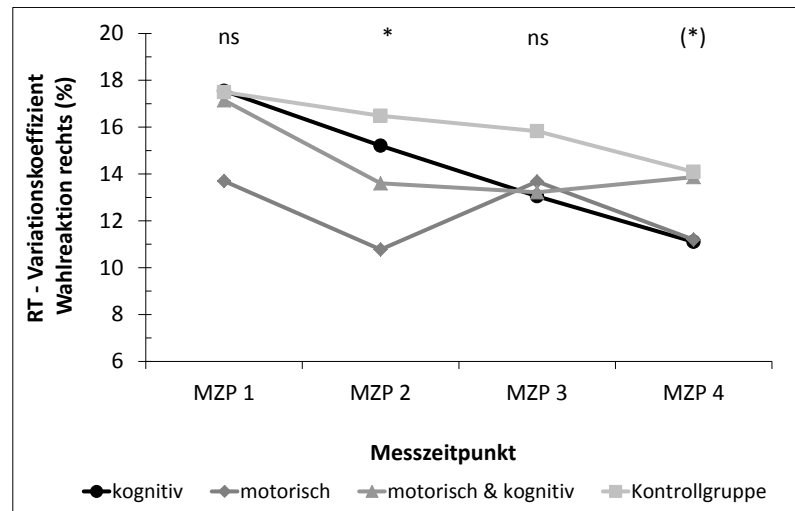


Abbildung 50: Variationskoeffizient der RT bei der Wahlreaktion nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Durch den Post-hoc-Test wurde lediglich der Gruppenunterschied zum zweiten Messzeitpunkt bestätigt. Dieser bestand hier zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .015$).

Für den Variationskoeffizienten der Wahlreaktionszeit nach links ergaben sich keine Gruppenunterschiede zu den Messzeitpunkten.

Im Test der Zwischensubjekteffekte waren auch für den Variationskoeffizienten Unterschiede hinsichtlich des Alters zu erkennen ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 17.5, p = .000, \eta^2 = .177$). Für das Geschlecht und die Gruppe ergaben sich keine Unterschiede. Die Teilnehmer wiesen mit zunehmendem Alter größere Variationen in der Reaktionszeit bei einer Wahlreaktionsaufgabe auf.

Die gesamte Wahlreaktionszeit (= Reaktionszeit und Bewegungszeit) verringerte sich bei den drei Experimentalgruppen über die 12 Monate, wohingegen die Wahlreaktionszeit der Kontrollgruppe weitestgehend konstant blieb ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.6, 205) = 2.77, p = .007, \eta^2 = .093$). Haupteffekte waren nicht zu beobachten. Die Verbesserungen fielen für die Wahlreaktionen nach rechts größer aus als die zur linken Seite, sodass sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt, Gruppe und Lateralität ergab ($F_{\text{MZPxLatxGruppe}}(7, 188) = 2.45, p = .02, \eta^2 = .083$).

In der Varianzanalyse zeigten sich für die gesamte Wahlreaktion nach rechts ab dem zweiten Messzeitpunkt signifikante Gruppenunterschiede ($F(3, 86) = 4.02, p = .010$), die bis zum vierten Messzeitpunkt sukzessive hochsignifikant wurden (MZP 3: $F(3, 86) = 4.97, p = .003$; MZP 4: $F(3, 86) = 9.09, p = .000$).

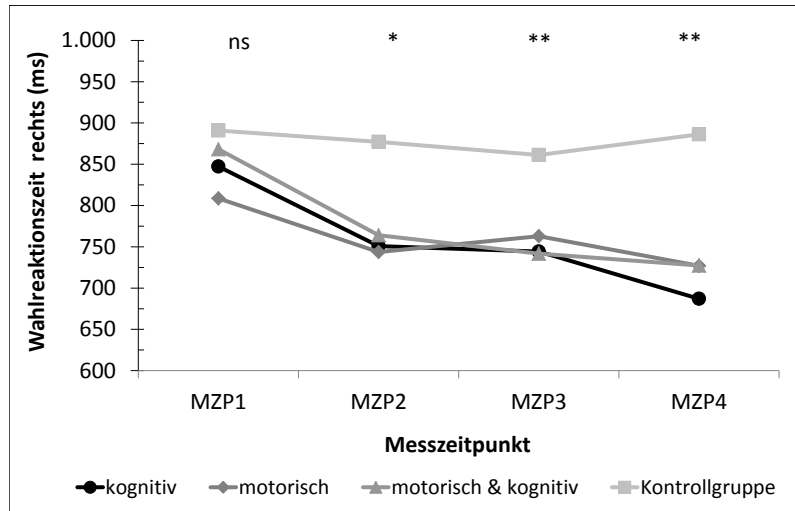


Abbildung 51: Wahlreaktionszeit nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Post-hoc-Test wurden diese Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe jeweils ab dem zweiten Messzeitpunkt bestätigt (Mot. vs. KG: MZP 2: $p = .014$; MZP 3: $p = .027$; MZP 4: $p = .001$; Kog. vs. KG: MZP 2: $p = .027$; MZP 3: $p = .008$; MZP 4: $p = .000$; Kombi. vs. KG: MZP 2: $p = .074$; MZP 3: $p = .009$; MZP 4: $p = .002$).

Bei der gesamten Wahlreaktion nach links ergaben sich ab dem dritten Messzeitpunkt hochsignifikante Gruppenunterschiede ($F(3, 86) = 6.33, p = .001$), welche sich auch zum vierten Messzeitpunkt nachweisen ließen ($F(3, 86) = 8.70, p = .000$).

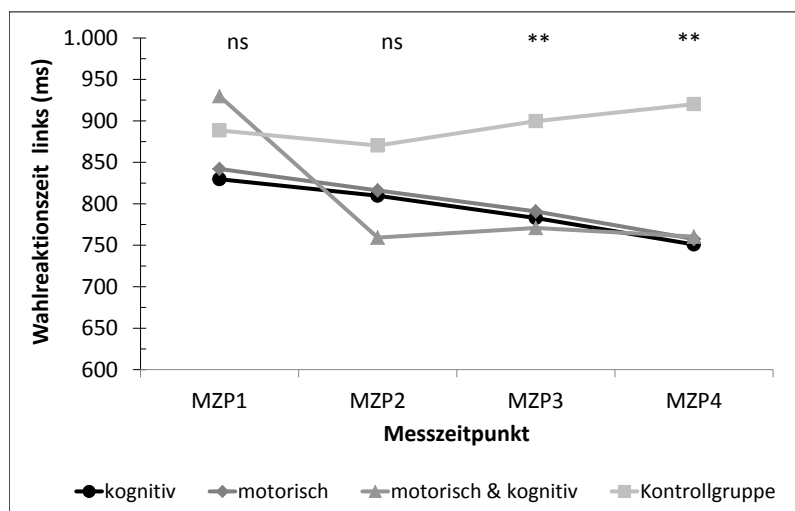


Abbildung 52: Wahlreaktionszeit nach links in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Unterschiede zeigten sich im Post-hoc-Test ebenso wie bei der Wahlreaktion nach rechts jeweils zwischen den Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe (Mot. vs. KG: MZP 3: $p = .006$; MZP 4: $p = .009$; Kog. vs. KG: MZP 3: $p = .004$; MZP 4: $p = .010$; Kombi. vs. KG: MZP 3: $p = .002$; MZP 4: $p = .014$).

Analog zu den Reaktionszeiten ergaben sich auch für die gesamte Wahlreaktionszeit im Test der Zwischensubjekteffekte Unterschiede hinsichtlich des Alters ($F_{\text{Alter}(1, 81)} = 5.48$, $p = .022$, $\eta^2 = .063$) und der Gruppe ($F_{\text{Gruppe}(3,81)} = 4.73$, $p = .004$, $\eta^2 = .149$), nicht aber für das Geschlecht. Die Gruppen unterschieden sich in ihrer Wahlreaktionszeit, welche sich außerdem mit zunehmendem Alter verschlechterte.

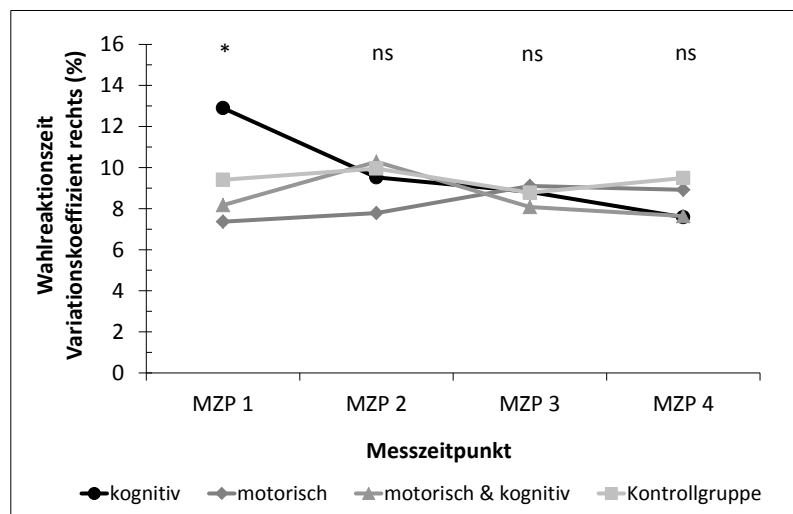


Abbildung 53: Variationskoeffizient der Wahlreaktionszeit nach rechts in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Variationskoeffizient der gesamten Wahlreaktion fiel geringer aus als der für die reine Reaktionszeit und schwankte zwischen 5,7 und 12,8 %. Die Variationskoeffizienten veränderten sich über die vier Messzeitpunkte bei den Experimentalgruppen für beide Seiten unterschiedlich. Die Variationen der Kontrollgruppe blieben hingegen annähernd konstant. Daraus ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt ($F_{\text{MZPxGruppe}(8.2, 222)} = 2.23$, $p = .025$, $\eta^2 = .076$). Haupteffekte waren nicht nachzuweisen. Die Verringerungen des Variationskoeffizienten bei den Wahlreaktionen nach rechts fielen deutlicher aus als die bei den Wahlreaktionen zur linken Seite. So war auch hier ein Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt, Gruppe und Lateralität erkennbar ($F_{\text{MZPxLatxGruppe}(7.7, 209)} = 1.69$, $p = .104$, $\eta^2 = .059$). Gruppenunterschiede waren in der Varianzanalyse kaum festzustellen. Lediglich für den Variationskoeffizienten bei der gesamten Wahlreaktion nach rechts zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede zum ersten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 3.22$, $p = .027$), welche jedoch im Post-hoc-Test nicht bestätigt werden konnten und im Verlauf der Studie wieder verloren gingen. Für den Variationskoeffizienten bei der gesamten Wahlreaktionszeit nach links ließen sich keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede nachweisen.

Im Test der Zwischensubjekteffekte wurden hochsignifikante Unterschiede hinsichtlich des Alters deutlich ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 13.4, p = .000, \eta^2 = .142$), nicht aber für das Geschlecht oder die Gruppe. Analog zu den einfachen Reaktionszeiten wiesen die Teilnehmer mit zunehmendem Alter größere Variationen in der gesamten Wahlreaktionszeit auf.

6.3.1.3 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Reaktionszeit-Tests

Die drei Experimentalgruppen konnten ihre einfache Reaktionszeit im Verlauf der Studie verkürzen sowie den Variationskoeffizienten verringern, wohingegen die Kontrollgruppe diesbezüglich relativ konstante Werte zeigte. Signifikante Gruppeneffekte ließen sich ab dem dritten Messzeitpunkt nachweisen. Bestätigt wurde jedoch nur ein tendenzieller Unterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe zum dritten Messzeitpunkt. Trotzdem ist für die einfache Reaktionszeit festzuhalten, dass alle drei Experimentalgruppen von ihrem Training profitierten.

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich für die Wahlreaktionsaufgaben. Sowohl bei der Reaktionszeit der Wahlreaktion als auch bei der gesamten Wahlreaktion (Reaktionszeit und Bewegungszeit) waren Verbesserungen für die drei Experimentalgruppen und relativ konstante Leistungen für die Kontrollgruppe zu beobachten. So ergaben sich signifikante bis hochsignifikante Interaktionseffekte bezüglich der Gruppenzugehörigkeit und des Messzeitpunktes. Bei der gesamten Wahlreaktion wurde zusätzlich eine Interaktion zwischen Messzeitpunkt, Gruppe und Lateralität ersichtlich. Das heißt, die Gruppen entwickelten sich in Abhängigkeit von der Seite, zu der die Reaktion gefordert wurde (rechts oder links), hinsichtlich ihrer Wahlreaktionszeit über den Messzeitraum unterschiedlich. Dieser Effekt könnte auf die mehrheitliche Rechtshändigkeit der Teilnehmer zurückgeführt werden, denn die Wahlreaktion nach rechts ist für Rechtshänder schneller und einfacher zu bewältigen als die Reaktion über Kreuz nach links. Bei der Bewegung der rechten Hand über die Mitte zur linken Seite erfolgt eine Vernetzung der rechten und linken Hirnhälfte, wodurch mehr kognitive Kapazität erforderlich ist als bei der Bewegung, die in einer Ebene erfolgt (rechte Hand – rechte Seite).

Für die reine Reaktionszeit bei der Wahlreaktionsaufgabe zeigten sich für alle Experimentalgruppen wesentliche Verbesserungen über die 12 Monate. Bereits nach 4 Monaten waren signifikante Gruppenunterschiede nachweisbar. Die Reaktionszeiten der Kontrollgruppe blieben hingegen relativ konstant. Da die Reaktionszeiten der vier Gruppen zum ersten Messzeitpunkt äußerst homogen ausfielen, ist davon auszugehen, dass die über die Zeit schnelleren Reaktionszeiten der Experimentalgruppen auf die Trainingsinhalte zurückzuführen sind. Bei der gesamten Wahlreaktion waren schon die Ausgangswerte der Gruppen weniger einheitlich. Die drei Experimentalgruppen konnten ihre gesamte Wahlreaktionszeit über die 12 Monate wesentlich verkürzen,

während die Kontrollgruppe ihre Leistung in der Wahlreaktion nach rechts noch einigermaßen aufrechterhalten konnte, zur linken Seite jedoch diesbezüglich deutliche Einbußen erfuhr. So ergaben sich für die Reaktionszeiten sowie für die gesamte Wahlreaktion nach 12 Monaten statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und den drei Experimentalgruppen. Bei der Wahlreaktionsaufgabe fiel außerdem auf, dass die Verbesserungen der Experimentalgruppen bei der gesamten Wahlreaktion nach rechts relativ einheitlich verliefen. Bei der Wahlreaktion nach links waren hingegen die größten Verbesserungen für die Kombinationsgruppe nachzuweisen, da diese zur Baseline schlechtere Leistungen zeigten als die beiden anderen Experimentalgruppen. Zum vierten Messzeitpunkt ergaben sich für alle drei Experimentalgruppen ähnliche Wahlreaktionszeiten. Diese Beobachtung spricht dafür, dass vor allem das kombinierte (motorische und kognitive) Training in Bezug auf komplexe Reaktionen, die neben der reinen Reaktion auch eine schnelle Entscheidung sowie die Zusammenarbeit von rechter und linker Hirnhälfte erfordern, das effektivste zu sein scheint.

Der Variationskoeffizient der Reaktionszeit bei der Wahlreaktion verringerte sich bei allen vier Untersuchungsgruppen, wenn auch sehr variabel. Außerdem zeigte sich eine Interaktion für die „Gruppenzugehörigkeit und Lateralität“. Dies bedeutet, dass die Teilnehmer in Abhängigkeit von ihrer Gruppe und der Seite, zu der die Reaktion gefordert wurde, große Variationen in den Reaktionszeiten aufwiesen. Bei dem Variationskoeffizienten der gesamten Wahlreaktion war hingegen ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Messzeitpunkt und der Gruppe zu beobachten. Der Variationskoeffizient der Untersuchungsgruppen entwickelte sich also über die 12 Monate unterschiedlich. Bei näherer Betrachtung der Werte fällt auf, dass dieser Effekt darauf beruht, dass die Gruppen zum ersten Messzeitpunkt unterschiedliche Werte aufwiesen. So hatte die Kognitionsgruppe hier einen wesentlich höheren Variationskoeffizienten als die drei anderen Gruppen, konnte diesen aber über die Zeit deutlich verbessern. Der Koeffizient der drei anderen Gruppen blieb indessen eher konstant. Darüber hinaus ist auffällig, dass die Variationskoeffizienten der Wahlreaktion wesentlich geringer ausfielen als die bei der einfachen Reaktionszeit. Bei der einfachen Reaktionszeit lag der Variationskoeffizient bei 25 bis 30 % und bei der Wahlreaktion bei 6 bis 20 %. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Erkenntnissen von Der und Deary (2006), die ebenfalls nachwiesen, dass die Variationen bei einfachen Reaktionsaufgaben größer ausfallen als bei Wahlreaktionsaufgaben. Die größeren Variationen bei der einfachen Reaktionszeit könnten – Beobachtungen der Testleiter zufolge – darin begründet sein, dass bei einfachen Reaktionsaufgaben vermehrt Fehler von den Teilnehmern begangen wurden. Sie antizipierten die folgende Reaktion derart, dass sie den Finger bereits hoben, bevor die Reaktion gefordert war. Durch solche Fehler werden folgende Reaktionen beeinflusst (Rabbitt, 1969), sodass sich ein höherer

Variationskoeffizient ergibt. In den Wahlreaktionen konzentrieren sich die Teilnehmer hingegen vermehrt auf die Entscheidung und Ausführung der Bewegung als auf die reine Reaktion und begehen infolgedessen weniger Fehler. Dadurch ergibt sich eine geringere Variation.

Außerdem zeigten sich für alle Parameter der Reaktionszeit bedeutsame Zwischensubjekteffekte bezüglich des Alters. Mit zunehmendem Alter verlangsamten sich sowohl einfache Reaktionszeiten als auch komplexere Wahlreaktionen. Zusätzlich erhöhte sich der Variationskoeffizient. Dies verifiziert die These der verlangsamten Informationsverarbeitung und allgemeinen Einbußen in den kognitiven Fähigkeiten mit steigendem Lebensalter (u. a. Salthouse, 1996).

Abschließend ist zu resümieren, dass sowohl rein körperliches motorisches Training als auch bewegtes Kognitionstraining sowie das kombinierte Training die Reaktionsfähigkeit älterer Menschen verbessern können. Hierfür scheinen insbesondere eine schnellere Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit sowie verbesserte exekutive Funktionen verantwortlich zu sein. Erwähnenswert ist zusätzlich, dass circa 59 % der Experimentalgruppen-Teilnehmer ihre Reaktionsfähigkeit nach 12 Monaten Training etwas bis viel besser einschätzten und 41 % der Meinung waren, dass die Reaktionsfähigkeit zumindest gleich geblieben ist.

6.3.2 Block-Tapping-Test

Im Block-Tapping-Test verbesserten sich die Leistungen der drei Experimentalgruppen etwas über die vier Messzeitpunkte, wohingegen sich die der Kontrollgruppe leicht verschlechterte ($F_{\text{MZPxGruppe}}(9, 243) = 1.95, p = .045, \eta^2 = .067$).

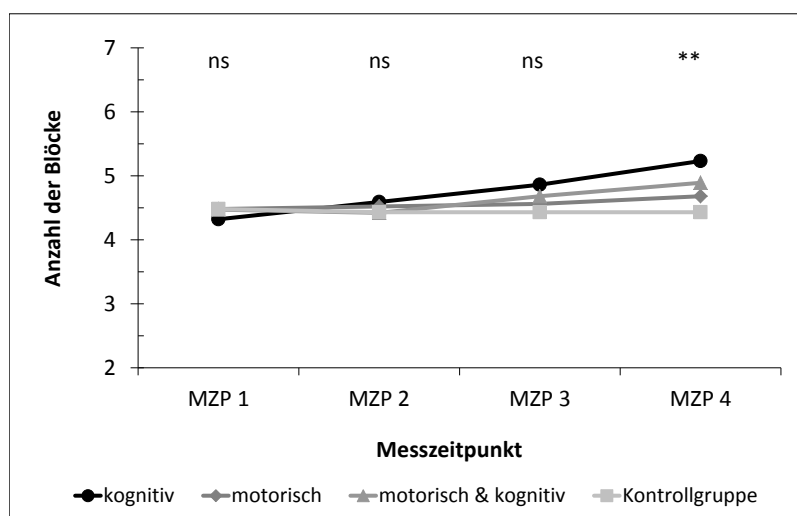


Abbildung 54: Block-Tapping-Test in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich erst zum vierten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 5.39, p = .002$).

Der Post-hoc-Test bestätigte signifikante Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kognitionsgruppe ($p = .035$) sowie hochsignifikante Unterschiede zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe ($p = .001$) zum vierten Messzeitpunkt.

Der Test der Zwischensubjekteffekte zeigte zusätzlich einen tendenziell signifikanten Unterschied hinsichtlich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 3.41, p = .068, \eta^2 = .040$). Mit zunehmendem Alter erzielten die Teilnehmer eine geringere Leistung im Block-Tapping-Test.

6.3.3 Bilder-Test

Abbildung 55 zeigt, dass die Leistungen aller Gruppen im Bilder-Test vom ersten bis zum vierten Messzeitpunkt variierten, sodass sich keine signifikanten Veränderungen über die Zeit nachweisen ließen ($F_{\text{MZPxGruppe}}(9, 243) = 1.51, p = .144, \eta^2 = .053$). Während zum Beispiel der größte Leistungszuwachs bei der Kognitionsgruppe bereits zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt zu verzeichnen war, verschlechterten sich die Leistungen der Motorikgruppe zunächst, bevor zum vierten Messzeitpunkt eine Verbesserung deutlich wurde.

Tendenzielle Gruppenunterschiede waren bereits zur Baseline zu beobachten ($F(3, 86) = 2.50, p = .065$). Bis zum vierten Messzeitpunkt wurden diese hochsignifikant ($F(3, 86) = 4.32, p = .007$).

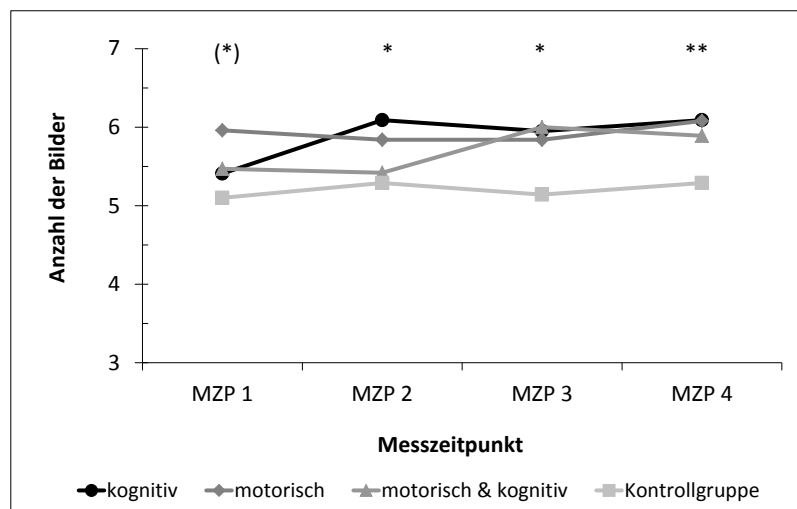


Abbildung 55: Bilder-Test in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Post-hoc-Test bestätigte die Differenzen zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .043$) zum ersten Messzeitpunkt. Diese Unterschiede hoben sich im Studienverlauf zunächst wieder auf, wurden jedoch zum vierten Messzeitpunkt signifi-

kant ($p = .011$). Des Weiteren ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe ab dem zweiten Messzeitpunkt (MZP 2: $p = .023$; MZP 3: $p = .023$; MZP 4: $p = .013$) sowie zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe zum dritten Messzeitpunkt ($p = .02$).

Im Test der Zwischensubjekteffekte zeichnete sich ein hochsignifikanter Unterschied hinsichtlich des Alters ab ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 11.0$, $p = .001$, $\eta^2 = .119$). Je älter die Teilnehmer, desto geringer ihre Leistung im Bilder-Test. Darüber hinaus war ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu erkennen ($F_{\text{Gruppe}}(3, 81) = 5.46$, $p = .002$, $\eta^2 = .168$).

6.3.4 Farb-Wort-Test

Die Ergebnisse des Farb-Wort-Tests sind in vier Einzelergebnisse unterteilt, da der Farb-Wort-Test die Bearbeitung von drei verschiedenen Tafeln beinhaltet und zusätzlich der Interferenzwert aus der Differenz von Tafel 3 und 2 berechnet wird.

6.3.4.1 Farb-Wort-Test (Tafel 1)

Bei den Leistungen im Farb-Wort-Test mit der Tafel 1 (FWT-1) ergaben sich weder für den Haupteffekt „Messzeitpunkt“ noch für die Interaktionseffekte signifikante Veränderungen. Die Entwicklung aller vier Gruppen wurde über die 12 Monate statistisch nicht bedeutsam ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(8.3, 223) = 1.36$, $p > .10$, $\eta^2 = .048$).

Gruppenunterschiede ließen sich aber bereits zum ersten Messzeitpunkt beobachten ($F(3, 86) = 2.53$, $p = .063$). Sie wurden ab dem dritten Messzeitpunkt ($F(3, 86) = 4.76$, $p = .004$) hochsignifikant.

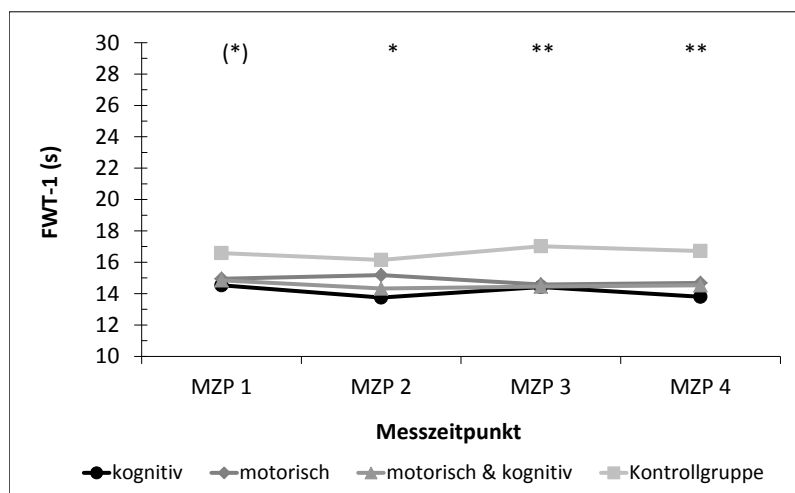


Abbildung 56: FWT-1 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Mehrfachvergleiche bestätigten einen tendenziellen Unterschied zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe zum ersten Messzeitpunkt ($p = .064$), der zum vierten Messzeitpunkt sukzessive hochsignifikant wurde ($p = .004$). Ab dem zweiten Messzeitpunkt ließ sich zusätzlich ein tendenzieller Unterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe erkennen ($p = .099$), welcher zum dritten Messzeitpunkt signifikant wurde ($p = .017$) und zum vierten Messzeitpunkt wieder lediglich tendenziell in Erscheinung trat ($p = .063$). Darüber hinaus ließ sich zum dritten Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe nachweisen ($p = .015$), der ebenfalls nach 12 Monaten nur noch tendenziell vorhanden war ($p = .063$).

Im Test der Zwischensubjekteffekte ergab sich ein tendenzieller Unterschied hinsichtlich des Alters ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 3.04$, $p = .085$, $\eta^2 = .036$). Ältere Teilnehmer erzielten geringere Leistungen bei der Durchführung des FWT-1. Außerdem war ein hochsignifikanter Gruppenunterschied zu beobachten ($F_{\text{Gruppe}}(3, 81) = 4.41$, $p = .006$, $\eta^2 = .140$).

6.3.4.2 Farb-Wort-Test (Tafel 2)

Für die Leistungen im Farb-Wort-Test mit der Tafel 2 (FWT-2) ergaben sich kaum statistisch nachweisbare Ergebnisse. Alle Gruppen verbesserten sich etwas über die Zeit, statistisch bedeutsam wurden diese Veränderungen jedoch nicht ($F_{\text{MZPxGruppe}}(8.2, 223) = 1.23$, $p > .10$, $\eta^2 = .043$). Nur für die Interaktion „Messzeitpunkt und Geschlecht“ ergab sich ein signifikanter Effekt ($F_{\text{MZPxGeschlecht}}(2.8, 223) = 3.32$, $p = .024$, $\eta^2 = .039$). Dies bedeutet, dass sich Männer und Frauen im FWT-2 unterschiedlich entwickelten.

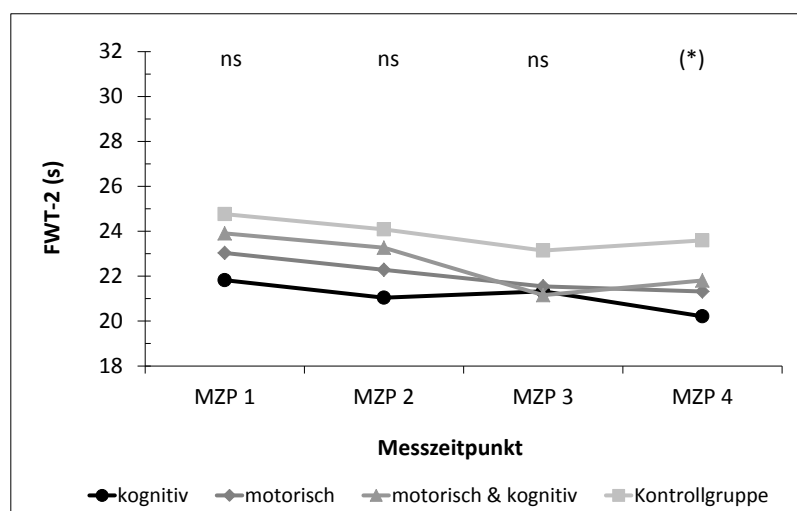


Abbildung 57: FWT-2 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die einfaktorielle Varianzanalyse erbrachte nach 12 Monaten einen tendenziellen Gruppenunterschied ($F(3, 86) = 2.27, p = .086$), der im Post-hoc-Test zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe bestätigt wurde ($p = .058$).

Darüber hinaus zeigte sich im Test der Zwischensubjekteffekte ein tendenziell signifikanter Effekt für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 3.24, p = .076, \eta^2 = .038$). Die Teilnehmer benötigten mit zunehmendem Alter mehr Zeit für die Bearbeitung des FWT-2.

6.3.4.3 Farb-Wort-Test (Tafel 3)

Alle Gruppen konnten die benötigte Zeit für die Bearbeitung des Farb-Wort-Tests mit der Tafel 3 (FWT-3) im Verlauf der Studie verkürzen. Statistisch bedeutsame Effekte ergaben sich auch hier nicht ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.4, 199) = 1.51, p > .10, \eta^2 = .053$). Auffällig ist jedoch, dass die Motorikgruppe bereits zur Baseline wesentlich bessere Zeiten erzielte als die drei anderen Gruppen (Abb. 58). Gruppenunterschiede zeigten sich bei den Leistungen im FWT-3 nicht, wenngleich die Teilnehmer der Kognitions- und der Kombinationsgruppe ihre Bearbeitungszeit am stärksten über die 12 Monate reduzieren konnten.

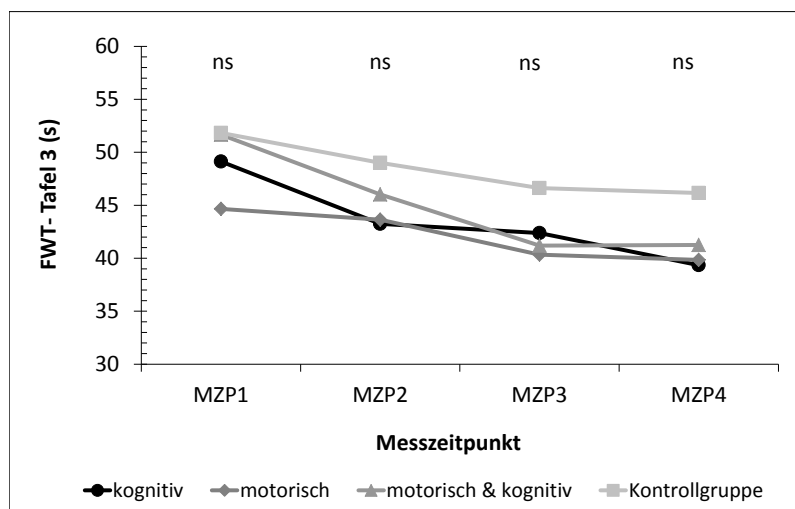


Abbildung 58: FWT-3 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Der Test der Zwischensubjekteffekte wies einen hochsignifikanten Unterschied bezüglich des Alters nach ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 22.2, p = .000, \eta^2 = .215$). Die Teilnehmer benötigten mit zunehmendem Alter mehr Zeit zur Bearbeitung der Testtafel 3.

6.3.4.4 Farb-Wort-Test (Interferenz)

Der Interferenzwert des FWT berechnet sich aus der Differenz von Tafel 3 und Tafel 2. Der Score gibt den Mehrbedarf an Bearbeitungszeit unter der Interferenzbedingung von Tafel 3 an. Analog zu den Ergebnissen von FWT-2 und FWT-3 ergaben sich auch für

den Interferenzwert keine statistisch bedeutsamen Ergebnisse (Abb. 58). Alle vier Gruppen konnten ihre Leistung über die 12 Monate steigern ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.82, 211) = 1.08, p > .10, \eta^2 = .038$).

Obwohl die Motorikgruppe bereits zur Baseline einen wesentlich besseren Interferenzwert erzielte als die drei anderen Gruppen, ergaben sich in der Varianzanalyse keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede.

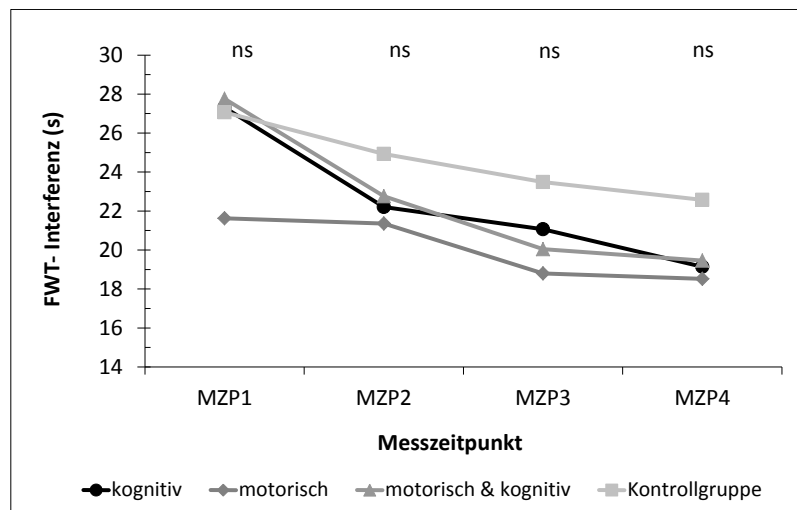


Abbildung 59: FWT-Interferenz in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Bei den Zwischensubjekteffekten war lediglich für das Alter ein Effekt zu beobachten ($F_{\text{Alter}}(1, 81) = 26.5, p = .000, \eta^2 = .246$). Analog zu den Zwischensubjekteffekten des FWT-2 und FWT-3 erhöhte sich mit zunehmendem Alter auch der Interferenzwert.

6.3.5 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der einfachen Kognitionstests

Die Ergebnisse zur Reaktionsfähigkeit wurden aufgrund ihrer Komplexität bereits in Kapitel 6.3.1.3 zusammengefasst und diskutiert. Im Block-Tapping-Test, mit dem Komponenten des Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnisses erfasst werden, zeigte die Kognitionsgruppe erwartungsgemäß die größten Verbesserungen. Hier ergab sich einerseits ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe, zum anderen zeigten sich bedeutsame Gruppenunterschiede, die in erster Linie zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe auftraten. Durch bewegtes Kognitionstraining allein als auch in Kombination mit motorischem Training können Gedächtnisleistungen älterer Personen gesteigert werden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Motivation der Teilnehmer für die Durchführung der Testaufgabe relativ gering war. Dies berichteten die Testleiter mehrfach. So gefiel insbesondere den Teilnehmern der Experimentalgruppen zum Beispiel die farbliche Gestaltung des Testinstrumentes nicht oder sie waren der Meinung, dass sie sich ohnehin nichts merken könnten. Wäre die

Motivation und dadurch auch die Konzentration auf die Aufgabe seitens der Teilnehmer größer gewesen, hätten die Leistungssteigerungen vermutlich deutlicher ausfallen können. Im Bilder-Test, der der Überprüfung des Kurzzeitgedächtnisses dient, zeigten sich ähnlich wie beim Block-Tapping-Test die größten Leistungssteigerungen in der Kognitions- und in der Kombinationsgruppe. Die Motorikgruppe wie auch die Kontrollgruppe hielten ihre Leistung über die Zeit relativ konstant. Dabei ist zu bemerken, dass die Motorikgruppe bereits einen höheren Ausgangswert vorwies als die drei anderen Gruppen und sie diese recht gute Leistung auch aufrechterhalten konnte. Als problematisch erwies sich im Bilder-Test, dass die maximale Anzahl mit 7 zu merkenden Bildern recht gering war. Viele Teilnehmer erreichten den Maximalwert bereits zur Baseline, sodass ein Deckeneffekt bei der Interpretation des Ergebnisses beachtet werden muss. Folglich sind die Resultate kritisch zu betrachten und hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die vorliegende Untersuchung zu vernachlässigen.

Der Farb-Wort-Test überprüft Parameter der exekutiven Funktionen wie die exekutive Aufmerksamkeit im optisch-verbale Bereich, die Inhibitionsfähigkeit und die allgemeine Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Gruppe ergaben sich für keine Komponente des Farb-Wort-Tests. Das bedeutet, dass keine unterschiedlichen Entwicklungen der Gruppen nachzuweisen waren. Gruppenunterschiede zeigten sich lediglich für den FWT-1 und FWT-2. Diese stellten sich insbesondere zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe heraus. Zusätzlich zeigten sich Leistungsunterschiede zwischen der Kombination- und der Kontrollgruppe beim FWT-1. Für den FWT-3 und den Interferenzwert ergaben sich nachweislich keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen. Erwähnenswert ist jedoch, dass auch bei diesen Komponenten des FWT die größten Leistungssteigerungen bei der Kognitions- und der Kombinationsgruppe zu beobachten waren.

Hinsichtlich des kognitiven Status der Teilnehmer profitierten diejenigen der Kognitions- und der Kombinationsgruppe am stärksten von ihren Trainingsinhalten. Dies lässt sich durch die kognitiven Anteile der Übungen erklären. Darüber hinaus bestätigen die Ergebnisse die These, dass es keines rein kognitiven Trainings in Form von Gedächtnistraining bedarf, um kognitive Leistungen zu steigern. Ebenso kann die Kombination von kognitiven Anforderungen und Bewegungsübungen die kognitive Leistungsfähigkeit steigern. Möglicherweise ist das Training der kognitiven Funktionen in Bewegung effektiver, weil es zeitgleich körperlich aktiviert und eine vermehrte Durchblutung des Gehirns bewirkt. Andererseits könnte dieses Ergebnis auch durch einen Mediatoreffekt bedingt sein (Spirduso et al., 2007): Die Teilnehmer der Experimentalgruppen konnten ihre körperliche und psychische Funktionsfähigkeit über den Messzeitraum erhöhen

und somit ihr Wohlbefinden verbessern. Auch dieser Umstand ist geeignet, die kognitiven Leistungen positiv zu beeinflussen.

Des Weiteren ergaben sich für den Block-Tapping-Test, den Bilder-Test und alle Komponenten des Farb-Wort-Tests Zwischensubjekteffekte für das Alter. Mit zunehmendem Alter erbrachten die Teilnehmer geringere kognitive Leistungen. Diese Effekte fielen zudem umso deutlicher auf, wenn die Aufgabe schwieriger wurde. Das stützt die These, dass höhere geistige Fähigkeiten wie die exekutiven Funktionen mit steigendem Lebensalter besonders große Einbußen erfahren (Park & Minear, 2004; Kramer et al., 1999).

6.3.6 Doppelaufgaben

Zur Überprüfung der Aufmerksamkeitsteilung wurden die Doppelaufgaben „Einbeinstand mit simultaner kognitiver Aufgabe“ und „Stehen auf der Kraftmessplatte mit simultaner kognitiver Aufgabe“ durchgeführt. Die beiden Doppelaufgaben gliedern sich wiederum in jeweils zwei Varianten:

- ⇒ EBS + FWT-2: Einbeinstand auf dem bevorzugten Bein und gleichzeitige Bearbeitung der Tafel 2 des Farb-Wort-Tests
- ⇒ EBS + FWT-3: Einbeinstand auf dem bevorzugten Bein und gleichzeitige Bearbeitung der Tafel 3 des Farb-Wort-Tests

Neben der benötigten Bearbeitungszeit wurde bei diesen Aufgaben zusätzlich die Anzahl der Korrekturen durch Absetzen des Spielbeins oder Berühren der Wand bzw. eines Stuhles aufgenommen. Außerdem ist zu beachten, dass nicht alle Teilnehmer in der Lage waren, auf einem Bein zu stehen und zeitgleich eine weitere Aufgabe zu bearbeiten. Aufgrund dessen beträgt die Stichprobengröße für diese Doppelaufgaben $n = 75$.

- ⇒ Stehen + FWT-2: Stehen und gleichzeitige Bearbeitung der Tafel 2 des Farb-Wort-Tests
- ⇒ Stehen + FWT-3: Stehen und gleichzeitige Bearbeitung der Tafel 3 des Farb-Wort-Tests

Analog zu den einfachen Gleichgewichtsaufgaben auf der Kraftmessplatte werden während der Durchführung der Doppelaufgaben dieselben fünf Parameter erhoben (Kapitel 6.1.4):

- ⇒ Länge des Schwankungsweges nach anterior-posterior in mm
- ⇒ Länge des Schwankungsweges nach medio-lateral in mm
- ⇒ Länge des gesamten Schwankungsweges in mm
- ⇒ Schwankungsfläche in mm^2
- ⇒ Schwankungsgeschwindigkeit mm/s

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Datenanalyse für die ersten beiden Doppelaufgaben dargestellt und im Anschluss zusammenfassend diskutiert. Danach erfolgt die Ergebnisbeschreibung für die Doppelaufgaben auf der Kraftmessplatte, die zum Abschluss des Kapitels ebenfalls zusammengefasst und diskutiert werden.

6.3.6.1 Einbeinstand und Farb-Wort-Test (Tafel 2)

Hinsichtlich der Bearbeitungszeit ergab sich beim „EBS und FWT-2“ ein hochsignifikanter Haupteffekt für den Messzeitpunkt ($F_{\text{MZP}}(2.3, 160) = 6.23, p = .001, \eta^2 = .084$). Zudem zeigten sich ebenfalls hochsignifikante Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(2.3, 160) = 10.8, p = .000, \eta^2 = .137$) sowie zwischen Messzeitpunkt und Gruppe ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(7, 160) = 3.00, p = .005, \eta^2 = .117$). Während sich die Experimentalgruppen innerhalb der 12 Monate bei der Bearbeitung der Testtafel 2 und gleichzeitigem Stehen auf einem Bein verbessern konnten, blieben die Leistungen der Kontrollgruppe diesbezüglich annähernd gleich (Abb. 60). Die Varianzanalyse belegte signifikante Gruppenunterschiede zum zweiten Messzeitpunkt ($F(3, 76) = 2.75, p = .049$), die sich zunächst wieder auflösten und zum vierten Messzeitpunkt wiederum signifikant wurden ($F(3, 78) = 2.94, p = .039$).

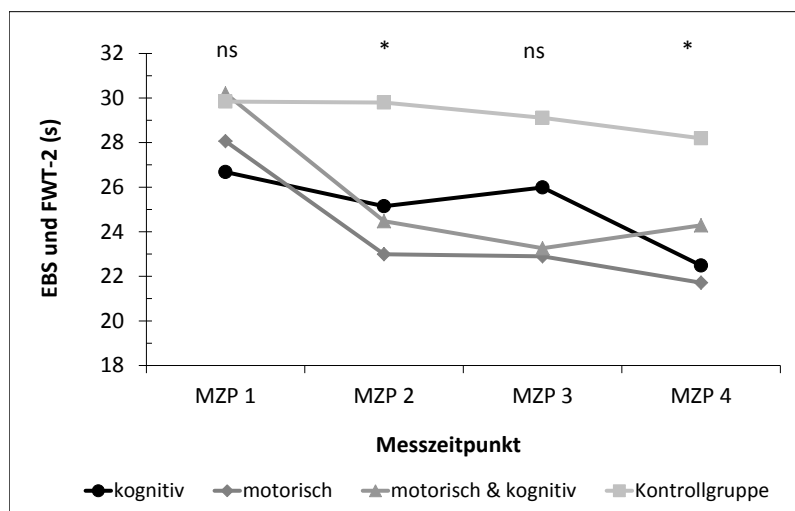


Abbildung 60: EBS und FWT-2 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Post-hoc-Test nach Tukey wurden die signifikanten Unterschiede zwischen der Motorik- und Kontrollgruppe zum dritten Messzeitpunkt bestätigt ($p = .036$), zum vierten Messzeitpunkt waren diese jedoch nur noch tendenziell vorhanden ($p = .093$). Nach 12 Monaten ließ sich zusätzlich ein signifikanter Unterschied zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe nachweisen ($p = .033$).

Hinsichtlich der Anzahl der Korrekturen durch Fußabsetzen oder Berührung des Stuhles oder der Wand entwickelten sich die Gruppen über die vier Messzeitpunkte unterschiedlich ($F_{\text{MZPxGruppe}}(7.8, 178) = 2.63, p = .010, \eta^2 = .104$). Des Weiteren ergaben sich signifikante Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZPxAlter}}(2.6, 178) = 2.93, p = .042, \eta^2 = .041$) sowie zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht ($F_{\text{MZPxGeschlecht}}(2.6, 178) = 4.15, p = .010, \eta^2 = .057$).

Hochsignifikante Gruppenunterschiede in der Anzahl der Korrekturen waren schon zum ersten Messzeitpunkt erkennbar ($F(3, 74) = 4.52, p = .006$), zum zweiten Messzeitpunkt aber nur noch tendenziell zu beobachten ($F(3, 76) = 2.15, p = .101$). Zum dritten Messzeitpunkt wurden die Unterschiede wiederum hochsignifikant ($F(3, 76) = 4.60, p = .005$) und blieben bis zum vierten Messzeitpunkt statistisch bedeutsam ($F(3, 78) = 3.76, p = .014$).

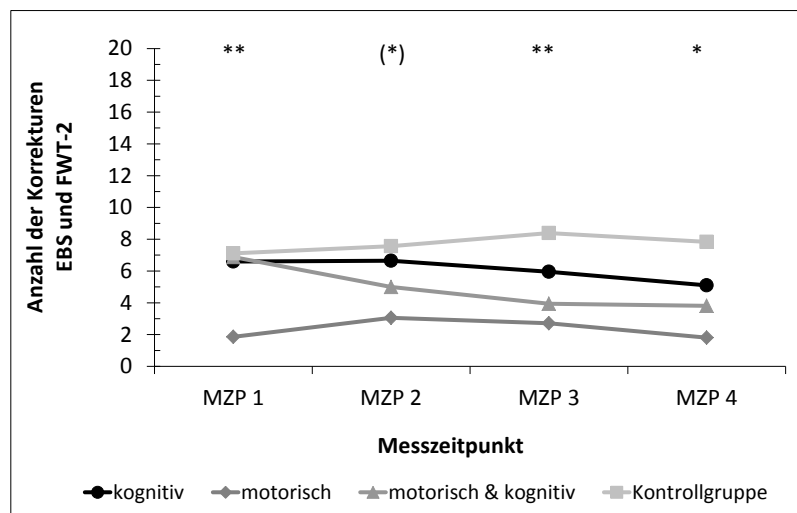


Abbildung 61: Anzahl der Korrekturen beim EBS und FWT-2 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Gruppenunterschiede wurden in den Mehrfachvergleichen zum ersten Messzeitpunkt zwischen der Motorikgruppe und den drei anderen Gruppen bestätigt (Kog.: $p = .035$; Kombi.: $p = .018$; KG: $p = .011$). Zum zweiten Messzeitpunkt war nur noch ein tendenzieller Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zu erkennen ($p = .069$), welcher zum dritten Messzeitpunkt hochsignifikant wurde ($p = .005$) und auch zum vierten Messzeitpunkt signifikant ausfiel ($p = .011$). Darüber hinaus ließ sich zum dritten Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe erkennen ($p = .037$), welcher zum vierten Messzeitpunkt nur noch tendenziell nachweisbar war ($p = .06$).

Im Test der Zwischensubjekteffekte zeichnete sich für die Bearbeitungszeit des FWT-2 im Einbeinstand ein hochsignifikanter Unterschied für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 68) = 15.9, p = .000, \eta^2 = .189$) als auch ein signifikanter Unterschied für den RF Körperkomposition ab ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 68) = 5.75, p = .019, \eta^2 = .078$). Hinsichtlich des Geschlechts

ergab sich kein Unterschied. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich für die Anzahl der Korrekturen. Bezüglich des Alters ließen sich hochsignifikante ($F_{\text{Alter}}(1, 68) = 43.9, p = .000, \eta^2 = .393$) und für den RF Körperkomposition signifikante Unterschiede nachweisen ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 68) = 6.88, p = .011, \eta^2 = .092$). Die eher übergewichtigen und ebenso die älteren Teilnehmer benötigten im Einbeinstand sowohl mehr Zeit für die Bearbeitung des FWT-2 als auch mehr Korrekturen.

6.3.6.2 Einbeinstand und Farb-Wort-Test (Tafel 3)

Bei der Bearbeitung des FWT-3 im Einbeinstand verbesserten sich alle Gruppen über die 12 Monate. Statistisch bedeutsame Entwicklungen waren nicht nachzuweisen. Nur für das Alter ließ sich ein hochsignifikanter Interaktionseffekt beobachten ($F_{\text{MZPxAlter}}(3, 204) = 3.96, p = .009, \eta^2 = .055$).

Die Varianzanalyse belegte bereits zur Baseline signifikante Gruppenunterschiede ($F(3, 74) = 3.23, p = .027$). Diese lösten sich zunächst wieder auf, zeigten zum dritten Messzeitpunkt eine Tendenz ($F(3, 76) = 2.11, p = .107$) und wurden im Post-Test schließlich wieder signifikant ($F(3, 78) = 3.47, p = .020$).

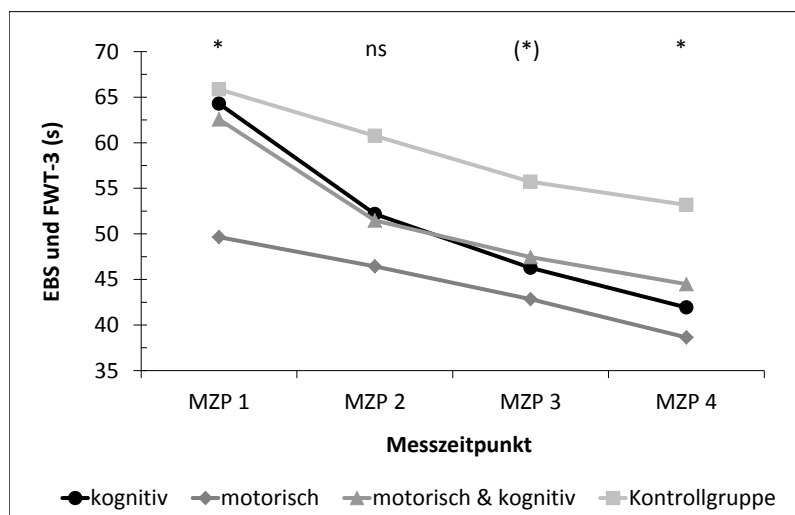


Abbildung 62: EBS und FWT-3 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Post-hoc-Test nach Tamhane wurden die Gruppenunterschiede zwischen der Motorik- und der Kombinationsgruppe ($p = .048$) sowie der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .036$) zum ersten Messzeitpunkt bestätigt. Zum zweiten ($p = .083$) und dritten Messzeitpunkt ($p = .077$) waren tendenzielle Unterschiede zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zu beobachten, die zum vierten Messzeitpunkt signifikant wurden ($p = .023$). Nach 12 Monaten ließ sich zusätzlich ein signifikanter Unterschied zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe nachweisen ($p = .037$).

Hinsichtlich der Anzahl der Korrekturen durch Absetzen des Fußes oder Berührung des Stuhles oder der Wand entwickelten sich die Gruppen auch bei der Bearbeitung der Testtafel 3 über die vier Messzeitpunkte unterschiedlich. Während sich die Experimentalgruppen verbesserten, blieb die Anzahl der Korrekturen der Kontrollgruppe relativ konstant ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(8.2, 185) = 3.94, p = .000, \eta^2 = .148$). Darüber hinaus ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(2.7, 185) = 3.49, p = .02, \eta^2 = .049$).

Hochsignifikante Gruppenunterschiede ergaben sich bei der Anzahl der Korrekturen bereits zum ersten Messzeitpunkt ($F(3, 74) = 6.67, p = .000$). Zum zweiten Messzeitpunkt fielen diese signifikant ($F(3, 76) = 3.89, p = .012$) aus, wurden aber zum dritten ($F(3, 76) = 4.57, p = .005$) und vierten Messzeitpunkt wiederum hochsignifikant ($F(3, 78) = 4.89, p = .004$).

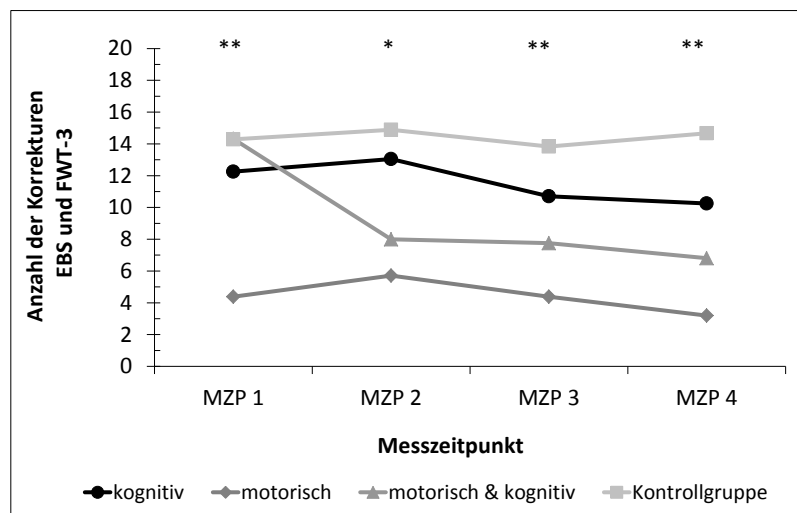


Abbildung 63: Anzahl der Korrekturen beim EBS und FWT-3 in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe (* $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Gruppenunterschiede zwischen der Motorikgruppe und den drei anderen Gruppen zeigten sich zum ersten Messzeitpunkt (Kog.: $p = .031$; Kombi.: $p = .002$; KG: $p = .001$). Nach 4 Monaten wurde ein signifikanter Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe ($p = .024$) sowie eine Tendenz zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe deutlich ($p = .097$). Zum dritten Messzeitpunkt ließ sich nur ein Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe nachweisen ($p = .015$), der zum vierten Messzeitpunkt hochsignifikant wurde ($p = .003$). Darüber hinaus war nach 12 Monaten ein signifikanter Unterschied zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe ($p = .028$) zu erkennen.

Im Test der Zwischensubjekteffekte ergab sich für die Bearbeitungszeit des FWT-3 im Einbeinstand ein hochsignifikanter Unterschied für das Alter ($F_{\text{Alter}}(1, 68) = 23.7, p = .000, \eta^2 = .258$), nicht jedoch für das Geschlecht oder den RF Körperkomposition. Hinsichtlich der Korrekturen ließen sich hochsignifikante Unterschiede für das Alter

($F_{\text{Alter}}(1, 68) = 55, p = .000, \eta^2 = .447$) und signifikante Unterschiede für den RF Körperkomposition nachweisen ($F_{\text{BMI_WHR}}(1, 68) = 5.93, p = .018, \eta^2 = .08$). Mit zunehmendem Alter benötigten die Teilnehmer mehr Bearbeitungszeit für die Testtafel 3 und standen weniger stabil auf einem Bein. Auch die eher übergewichtigen Teilnehmer benötigten mehr Korrekturen des Einbeinstandes und waren folglich weniger stabil während der Durchführung des FWT-3.

6.3.6.3 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Doppelaufgaben „EBS und FWT“

Für die Doppelaufgaben im Einbeinstand mit simultaner Bearbeitung der Testtafeln 2 und 3 (EBS und FWT-2 bzw. FWT-3) fallen die Ergebnisse recht unterschiedlich aus. Bei der vermeintlich einfacheren Doppelaufgabe konnten die drei Experimentalgruppen die Bearbeitungszeit über die Messzeitpunkte verkürzen, während die Zeiten der Kontrollgruppe relativ konstant blieben. Daraus ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe, welcher für die schwierigere Doppelaufgabe „EBS und FWT-3“ nachweislich nicht bestand. Hier konnten alle Gruppen ihre Bearbeitungszeiten über die 12 Monate verkürzen. Bei beiden Doppelaufgaben waren zusätzlich Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Alter zu beobachten.

Gruppenunterschiede hinsichtlich der Bearbeitungszeit zeigten sich sowohl beim „EBS und FWT-2“ als auch beim „EBS und FWT-3“ zugunsten der Experimentalgruppen. Im „EBS und FWT-2“ ergaben sich ab dem zweiten Messzeitpunkt signifikante Differenzen zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe, nach 12 Monaten zusätzlich auch zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe. Bezüglich der Leistungen im „EBS und FWT-3“ waren bereits ab dem ersten Messzeitpunkt bedeutsame Gruppenunterschiede zu verzeichnen. Bei der Motorikgruppe ließ sich eine deutlich kürzere Bearbeitungszeit beobachten als bei den drei anderen Gruppen. Statistisch nachweisbar waren die Unterschiede zwischen der Motorikgruppe und der Kombinations- sowie der Kontrollgruppe. Während sich der Unterschied zwischen der Motorik- und der Kombinationsgruppe im Verlauf der Studie aufhob, blieben die Differenzen zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe bis zum vierten Messzeitpunkt bestehen. Nach 12 Monaten war auch beim „EBS und FWT-3“ ein Gruppenunterschied zwischen der Kognitions- und der Kontrollgruppe feststellbar.

Um die Stabilität im EBS während der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe besser beurteilen zu können, wurde zusätzlich die Anzahl der Korrekturen durch Absetzen des Fußes oder Berühren des Stuhles oder der Wand dokumentiert. Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse ist besonders auffällig, dass die Teilnehmer der Motorikgruppe schon zur Baseline in beiden Doppelaufgaben wesentlich seltener korrigierten als die Teilnehmer der anderen Gruppen. Daraus ergab sich jeweils ein signifikanter Gruppen-

unterschied zwischen der Motorikgruppe und den drei anderen Gruppen. Zwischen der Motorikgruppe und den anderen beiden Experimentalgruppen fielen die Differenzen im „EBS und FWT-2“ dabei nicht so deutlich aus wie beim „EBS und FWT-3“. Der Leistungsunterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe war hingegen bei beiden Aufgaben ähnlich groß und blieb über den Messzeitraum erhalten, während sich die Differenzen zur Kombinations- und zur Kognitionsgruppe aufhoben. Die Kombinationsgruppe, welche zur Baseline beim „EBS und FWT-3“ die gleiche Anzahl an Korrekturen aufwies wie die Kontrollgruppe, konnte sich enorm verbessern, sodass nach 4 und auch nach 12 Monaten signifikante Leistungsunterschiede gegenüber der Kontrollgruppe nachweisbar waren. Signifikante Differenzen ergaben sich darüber hinaus hinsichtlich der Korrekturen beim „EBS und FWT-2“ nach 8 Monaten zwischen der Kombinations- und der Kontrollgruppe.

Im Vergleich zur Kontrollgruppe waren die Leistungssteigerungen der Motorik- und der Kognitionsgruppe bei der einfacheren Doppelaufgabe mit der Testtafel 2 am stärksten ausgeprägt. Beim FWT-2 im Einbeinstand brauchten alle Gruppen zur Baseline etwas mehr Zeit als bei der Bearbeitung derselben Testaufgabe im Sitzen. Da ältere Menschen mehr Aufmerksamkeit bei der Haltungskontrolle benötigen (Springer et al., 2006; Woollacott & Shumway-Cook, 2002), ist anzunehmen, dass die kognitiven Ressourcen, welche zur erfolgreichen Bewältigung des FWT-2 erforderlich sind, die vorhandene Kapazität übersteigen. Folglich treten Leistungseinbußen in einer oder sogar beiden Aufgaben auf. In diesem Kontext spricht man von sogenannten Doppelaufgabenkosten (Doumas et al., 2009). Die Bearbeitung des FWT-2, bei dem ausschließlich Farben benannt werden müssen, stellt eine relativ leichte Zusatzaufgabe dar. Folglich weichen die Bearbeitungszeiten unter der einfachen Bedingung nicht wesentlich von den Zeiten ab, die die Teilnehmer unter der Doppelaufgaben-Bedingung erreichen.

Bei der Doppelaufgabe mit Testtafel 2 konnten die Experimentalgruppen ihre Bearbeitungszeit bis zum vierten Messzeitpunkt so verkürzen, dass diese fast den Ergebnissen der Einfachaufgabe gleichkamen. Demgemäß reduzierten sich die Doppelaufgabenkosten oder sie hoben sich gänzlich auf. Hierfür sind unterschiedliche Erklärungen denkbar. Bei den Teilnehmern der Motorik- und der Kombinationsgruppe ist anzunehmen, dass sie den EBS durch verbesserte Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten im Verlauf der Studie besser bewältigen konnten, sodass ihnen mehr kognitive Kapazität für die Bearbeitung der zusätzlichen Aufgabe zur Verfügung stand. Für diese Vermutung sprechen ebenfalls die Entwicklungen im Bereich der Korrekturen. Vorliegend konnte die Kombinationsgruppe nicht nur die Bearbeitungszeit, sondern auch die Anzahl ihrer Korrekturen über die Zeit reduzieren. Die Motorikgruppe benötigte hingegen bereits zur Baseline sehr wenige Korrekturen des EBS und konnte diese Leistungen auch im Studienverlauf konstant halten. Infolgedessen waren kaum Verbesserungen

für diese Gruppe zu erzielen und somit kommt hier ein Deckeneffekt zum Tragen. Die Kognitionsgruppe reduzierte die Bearbeitungszeit beim FWT-2 in ähnlichem Umfang wie die anderen beiden Experimentalgruppen. Bezüglich der Korrekturen durch Fußabsetzen oder Wandberührung ergaben sich aber kaum Verbesserungen. Möglicherweise misst die Kognitionsgruppe der kognitiven Aufgabe die höhere Priorität bei und die verkürzte Bearbeitungszeit kommt durch eine verbesserte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zustande, da diese durch das bewegte Kognitionstraining geschult wurde. Die Leistungsentwicklung der Kognitionsgruppe ist jedoch kritisch zu beurteilen, da sich hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit keine Fortschritte abzeichneten.

Bei der Doppelaufgabe „EBS und FWT-3“ lagen die Bearbeitungszeiten zur Baseline – außer bei der Motorikgruppe – weit über den Werten, die in der einfachen Variante (FWT-3 im Sitzen) erzielt wurden. Dieses Faktum weist darauf hin, dass die kognitive Leistung der betreffenden Teilnehmer durch die simultane Ausführung des Einbeinstandes beeinträchtigt wurde. Die daraus resultierenden Doppelaufgabenkosten fallen wesentlich größer aus als bei der vermeintlich einfacheren kognitiven Aufgabe „EBS und FWT-2“. Diese Beobachtung deckt sich mit den Erkenntnissen von Ble und Kollegen (2005), die mit zunehmender Aufgabenschwierigkeit auch steigende Doppelaufgabenkosten nachwiesen. Die Höhe der Doppelaufgabenkosten wird aber nicht nur von der Komplexität der Aufgabe bestimmt, sondern ist auch von individuellen Dispositionen, aktuellen Zielen und Intentionen abhängig (Schubert, 1981). Folglich müssen individuelle Prioritäten der Teilnehmer ebenfalls bei der Beurteilung des Ergebnisses bedacht werden. Zudem können die Leistungseinbußen beim „EBS und FWT-3“ dadurch begründet sein, dass ältere Menschen generell größere Schwierigkeiten haben, die Aufmerksamkeit auf mehrere Aufgaben adäquat zu verteilen (Lundin-Olsson et al., 1997; Poon & Harrington, 2006). Die wesentlich bessere Leistung der Motorikgruppe zur Baseline ist anscheinend auf die generell bessere Gleichgewichtsfähigkeit dieser Teilnehmer zurückzuführen. So waren bei der Motorikgruppe auch in den einfachen Gleichgewichtsaufgaben (TDS, EBS und EBS auf instabiler Ebene) bereits bessere Ausgangswerte nachzuweisen. Begründungen für diese Gegebenheit lassen sich aus den erhobenen Daten jedoch nicht ableiten. Die Entwicklungen der Motorikgruppe in der Doppelaufgabe „EBS und FWT-3“ verliefen ähnlich wie beim „EBS und FWT-2“: Die Bearbeitungszeit verkürzte sich über den Messzeitraum sukzessive und die geringen Korrekturen blieben konstant bzw. verringerten sich minimal.

Die Kombinations-, die Kognitions- und die Kontrollgruppe zeigten hingegen recht homogene Ausgangswerte beim „EBS und FWT-3“. Hinsichtlich der Bearbeitungszeit verbesserten sich alle Gruppen sukzessive über die 12 Monate, wenn auch unterschiedlich stark. Die größten Leistungssteigerungen waren erwartungsgemäß bei der Kombinations- und der Kognitionsgruppe zu verzeichnen. Diese beiden Gruppen konnten ihre

Bearbeitungszeit bis zum vierten Messzeitpunkt enorm verringern, sodass die Werte nach 12 Monaten denen des einfachen FWT-3 fast gleichkamen und die Doppelaufgabenkosten annähernd nivelliert wurden. Zusätzlich konnten die Teilnehmer der Kombinationsgruppe die Anzahl der Korrekturen im EBS wesentlich reduzieren. Durch das Kraft- und Gleichgewichtstraining konnte die Kombinationsgruppe zum einen die Kraftfähigkeiten im Bereich der unteren Extremität sowie die Gleichgewichtsfähigkeit steigern. Zum anderen verbesserte sie sich aber infolge des bewegten Kognitionstrainings auch in den exekutiven Funktionen, da dieses Training Übungen in Form von Doppelaufgaben beinhaltet. Verbesserte exekutive Funktionen bewirken beispielsweise eine effizientere Informationsverarbeitung und können zu einer effektiveren Planung von motorischen Strategien zur Bewältigung der Gleichgewichtsaufgabe führen (Ble et al., 2005). Möglicherweise sind auch eine durch die Intervention erhöhte allgemeine kognitive Kapazität oder eine verbesserte Aufmerksamkeitsteilung für die Fortschritte der Teilnehmer verantwortlich.

Die Kognitionsgruppe senkte die Doppelaufgabenkosten in einem ähnlichen Umfang wie die Kombinationsgruppe. Erwartungsgemäß sind diese hier auch mit einer Vergrößerung der allgemeinen kognitiven Kapazität, einer schnelleren Informationsverarbeitung und verbesserten exekutiven Funktionen begründbar. Bei der Anzahl der Korrekturen waren ebenfalls Verbesserungen über die Zeit zu verzeichnen. Diese fielen aber geringer aus als die in der Kombinationsgruppe, was auf das fehlende spezifische Kraft- und Gleichgewichtstraining zurückzuführen ist.

Die Kontrollgruppe konnte die Bearbeitungszeit im „EBS und FWT-3“ ebenfalls verkürzen, jedoch weniger deutlich als die Kombinations- und die Kognitionsgruppe. Die Zeiten in der Kontrollgruppe reduzierten sich ähnlich stark wie die bei der einfachen Aufgabe FWT-3 im Sitzen. Doppelaufgabenkosten blieben jedoch über den gesamten Messzeitraum erhalten. Da der FWT zu jedem Messzeitpunkt insgesamt dreimal unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt wurde, ist zu vermuten, dass die Verbesserungen in der Kontrollgruppe auf einem Lerneffekt beruhen. Diesbezüglich ist darauf hinzuweisen, dass Lerneffekte auch bei der Interpretation der Ergebnisse der Experimentalgruppen nicht außer Acht gelassen werden sollten. Ferner konnte die Kontrollgruppe zwar die Bearbeitungszeit für die Testtafel 3 verkürzen, die recht hohe Anzahl der Korrekturen zur Wahrung der Stabilität blieb über die Zeit jedoch konstant. Dies kann einerseits daran liegen, dass die Kontrollgruppe durch Kraftverluste in der unteren Extremität weniger lang auf einem Bein stehen konnte (Kapitel 6.2.1). Andererseits ist aber auch denkbar, dass die Teilnehmer die kognitive Aufgabe gegenüber der Gleichgewichtsaufgabe priorisierten.

Zusätzlich zu den Trainingseffekten wird nachgewiesen, dass die Teilnehmer mit zunehmendem Alter größere Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Doppelaufgaben

haben. Dies wird in der Regel mit der im Alter allgemeinen Reduzierung physischer und kognitiver Ressourcen begründet und wurde bereits vielfach belegt (Woollacott & Shumway-Cook, 2002; Lindenberger, Marsiske & Baltes, 2000).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die drei Experimentalgruppen im Hinblick auf die Lösung einer motorisch-kognitiven Doppelaufgabe unterschiedlich von ihrem Training profitierten. Die Kombination aus Kraft- und Gleichgewichtstraining und bewegtem Kognitionstraining scheint für die simultane Durchführung einer statischen Gleichgewichtsaufgabe und kognitiven Aufgabe am effektivsten zu sein. Dass die Bewältigung von Doppelaufgaben durch Training zu verbessern ist, konnten bereits frühere Studien bestätigen (Pellecchia, 2005; Dumas et al., 2009). Allerdings stellte die Doppelaufgabe in diesen Untersuchungen auch die Testaufgabe dar und wurde gezielt trainiert. Aufgrund dessen blieb die Frage nach der Übertragbarkeit der Trainingseffekte auf andere Doppelaufgaben bislang offen. Die vorliegenden Ergebnisse sprechen dafür, dass ein motorisch-kognitives Training generell zu Verbesserungen von Doppelaufgabentätigkeiten bei Senioren führen kann, ohne die Doppelaufgabe gezielt zu trainieren. Inwiefern sich diese Trainingseffekte auf andere alltagsnahe Doppelaufgaben übertragen lassen, die beispielsweise eine kognitive Aufgabe mit dynamischen Gleichgewichtsaufgaben koppeln, müssten weitere Forschungsarbeiten zeigen. Dies wäre insbesondere in Bezug auf die Sturzproblematik von Interesse, da die meisten Stürze bei dynamischen Aktivitäten erfolgen.

6.3.6.4 Stehen auf der Kraftmessplatte und Farb-Wort-Test (Tafel 2)

Für alle fünf erhobenen Parameter zeigten sich keine bedeutsamen Haupteffekte. Für den Schwankungsweg nach anterior-posterior ließen sich ebenso wie für die gesamte Schwankungslänge und die Schwankungsgeschwindigkeit keine Interaktionseffekte nachweisen.

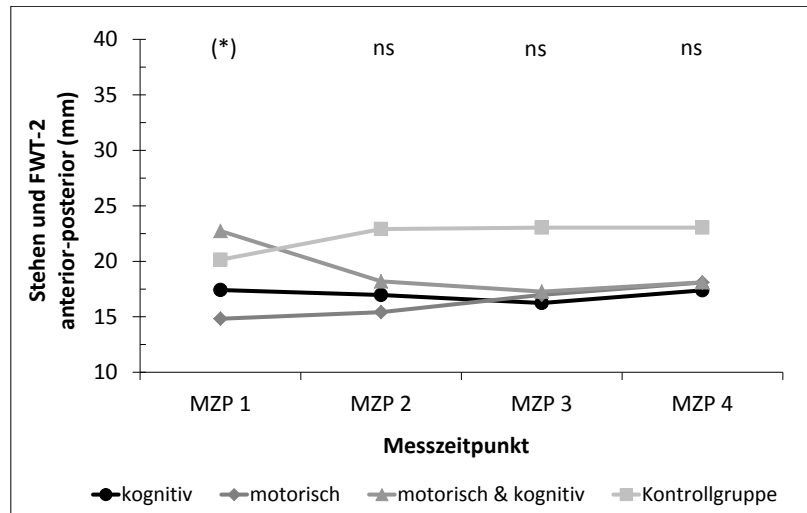


Abbildung 64: Schwankung nach anterior-posterior beim FWT-2 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Bereits zur Baseline waren tendenzielle Gruppenunterschiede für die Schwankung nach anterior-posterior ($F(3, 86) = 2.34$, $p = .079$) und medio-lateral ($F(3, 86) = 2.63$, $p = .055$) sowie für die Schwankungsfläche ($F(3, 86) = 2.26$, $p = .087$) zu beobachten (Abb. 64 bis Abb. 66). Diese konnten jedoch im Post-hoc-Test nach Tamhane nicht bestätigt werden. Die Unterschiede der ersten beiden Parameter hoben sich zu den späteren Messzeitpunkten wieder auf. Zum dritten Messzeitpunkt ließen sich die Gruppenunterschiede hinsichtlich der Schwankungsfläche nochmals nachweisen ($F(3, 86) = .098$), im Post-hoc-Test konnten diese aber ebenfalls nicht bestätigt werden.

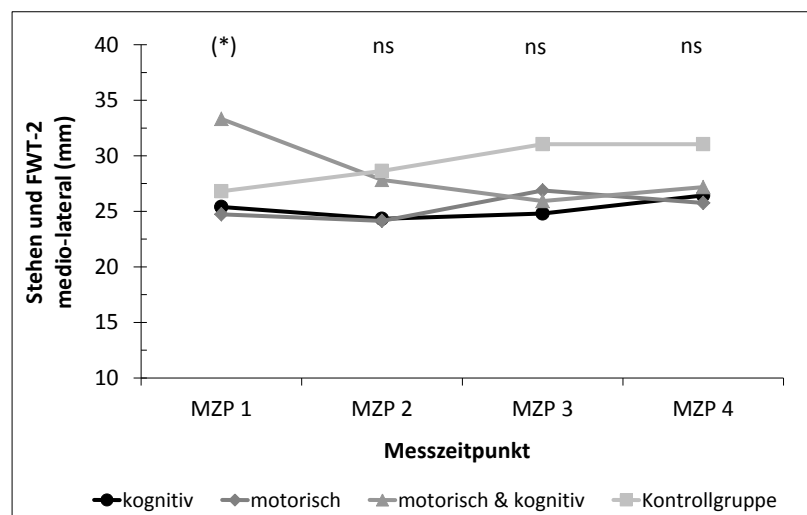


Abbildung 65: Schwankung nach medio-lateral beim FWT-2 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Schwankung nach medio-lateral betreffend entwickelten sich die Gruppen unterschiedlich über die vier Messzeitpunkte, sodass sich ein signifikanter Interaktionseffekt ergab ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(7, 189) = 2.25$, $p = .031$, $\eta^2 = .078$). Bei der Schwankungsfläche war ein tendenzieller Interaktionseffekt zwischen Messzeitpunkt und Gruppe zu erkennen

($F_{\text{MZPxGruppe}}(5.2, 139) = 2.00, p = .079, \eta^2 = .070$). Während die Experimentalgruppen die Größe der Schwankungsfläche relativ konstant hielten oder diese deutlich verkleinerten, vergrößerte sich die Schwankungsfläche bei der Kontrollgruppe über die 12 Monate.

Zwischensubjekteffekte waren bei allen fünf Parametern jeweils für das Alter und Geschlecht nachweisbar. Außerdem ergaben sich für den RF Körperkomposition Unterschiede bei der Schwankung nach medio-lateral, der Länge und der Schwankungsfläche. Bei der gesamten Länge der Schwankung zeichnete sich darüber hinaus ein Unterschied die Gruppe betreffend ab (vgl. Tab. 20).

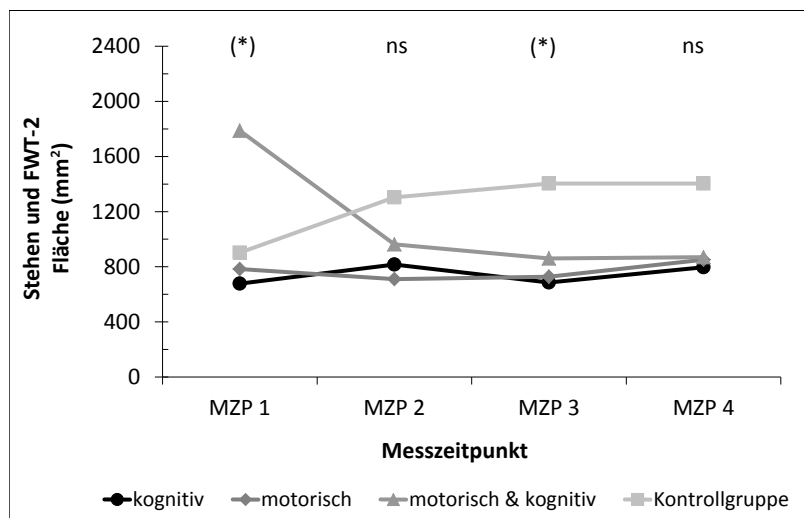


Abbildung 66: Schwankungsfläche beim FWT-2 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Die Teilnehmer schwankten mit zunehmendem Alter und in Abhängigkeit vom Geschlecht mehr bei der zeitgleichen Bearbeitung einer kognitiven Aufgabe. Bei den eher übergewichtigen Teilnehmern waren für einige Parameter größere Körperschwankungen zu verzeichnen.

Tabelle 20: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-2

		F	p	η^2
Alter		(1, 80)		
	anterior-posterior	14.2	.000	.151
	medio-lateral	11.1	.001	.122
	Länge	16.7	.000	.172
	Fläche	13.5	.000	.145
	Geschwindigkeit	17.3	.000	.178
Geschlecht		(1, 80)		
	anterior-posterior	3.82	.054	.046
	medio-lateral	6.58	.012	.076
	Länge	4.14	.045	.049
	Fläche	6.55	.012	.076
	Geschwindigkeit	10.2	.002	.113
RF Körperkomposition		(1, 80)		
	medio-lateral	4.47	.038	.053
	Länge	4.25	.043	.050
	Fläche	4.63	.034	.055
Gruppe		(3, 80)		
	Länge	2.35	.078	.081

6.3.6.5 Stehen auf der Kraftmessplatte und Farb-Wort-Test (Tafel 3)

Für das Stehen auf der Kraftmessplatte mit simultaner Bearbeitung der Testtafel 3 ergaben sich für alle fünf Parameter keine Haupteffekte. Ein Interaktionseffekt ließ sich lediglich beim Schwankungsweg nach anterior-posterior zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht nachweisen ($F_{\text{MZPxGeschlecht}}(2.2, 177) = 2.97, p = .048, \eta^2 = .036$). Weitere Interaktionen waren nicht zu beobachten.

Tendenzielle Gruppenunterschiede zeigten sich in der Varianzanalyse für die Schwankung nach anterior-posterior zur Baseline ($F(3, 86) = 2.39, p = .074$) sowie nach 4 Monaten ($F(3, 86) = 2.28, p = .085$). Zum dritten Messzeitpunkt wurden diese signifikant ($F(3, 86) = 3.01, p = .035$) und lösten sich zum vierten Messzeitpunkt wieder auf.

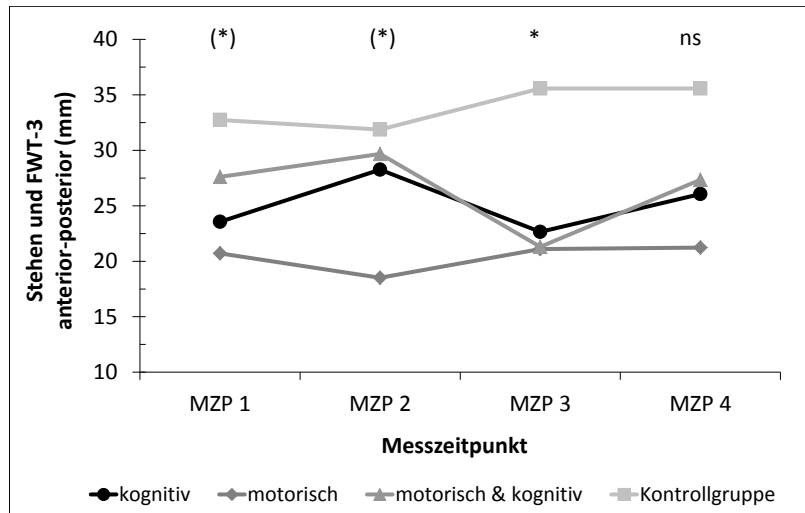


Abbildung 67: Schwankung nach anterior-posterior beim FWT-3 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Im Post-hoc-Test wurde nur ein Unterschied zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe zum zweiten Messzeitpunkt bestätigt ($p = .041$). Zusätzlich ergaben sich für die gesamte Schwankungsfläche tendenzielle Gruppenunterschiede zum dritten ($F(3, 85) = 2.38$, $p = .076$) und vierten Messzeitpunkt ($F(3, 85) = 2.55$, $p = .062$), die im Post-hoc jedoch nicht bestätigt werden konnten. Für die drei weiteren Parameter waren keine Gruppenunterschiede ersichtlich.

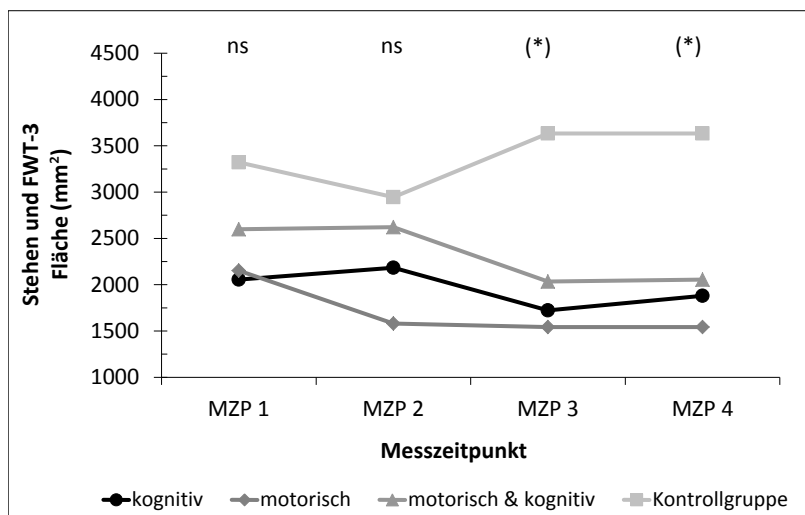


Abbildung 68: Schwankungsfläche beim FWT-3 im Stehen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe ((*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$)

Zwischensubjekteffekte ergaben sich für alle fünf Parameter hinsichtlich des Alters und des RF Körperkomposition. Unterschiede für das Geschlecht waren bei der Schwankung nach medio-lateral, der Länge des Schwankungsweges, der Schwankungsfläche sowie -geschwindigkeit zu erkennen. Zusätzlich ließen sich Gruppenunterschiede für die Schwankung nach anterior-posterior und für die Schwankungsfläche beobachten.

Tabelle 21: Zwischensubjekteffekte: Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-3

		F	p	η^2
Alter		(1, 80)		
	anterior-posterior	13.7	.000	.146
	medio-lateral	9.66	.003	.109
	Länge	29.5	.000	.272
	Fläche	16.6	.000	.173
	Geschwindigkeit	11.3	.001	.125
Geschlecht		(1, 80)		
	medio-lateral	4.22	.043	.051
	Länge	6.13	.015	.072
	Fläche	7.63	.007	.088
	Geschwindigkeit	7.58	.007	.087
RF Körperkomposition		(1, 80)		
	anterior-posterior	4.28	.042	.051
	medio-lateral	5.04	.028	.060
	Länge	5.28	.024	.063
	Fläche	6.21	.015	.073
	Geschwindigkeit	5.84	.018	.069
Gruppe		(3, 80)		
	anterior-posterior	2.85	.042	.097
	Fläche	2.59	.059	.089

6.3.6.6 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Doppelaufgaben „Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-2 und FWT-3“

Für die Körperschwankungen bei den Doppelaufgaben „Stehen auf der Kraftmessplatte und FWT-2 bzw. FWT-3“ ergaben sich kaum statistisch nachweisbare Ergebnisse. Signifikante Interaktionseffekte zwischen Messzeitpunkt und Gruppe waren nur bei der einfacheren Doppelaufgabe „Stehen und FWT-2“ zu beobachten, und zwar für die Schwankung in der medio-lateralen Ebene und die Schwankungsfläche. Dies scheint in erster Linie darin begründet zu sein, dass die Kombinationsgruppe die Körperschwankungen reduzieren konnte, während die der Kontrollgruppe über die Zeit etwas größer wurden. Die Körperschwankungen der Motorik- und der Kognitionsgruppe blieben über den Messzeitraum relativ konstant. Kritisch anzumerken ist, dass die Kombinationsgruppe im Vergleich zu den anderen drei Gruppen bei der Schwankung nach medio-lateral sowie bei der Schwankungsfläche höhere Werte zur Baseline hatte. Diese Beobachtung wurde durch die Varianzanalyse mit der unabhängigen Variable „Gruppe“ bestätigt. Diese zeigte zur Baseline Gruppenunterschiede für die Schwankungen nach medio-lateral sowie für die Schwankungsfläche. Zusätzlich ergab sich in dieser Analyse ein Gruppenunterschied für die Schwankung nach anterior-posterior. Hinsichtlich der Schwankungsfläche ließen sich zum dritten Messzeitpunkt nochmals Gruppendifferenzen nachweisen. Bestätigungen durch den Post-hoc-Test ergaben sich für keinen der Effekte. Die Kombinationsgruppe konnte ihre Körperschwankungen so

reduzieren, dass die Werte der Experimentalgruppen für alle drei Schwankungsparameter ab dem zweiten Messzeitpunkt relativ homogen waren.

Bei der Aufgabe „Stehen und FWT-3“ waren ebenfalls Gruppenunterschiede für die Schwankung nach anterior-posterior und die Schwankungsfläche zu erkennen. Der Gruppenunterschied für die Schwankung nach anterior-posterior ergab sich auch bei dieser Aufgabe bereits zur Baseline und wurde bis zum dritten Messzeitpunkt signifikant. Bestätigt wurde die Gruppendifferenz lediglich zum zweiten Messzeitpunkt zwischen der Motorik- und der Kontrollgruppe. Bei der Betrachtung der Absolutwerte der Schwankungsamplitude nach anterior-posterior zeigt sich, dass die vier Gruppen zur Baseline allgemein heterogene Werte aufwiesen, die sich über die 12 Monate variabel entwickelten und letztlich zum vierten Messzeitpunkt wieder den Ausgangswerten annäherten. Bei der Schwankungsfläche waren ebenfalls relativ heterogene Ausgangswerte zu beobachten, die aber statistisch nicht nachweisbar sind. Tendenzielle Gruppenunterschiede ergaben sich nur zum dritten und vierten Messzeitpunkt. Im Post-hoc-Test wurden diese Effekte jedoch nicht bestätigt. Trotz fehlender statistischer Bedeutsamkeit lassen sich die Differenzen durch eine Vergrößerung der Schwankungsfläche bei der Kontrollgruppe und eine Verringerung derselben bei den Experimentalgruppen erklären. Bezogen auf die Bewältigung der Doppelaufgabe zeigt sich für die Motorik- und die Kombinationsgruppe hierbei der größte Gewinn. Bei der Motorikgruppe ist die Abnahme der Körperschwankungen, welche insbesondere bis zum zweiten Messzeitpunkt deutlich wurde und danach stagnierte, durch die verbesserten muskulären Funktionen erklärbar. Diesbezüglich sind vor allem die neuronale Adaptation, die Stabilisierung der Stütz Muskulatur und ein dadurch allgemein besseres Körpergefühl zu nennen (Häkkinen, Alen, Kallinen, Newton & Kraemer, 2000) – Aspekte, die in der Regel für Verbesserungen der muskulären Funktionen nach den ersten Trainingsmonaten verantwortlich gemacht werden.

In der Kombinationsgruppe lassen sich die geringeren Körperschwankungen während der Bearbeitung der Zusatzaufgabe durch gesteigerte Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten als auch durch gestärkte kognitive Funktionen erklären. Neben den Anpassungen auf neuromuskulärer Ebene könnten aber auch eine bessere Koordination der Informationen aus den muskulären und sensorischen Systemen, eine generell schnellere Informationsverarbeitung und eine bessere Aufmerksamkeitsverteilung durch das bewegte Kognitionstraining die Begründung liefern. Für die Effektivität des kognitiven Trainingsanteils sprechen zudem die reduzierten Körperschwankungen in der Kognitionsgruppe – wenngleich diese geringer ausfielen als in der Kombinationsgruppe.

Abgesehen von den Ergebnissen der statistischen Datenanalyse sind hinsichtlich der Körperschwankungen bei beiden Doppelaufgaben zwei Dinge bemerkenswert: Einerseits fielen die Schwankungen hier größer aus als bei der einfachen Ausführung ohne

Zusatzaufgabe und andererseits nahmen diese mit wachsender Schwierigkeit der Aufgabe (von FWT-2 zu FWT-3) nochmals zu. So ergab sich beispielsweise beim Stehen und FWT-2 zur Baseline im Schnitt eine Schwankungsfläche von 1000 mm² im Vergleich zu 2500 mm² beim Stehen und FWT-3. Dies bedeutet, analog zu den Erkenntnissen bei der Aufgabe „EBS und FWT“, dass die Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle durch die simultane Forderung kognitiver Funktionen und Prozesse umso schwerer fällt, je anspruchsvoller die Zusatzaufgabe ist. Bei der Bearbeitung der Testtafel 3 werden insbesondere die exekutiven Funktionen gefordert, die ihrerseits im höheren Alter Einbußen erfahren (Park et al., 2002; Bowles & Salthouse, 2003). Beachtet man nun, dass ältere Menschen zur Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle vermehrt kognitive Funktionen nutzen, ist zu vermuten, dass die kognitive Kapazität der Teilnehmer durch die Bearbeitung der anspruchsvollen kognitiven Zusatzaufgabe ausgeschöpft wird und für die posturale Kontrolle nicht genug kognitive Ressourcen zur Verfügung stehen. Daraus resultieren größere Körperschwankungen. Um den Körper in Balance zu halten, müssen die Informationen aus den sensorischen Systemen jedoch schnell und präzise verarbeitet werden. Die dafür benötigte kognitive Kapazität wird bei der Doppelaufgabe jedoch auf die Bearbeitung der Testtafel 3 verwendet. Bei der Doppelaufgabe mit dem FWT-2 fielen diese Effekte geringer aus, weil die Teilnehmer hier lediglich Farben benennen mussten – wofür weniger kognitive Kapazität erforderlich ist.

Bei beiden Doppelaufgaben schwankten die Teilnehmer mit zunehmendem Alter mehr. Außerdem wiesen die Übergewichtigen größere Körperschwankungen auf als die Normalgewichtigen und auch in Abhängigkeit vom Geschlecht ergaben sich unterschiedliche Körperschwankungen bei diesem Test.

Auch wenn sich kaum statistisch abgesicherte Beweise für die Wirksamkeit der Interventionen zeigen, ist analog zu den Ergebnissen der Doppelaufgabe „EBS und FWT“ festzuhalten, dass ältere Menschen hinsichtlich der Bewältigung von Doppelaufgaben erwartungsgemäß vor allem von der Kombination aus Kraft- und Gleichgewichtstraining und bewegtem Kognitionstraining profitieren. Allerdings bleibt bei der Doppelaufgabe auf der Kraftmessplatte die Frage nach den Doppelaufgabenkosten aufgrund methodischer Mängel unbeantwortet. Es ist folglich möglich, dass die Teilnehmer der Experimentalgruppen zwar ihre Körperschwankungen reduzieren konnten, dies aber auf Kosten der kognitiven Aufgabe geschah. Daher lässt sich im Hinblick auf die fragliche Testaufgabe keine stichhaltige Aussage zur Effektivität der Interventionsmaßnahmen formulieren.

6.4 Ergebnisse zu den Sturzereignissen

Zum Abschluss der Ergebnisbeschreibung auf Einzelitemebene werden im folgenden Abschnitt die Sturzereignisse der Teilnehmer dargestellt. Das Ergebnis der Varianzanalyse mit den Kovariaten „Gruppe“ und „Alter“ zeigt hier die Entwicklungen bei der Sturzhäufigkeit der Gruppen in Abhängigkeit vom Alter und über die Zeit. Daran anschließend folgt die Betrachtung der Sturzrate, welche mittels der negativ-binomialen Regression berechnet wurde. Außerdem werden die Umstände und Folgen der erfassten Stürze geschildert. Das Kapitel schließt mit einer zusammenfassenden Ergebnisbeschreibung und Diskussion.

6.4.1 Entwicklung der Sturzhäufigkeit

Für die Entwicklung der durchschnittlichen Sturzhäufigkeit über die Zeit ergab sich ein Haupteffekt ($F_{\text{MZP}}(3, 218) = 7.40, p = .000, \eta^2 = .090$). Alle vier Gruppen konnten die Sturzhäufigkeit über den Messzeitraum reduzieren. Interaktionseffekte ließen sich weder für Messzeitpunkt und Gruppe ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe}}(9, 218) = 0.58, p > .10, \eta^2 = .023$) noch für Messzeitpunkt und Alter ($F_{\text{MZP} \times \text{Alter}}(3, 218) = 1.87, p > .10, \eta^2 = .024$) nachweisen.

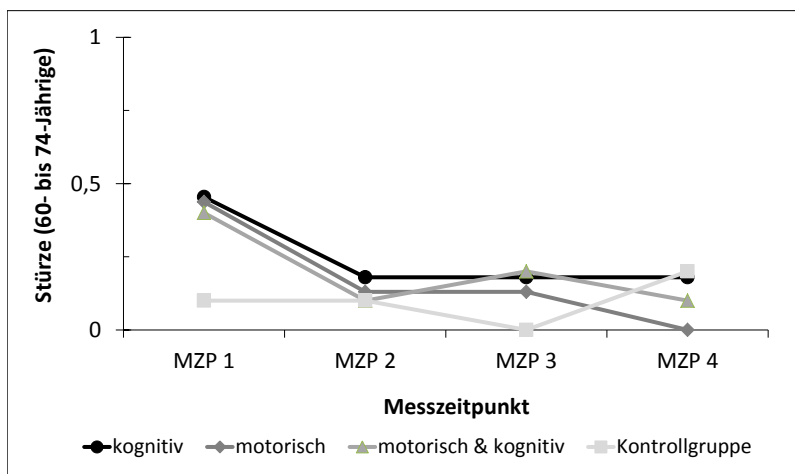


Abbildung 69: Stürze der 60- bis 74-Jährigen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe

Bei der Betrachtung der Entwicklung der Sturzhäufigkeit unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit und des Alters zeigte sich ein signifikanter Interaktionseffekt ($F_{\text{MZP} \times \text{Gruppe} \times \text{Alter}}(9, 218) = 2.13, p = .029, \eta^2 = .079$). Bei den 60- bis 74-Jährigen wiesen die drei Experimentalgruppen eine recht homogene Entwicklung der Sturzhäufigkeit über die 12 Monate auf (Abb. 69). Zum ersten Messzeitpunkt zeigte sich bei diesen Gruppen eine höhere Sturzhäufigkeit als bei der Kontrollgruppe, welche jedoch über die 12 Monate verringert werden konnte. Die zu Beginn geringere Sturzhäufigkeit der Kontrollgruppe blieb indessen zunächst konstant und stieg zum vierten Messzeitpunkt an.

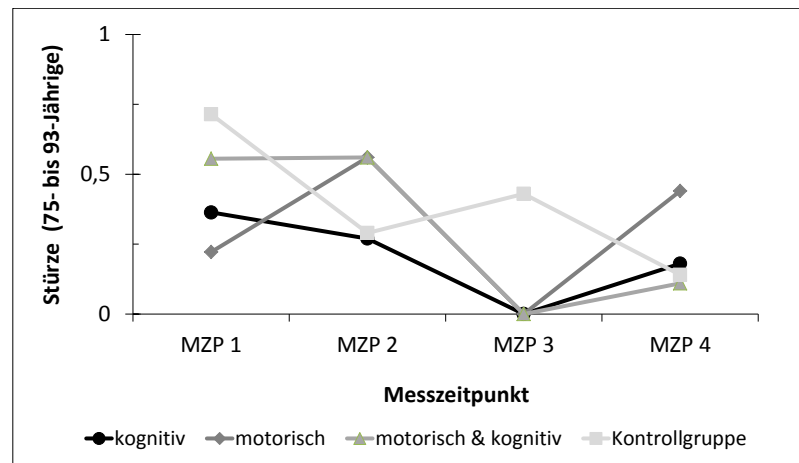


Abbildung 70: Stürze der 75- bis 93-Jährigen in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und der Interventionsgruppe

Die Sturzhäufigkeit der 75- bis 93-Jährigen gestaltete sich hingegen über den Studienzeitraum sehr variabel (Abb. 70). Zum ersten Messzeitpunkt differierte die Sturzhäufigkeit zwischen 0,2 in der Motorikgruppe und 0,7 in der Kontrollgruppe. Zum dritten Messzeitpunkt sank die Sturzhäufigkeit der drei Experimentalgruppen bis auf 0. In den letzten 4 Monaten des Untersuchungszeitraums stieg die Sturzhäufigkeit in den Experimentalgruppen jedoch wieder an, während sich die Stürze in der Kontrollgruppe reduzierten.

Im Test der Zwischensubjekteffekte ließen sich signifikante Unterschiede bezüglich des Alters nachweisen ($F_{\text{Alter}}(1, 75) = 4.29$, $p = .042$, $\eta^2 = .054$). Mit zunehmendem Alter stürzten die Teilnehmer häufiger.

6.4.2 Sturzrate, Sturzursachen und Sturzfolgen

Zur Baseline berichteten 27 Teilnehmer von insgesamt 41 Stürzen, die sich in den 12 Monaten vor Studienbeginn ereigneten. Die Anzahl der Gestürzten und die Stürze verteilten sich relativ gleich auf die vier Gruppen (Tab. 22). Während des 12-monatigen Interventionszeitraums stürzten demgegenüber 20 Teilnehmer insgesamt 26-mal. Insbesondere in der Kombinationsgruppe ereigneten sich wesentlich weniger Stürze als in den 12 Monaten vor der Intervention.

Tabelle 22: Anzahl der Gestürzten und der Stürze in den Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung und nach 12 Monaten

Gruppe	Gestürzte		Stürze	
	Baseline	nach 12 Monaten	Baseline	nach 12 Monaten
Motorikgruppe (n = 25)	7	5	11	6

Kognitionsgruppe (n = 22)	7	7	9	9
Kombinationsgruppe (n = 19)	7	2	10	3
Kontrollgruppe (n = 21)	6	6	11	8

In Tabelle 23 sind die Sturzrate und die Inzidenzdichtenverhältnisse, welche mittels der negativ binomialen Regression berechnet wurden, dargestellt. Zu Beginn der Studie lag die jährliche Sturzrate bei 41 bis 53 % in den vier Gruppen. In der Kognitionsgruppe veränderte sich die Sturzrate über den Interventionszeitraum nicht, sie blieb konstant bei 41 %. Die Motorikgruppe konnte die Sturzrate von 44 auf 24 % reduzieren und die Kombinationsgruppe von 53 auf 16 %. In der Kontrollgruppe verringerte sich die Sturzrate von 52 auf 38 %.

Tabelle 23: Inzidenzrate und Inzidenzdichtenverhältnisse (IRR) in der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung und nach 12 Monaten

Gruppe	Inzidenzrate (95 % KI)		IRR (95 % KI) für die EG gegenüber der KG	
	Baseline	nach 12 Monaten	Baseline	nach 12 Monaten
Motorikgruppe (n = 25)	0.44 (0.10-0.78)	0.24 (0.02-0.46)	0.84 (0.30-3.23)	0.63 (0.19-2.11)
Kognitionsgruppe (n = 22)	0.41 (0.11-0.70)	0.41 (0.11-0.70)	0.78 (0.27-2.27)	1.07 (0.35-3.31)
Kombinationsgruppe (n = 19)	0.53 (0.12-0.93)	0.16 (0.08-0.40)	1.01 (0.35-2.89)	0.41 (0.10-1.79)
Kontrollgruppe (n = 21)	0.52 (0.10-0.95)	0.38 (0.08-0.69)	1	1

KI = Konfidenzintervall; EG = Experimentalgruppen; KG = Kontrollgruppe

Darüber hinaus zeigte sich, dass während des Interventionszeitraums in der Motorikgruppe 37 % (IRR = 0.63, 95 % KI = 0.19–2.11) und in der Kombinationsgruppe 59 % (IRR = 0.41, 95 % KI = 0.10–1.79) weniger Stürze erfolgten als in der Kontrollgruppe. Die Kognitionsgruppe hingegen wies zwar zur Baseline 22 % (IRR = 0.78, 95 % KI = 0.27–2.27) weniger Stürze auf als die Kontrollgruppe, die Teilnehmer dieser Gruppe stürzten aber im Verlauf der Studie genauso häufig (IRR = 1.07, 95 % KI = 0.35-3.31) wie diejenigen in der Kontrollgruppe.

Im Hinblick auf die Umgebungsbedingungen, Umstände und Folgen der Stürze, die in den 12 Monaten vor Studienbeginn erfasst wurden, stellt sich heraus, dass sich zwei Drittel dieser Stürze außerhalb der eigenen Wohnung ereigneten. Als Sturzauslöser wurden vorrangig extrinsische Faktoren wie Fußboden- und Lichtverhältnisse angeführt. Bei rund einem Viertel der Stürze konnten die Umgebungsbedingungen nicht benannt werden. Außerdem erfolgten die Stürze überwiegend dann, wenn die Person allein war und sich fortbewegte ($\chi^2(12) = 22.1$; $p = .037$). Bei über drei Viertel der Stürze wurde von Schmerzen, Prellmarken und Schürfwunden als Sturzfolge berichtet. Frakturen oder ähnlich schwerwiegende Verletzungen waren nur bei wenigen Stürzen die Konsequenz.

Auch die Stürze, die während des Interventionszeitraums dokumentiert wurden, ereigneten sich in der Regel außerhalb der eigenen Wohnung auf der Straße und/oder Treppe. Die Umgebungsbedingungen dieser Stürze waren recht variabel, sodass sich keine signifikanten Effekte nachweisen ließen. So wurde die Beschaffenheit des Untergrunds ebenso als Grund benannt wie fehlendes festes Schuhwerk, Stolperfallen, gesundheitliche Probleme, Unaufmerksamkeit oder sonstige Faktoren. Darüber hinaus erfolgten die meisten Stürze, wenn die Person allein war und sich gehend fortbewegte. Mit zunehmender Interventionsdauer konnten nahezu alle Gestürzten nach einem Sturz wieder allein aufstehen. Die Inanspruchnahme medizinischer Hilfe lag bei 0 bis 31 %. Hinsichtlich der Sturzfolgen (medizinische Hilfe, Medikamente und Verletzungen) ergaben sich nur zum zweiten Messzeitpunkt statistisch bedeutsame Effekte (med. Hilfe: $\chi^2(3) = 12.7$, $p = .005$; Medikamente: $\chi^2(3) = 11.8$, $p = .008$; Verletzungen: $\chi^2(12) = 20.8$, $p = .053$). Betrachtet man die absoluten Werte, ist zu erkennen, dass insbesondere die Teilnehmer der Kognitionsgruppe Hilfe nach einem Sturz beanspruchten und Medikamente benötigten. Die Stürze in den drei anderen Gruppen verliefen demgegenüber eher glimpflich.

6.4.3 Zusammenfassende Diskussion der Sturzereignisse

Im Hinblick auf die Sturzhäufigkeit waren statistisch keine unterschiedlichen Entwicklungen der vier Gruppen über den Studienzeitraum nachweisbar. Erst bei Hinzunahme der Kovariate „Alter“ zeigte sich ein signifikanter Interaktionseffekt. Dies bedeutet, dass sich die Gruppen hinsichtlich der Sturzhäufigkeit in Abhängigkeit vom Alter unterschiedlich entwickelten. Auch im Test der Zwischensubjekteffekte war hier ein Unterschied nachzuweisen. Die älteren Teilnehmer stürzten häufiger als die jüngeren. Dieses Ergebnis stützt die These, dass Senioren mit zunehmendem Alter häufiger stürzen (Stevens et al., 2006). Bezüglich des Alters ist außerdem auffällig, dass sich die Sturzhäufigkeit der jüngeren Teilnehmer (der 60- bis 74-Jährigen) im Verlauf der 12 Monate relativ homogen darstellte. Die Sturzhäufigkeit der älteren Teilnehmer (75- bis

93-Jährige) divergierte hingegen sowohl zu Beginn der Studie als auch im Verlauf der 12 Monate wesentlich stärker. Bei den Angaben der Sturzhäufigkeit ist auf ein generelles Problem hinzuweisen, aufgrund dessen die Ergebnisse kritisch betrachtet werden sollten: Aus der Literatur ist bekannt, dass Stürze bei älteren Erwachsenen häufig nicht die Beachtung finden, die für eine lückenlose Dokumentation nötig wären (Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, 2004). So erinnert sich die gestürzte Person in der Regel nur dann an einen Sturz, wenn dieser auch Folgen nach sich zieht. Folglich sollten die Angaben zu den Stürzen in den letzten 12 Monaten vor Studienbeginn, die zur Baseline dokumentiert wurden, differenziert betrachtet werden.

Die Sturzrate betreffend zeigten sich für die Kombinationsgruppe die größten Effekte. Zur Baseline bestand kaum ein Unterschied zwischen der Sturzrate der Kombinationsgruppe und der der Kontrollgruppe. Im Laufe der Studie wurden für die Kombinationsgruppe 59 % (IRR = 0.41, 95 % KI = 0.10–1.79) weniger Stürze dokumentiert als in der Kontrollgruppe. Damit fällt die Reduzierung der Sturzrate durch eine multifaktorielle Intervention, die Bewegungstraining inkludiert, größer aus als in anderen Studien, in denen im Durchschnitt von etwa 25 % geringeren Sturzraten berichtet wird (Gillespie et al., 2009; Shumway-Cook et al., 2007). Bei dem Vergleich mit anderen Studien erweist sich jedoch als problematisch, dass die Inhalte der multifaktoriellen Intervention sehr variieren und nur äußerst selten die Schulung kognitiver Funktionen mit bedacht wird. Eine Studie, die kognitives Training im Rahmen einer multiplen Intervention beinhaltet, wurde kürzlich von Freiburger und Kollegen (2012) durchgeführt. Ein kombiniertes Kraft- und Gleichgewichtstraining mit Aufklärung zu Sturzrisiken und kognitivem Training erbrachte hier keine Effekte auf die Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren (IRR = 0.94, 95 % KI = 0.58–1.53).

In der Motorikgruppe waren 37 % (IRR = 0.63, 95 % KI = 0.19–2.11) weniger Stürze nachzuweisen als in der Kontrollgruppe. Allerdings wies diese Gruppe bereits zur Baseline 16 % weniger Stürze auf als die Kontrollgruppe. Einen vergleichbaren Effekt belegten Lord und Kollegen (2003), die durch ein 12-monatiges Kraft- und Gleichgewichtstraining eine Sturzreduzierung um 22 % (IRR = 0.78, 95 % KI = 0.62–0.99) erreichten. In einem ausführlichen Review von Gillespie und Kollegen (2012) wird von einer ähnlich starken Sturzabnahme durch Bewegungsprogramme in Gruppenform berichtet (IRR = 0.71, 95 % KI = 0.63–0.82; 16 Studien). Für die Kognitionsgruppe ergaben sich keine Verbesserungen der Sturzrate. Die Teilnehmer dieser Gruppe stürzten im Studienverlauf genauso häufig wie die in der Kontrollgruppe. Folglich hat das bewegte Kognitionstraining als Einzelintervention keine Effekte auf die Sturzrate. Dieses müsste hinsichtlich der Inhalte und Intensität angepasst und in weiteren Untersuchungen evaluiert werden. Durch das Ergebnis lässt sich schlussfolgern, dass motorisch-kognitive Übungen allein das Sturzrisiko nicht ausreichend reduzieren können. In Verbindung mit

weiteren Komponenten, wie etwa einem Kraft- und Gleichgewichtstraining, scheint das bewegte Kognitionstraining aber durchaus wirksam zu sein. Diese Erkenntnis bestätigt einmal mehr, dass eine multifaktorielle Intervention im Rahmen der Sturzprävention zwingend die Komponenten Kraft und Gleichgewicht schulen sollte, um wirksam Stürze zu vermeiden (American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, Panel of the Prevention of Falls in Older Persons, 2010).

Festzuhalten ist, dass die Kombinationsgruppe hinsichtlich der Reduzierung der Sturzrate am stärksten von ihren Interventionsinhalten profitierte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Intervention auf verschiedenen Ebenen des Sturz-Ursachen-Zusammenhangs wirksam ist und folglich mehrere Sturzrisikofaktoren zugleich reduziert werden können.

Für die Umgebungsbedingungen der erfolgten Stürze lässt sich feststellen, dass sich die Mehrzahl der Stürze üblicherweise in der Fortbewegung außerhalb der Wohnung der Betroffenen ereignete. Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien, die nachweisen konnten, dass Stürze älterer selbstständig lebender Menschen am häufigsten außerhalb der Wohnung und in Verbindung mit Fortbewegung geschehen (im Überblick: Balzer et al., 2012). Die weiteren Umgebungsbedingungen der Stürze sind sehr variabel. Bezüglich der Sturzfolgen zeigte sich, dass die Stürze, die während der Intervention passierten, zu keinerlei schweren Verletzungen führten. Es wurden lediglich Schmerzen, Prellungen und Schürfwunden davongetragen.

Abschließend ist zu konstatieren, dass die Anzahl der Stürze in der vorliegenden Untersuchung insgesamt relativ gering ausfiel. Folglich kann keine allgemeingültige Aussage über die Effektivität der Interventionen auf die Sturzhäufigkeit getroffen werden. Dazu bedarf es einer größeren Stichprobe, einer detaillierteren Sturzdokumentation sowie einer Follow-up-Phase.

7 Abschließende Diskussion

An dieser Stelle folgt zunächst die zusammenfassende Darstellung und Diskussion der Ergebnisse zur Wirksamkeit der verschiedenen Interventionen in Bezug auf die Forschungsthese. In der nachfolgenden Methodendiskussion werden die Kritikpunkte zur Methodik erläutert.

7.1 Ergebnisdiskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Wirksamkeit von drei unterschiedlichen Bewegungsprogrammen, die verschiedene bedeutungsvolle Sturzrisikofaktoren fokussieren, bei selbstständig lebenden Senioren zu überprüfen. Das Hauptaugenmerk der Untersuchung lag auf der Evaluation eines bewegten Kognitionstrainings und eines kombinierten Bewegungstrainings (bewegtes Kognitionstraining und körperliches Kraft- und Gleichgewichtstraining) hinsichtlich ausgewählter Sturzrisikofaktoren und der Sturzrate. Darüber hinaus wurde die Effektivität eines reinen Kraft- und Gleichgewichtstrainings überprüft.

Vor dem Hintergrund der aufgestellten Forschungsthese werden die Effekte der einzelnen Interventionen auf die physischen und mentalen Ressourcen, die kognitive Leistungsfähigkeit sowie die Sturzrate zusammenfassend dargestellt und unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes diskutiert.

7.1.1 Effekte des motorischen Trainings

Aus der Literatur ist hinreichend bekannt, dass sich Kraft- und Gleichgewichtstraining positiv auf diverse Sturzrisikofaktoren auswirkt. Insbesondere körperliche Leistungen wie Kraft, Gleichgewicht und funktionelle Fähigkeiten können sich bei älteren Erwachsenen durch ein spezifisches Training verbessern (Kapitel 2.2). Mentale Ressourcen und die kognitive Leistungsfähigkeit können zusätzlich von einem reinen Bewegungstraining profitieren (Kapitel 2.4.2 und 2.5.3). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen diese Forschungslage.

Forschungsthese 1 kann im Wesentlichen verifiziert werden, wenngleich die Leistungssteigerungen unterschiedlich stark ausfallen.

Forschungsthese 1:

Ein 12-monatiges motorisches Training führt bei selbstständig lebenden Senioren zur Stärkung der physischen und mentalen Ressourcen sowie zu einer Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit.

Ein 12-monatiges Kraft- und Gleichgewichtstraining, welches hier zweimal wöchentlich in Gruppenform durchgeführt wurde, wirkt sich überwiegend positiv auf die Entwicklung

diverser Sturzrisikofaktoren bei selbstständig lebenden Senioren aus (Abb. 71). In Bezug auf die physischen Ressourcen ergaben sich teilweise signifikante Unterschiede zugunsten der Motorikgruppe. Erwartungsgemäß zeigten sich für diese Interventionsgruppe Leistungssteigerungen in den Kraftfähigkeiten und den funktionellen Alltags-tests. So verbesserte sich die Motorikgruppe sowohl in den Krafttests als auch in den funktionellen Alltagstests progressiv. Die Leistungsentwicklung wurde in nahezu allen Tests zugunsten der Motorikgruppe signifikant. Die einzige Ausnahme bildete der 10-Meter-Gehtest in der bevorzugten Geschwindigkeit. Hier ergaben sich keine bedeutsamen Verbesserungen. Dies ist vorrangig auf die sehr variable Auslegung der Aufgabenstellung „Gehen in normaler Geschwindigkeit“ seitens der Teilnehmer zurückzuführen.

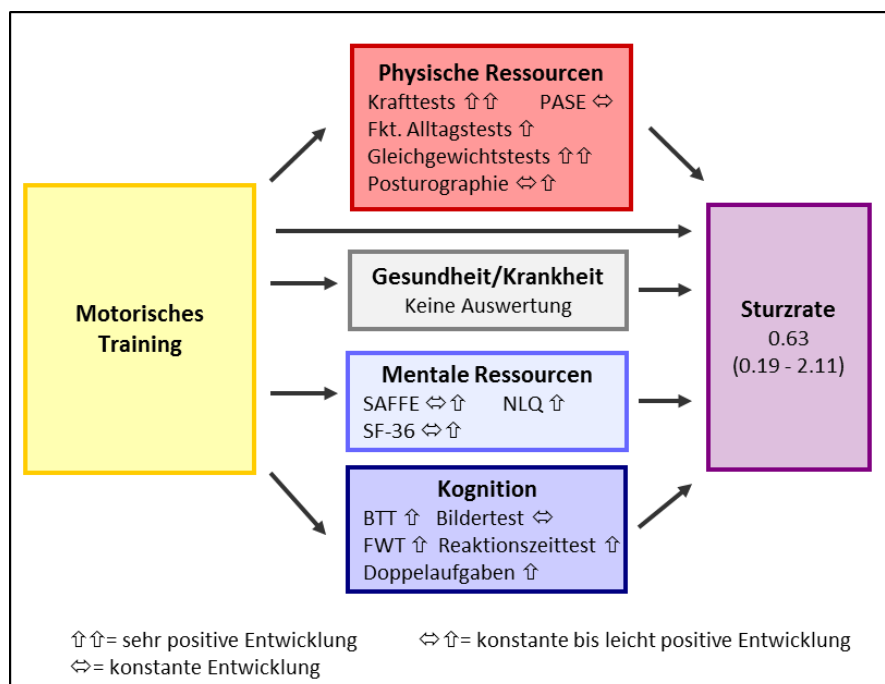


Abbildung 71: Einfluss des motorischen Trainings auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten

Hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeiten waren unterschiedliche Beobachtungen zu machen. Während das Training einen positiven Einfluss auf die Haltungsstabilität im Einbeinstand nahm, ergaben sich für die Körperschwankungen auf der Kraftmessplatte kaum Veränderungen. Die Steigerungen im Einbeinstand ließen sich einerseits durch ein verbessertes inter- und intramuskuläres Zusammenspiel erklären. Andererseits zählte der Einbeinstand in unterschiedlichen Ausführungen zum regelmäßigen Übungsrepertoire dieser Gruppe. Folglich wurde diese Testmethode gewissermaßen trainiert und dieser Umstand könnte für die Leistungssteigerungen verantwortlich sein. Darüber hinaus ist in Bezug auf den Einbeinstand anzumerken, dass die Motorikgruppe bereits zu Beginn der Studie sehr gute Leistungen zeigte und die Aufgabenstellung zeitlich begrenzt war. Dadurch sind hier Deckeneffekte in Erwägung zu ziehen. Die fehlenden Leistungsentwicklungen auf der Kraftmessplatte lassen sich bei der statischen Aufgabe

„Stehen“ vorrangig mit der sehr einfachen Aufgabenstellung begründen. Die Körperschwankungen fielen bei dieser Aufgabe bereits zu Beginn der Untersuchung relativ gering aus und waren durch eine motorische Intervention kaum zu manipulieren. Bei der dynamischen Aufgabe „Aufstehen“ ergaben sich im Verlauf der Interventionszeit geringere Körperschwankungen für die Motorikgruppe. Das bedeutet, dass die Gruppenteilnehmer auch bei dieser Aufgabe von einem verbesserten intra- und intermuskulären Zusammenspiel profitieren und dadurch ihre Kontrollstrategien zur Aufrechterhaltung der Haltungsstabilität verbessern konnten. Dieser Sachverhalt ließe sich aber auch durch die Gewöhnung an die Aufgabe erklären – ein deutlicher Lerneffekt ist hier ebenfalls nicht auszuschließen. Bei der Betrachtung der physischen Leistungsentwicklungen muss bei der Motorikgruppe außerdem beachtet werden, dass die Teilnehmer durchweg einen höheren Aktivitätslevel aufwiesen als die Teilnehmer der anderen Gruppen. Diese Tatsache würde erklären, warum die Motorikgruppe bessere Ausgangswerte bei einigen physischen Tests erzielte.

In Bezug auf die mentalen Ressourcen zeigte sich ebenfalls ein positiver Einfluss der motorischen Intervention. Statistisch bedeutsame Effekte ergaben sich jedoch nicht. Die Teilnehmer dieser Gruppe schätzten vor allem ihre körperliche Funktionsfähigkeit zunehmend besser ein. Damit geht ein größeres Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten einher, was wiederum die Reduzierung der Sturzangst forciert (Delbaere et al., 2004; Li, Fisher, Harmer & McAuley, 2005b). Dieser Zusammenhang war auch für die fragliche Intervention nachzuweisen. Bislang ging man davon aus, dass in erster Linie individuelles Training, welches zu Hause angeleitet wird, die mentalen Ressourcen älterer Menschen stärkt (Legters, 2002; Zijlstra et al., 2007). Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass auch ein Gruppentraining diesbezüglich positiv wirken kann.

Die kognitive Leistungsfähigkeit betreffend entwickelte sich die Motorikgruppe variabel. Während die Leistungen in den einfachen Kognitionstests konstant blieb oder sich leicht verbesserte, fielen die Leistungssteigerungen bei den Wahlreaktionstests und den Doppelaufgaben größer aus. Die Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe wurden teilweise signifikant. Da in den Trainingseinheiten der Motorikgruppe auch reaktive Aufgaben geübt wurden, ist denkbar, dass sich die Verbesserungen in der Wahlreaktion auf diese Übungseffekte zurückführen lassen. Auch ein durch das Krafttraining verbessertes intra- und intermuskuläres Zusammenspiel der Muskulatur der oberen Extremität könnte vor allem für eine schnellere Bewegungszeit bei der Wahlreaktionsaufgabe verantwortlich sein. In Bezug auf die Doppelaufgaben ist zu beachten, dass die Motorikgruppe bereits die besten Ausgangswerte aufwies. Aufgrund dessen fielen die Verbesserungen in dieser Gruppe nicht so stark aus wie in den beiden anderen Experimentalgruppen. Insbesondere bei der Anzahl der Korrekturen im Einbeinstand muss berücksichtigt werden, dass ein Deckeneffekt zum Tragen kommt, denn die Motorik-

gruppe benötigte bei beiden Doppelaufgaben bereits zur Baseline nur sehr wenige Korrekturen. Ebenfalls zu beachten ist, dass die Teilnehmer der Motorikgruppe auch bei der Einfachaufgabe „EBS“ bereits von Beginn an durchschnittlich länger auf einem Bein stehen konnten als die Teilnehmer der anderen drei Gruppen. Diese Tatsache begünstigt die Leistung in der Doppelaufgabe „EBS und FWT“ zusätzlich: Aufgrund der besseren posturalen Stabilität können diese Teilnehmer ihre Aufmerksamkeit vermehrt auf die kognitive Zusatzaufgabe richten, was eine schnellere Bearbeitung zur Folge hat. Für die Doppelaufgabe auf der Kraftmessplatte ergaben sich keine nennenswerten Effekte. Analog zu den Körperschwankungen unter der einfachen Bedingung zeigten sich auch in der Doppelaufgabe von Beginn an recht geringe Körperschwankungen. In der vermeintlich schwereren Aufgabe mit der Testtafel 3 konnten die Teilnehmer ihre Körperschwankungen etwas reduzieren, signifikant wurden diese Ergebnisse aber nicht.

Hinsichtlich der Sturzrate zeigte sich, dass die Teilnehmer der Motorikgruppe innerhalb der 12 Monate nur 0,63-mal (95 % KI = 0.19–2.11) so oft gestürzt sind wie die in der Kontrollgruppe. Folglich ist die Forschungsthese 5-1 für diese Interventionsgruppe zu bestätigen.

Forschungsthese 5-1:

Die motorische Intervention führt über einen Zeitraum von 12 Monaten zu einer geringeren Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

In absoluten Zahlen berichteten 5 Teilnehmer von 6 Stürzen in den 12 Monaten der Intervention. Demgegenüber stehen 11 Stürze von 7 Teilnehmern in den 12 Monaten vor Beginn der Studie. Inwieweit sich die Anzahl derjenigen reduziert hat, die mehr als einmal stürzten, wurde nicht gesondert erhoben. Die reduzierte Sturzrate in der Motorikgruppe wird aufgrund bisheriger Kenntnisse primär den Zuwächsen in den Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten zugeschrieben. Problematisch ist hinsichtlich der Sturzrate, dass insgesamt sehr wenig Stürze erfolgten.

7.1.1 Effekte des bewegten Kognitionstrainings

Es liegen bereits ausreichende Erkenntnisse vor, dass kognitives Training die kognitive Leistungsfähigkeit bei älteren Erwachsenen stärken kann (im Überblick: Weinert & Knopf, 1990; Fleischmann, 1982). In den letzten Jahren wurde zusätzlich bestätigt, dass automatisierte Bewegungen wie zum Beispiel das Gehen oder die posturale Kontrolle während der Ausführung von ADL im höheren Alter vermehrt kognitive Ressourcen beanspruchen und folglich Gangparameter, Gleichgewichtsfähigkeiten oder die Ausführung der ADL mit den kognitiven Fähigkeiten korrelieren (Pichierri et al., 2011;

Spirduso et al., 2008; Rosano et al., 2005). Um diesen Erkenntnissen Rechnung zu tragen, wurde ein bewegtes Kognitionstraining entwickelt, welches kognitives Training mit Bewegungsübungen im Sinne von Doppelaufgaben kombiniert. Ausgehend von der beschriebenen Forschungslage wurde erwartet, dass das bewegte Kognitionstraining nicht nur positiven Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit nimmt, sondern auch die funktionellen Fähigkeiten verbessern kann. Diese Erwartungen bestätigten die gewonnenen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nur teilweise. Forschungsthese 2 ist folglich nur partiell verifizierbar.

Forschungsthese 2:

Ein 12-monatiges bewegtes Kognitionstraining führt bei selbstständig lebenden Senioren zu einer Verbesserung der kognitiven und funktionellen Leistungsfähigkeit.

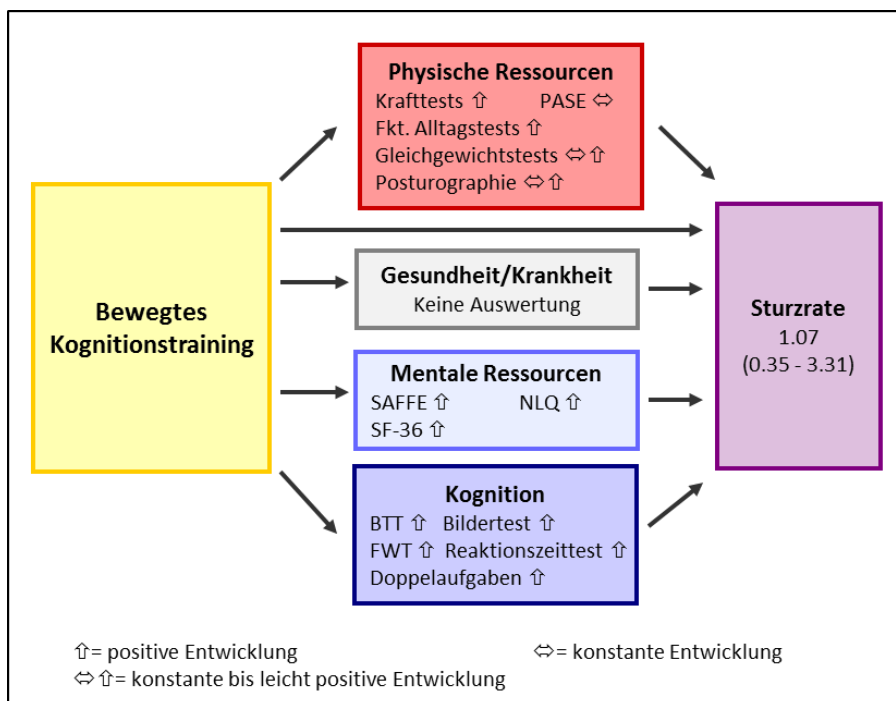


Abbildung 72: Einfluss des bewegten Kognitionstrainings auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten

Für die Parameter der kognitiven Leistungsfähigkeit zeigte sich, dass diese durch ein bewegtes Kognitionstraining gestärkt werden können. Gegenüber der Kontrollgruppe wurden die Leistungssteigerungen unabhängig von der Schwierigkeit der Aufgabe im Verlauf der Studie teilweise signifikant. So ergaben sich für den Block-Tapping-Test und den Bilder-Test ebenso signifikante Verbesserungen gegenüber der Kontrollgruppe wie bei der Doppelaufgabe „Einbeinstand und FWT“. Bei letzterer Aufgabe ist darüber hinaus beachtlich, dass nach 12 Monaten kaum Differenzen zwischen der Bearbeitungszeit des Farb-Wort-Tests im Sitzen versus im Einbeinstand bestanden. Auch die Anzahl der Korrekturen verringerte sich etwas, sodass die Kognitionsgruppe die Doppelaufgaben-

kosten über die Zeit nachweislich reduzieren konnte. Gründe für diese Effekte sind in den Trainingsinhalten zu finden: Da kognitive Aufgaben in Verbindung mit Bewegungsübungen zu den wesentlichen Interventionsinhalten zählten, ist davon auszugehen, dass die Teilnehmer trainingsbedingt über eine verbesserte Aufmerksamkeitsteilung und Informationsverarbeitung verfügten und diese Aufgabe so zunehmend besser absolvieren konnten. Verwunderlich ist jedoch, dass sich bei der Doppelaufgabe auf der Kraftmessplatte hingegen keine nennenswerten Effekte ergaben. Die Leistungen blieben über die Zeit weitestgehend konstant. Dies könnte darin begründet sein, dass die Teilnehmer der Kognitionsgruppe bei der Doppelaufgabe auf der Kraftmessplatte durchweg relativ geringe Körperschwankungen zeigten und diese Leistung über den Messzeitraum stabil hielten. Diese Beobachtung kann wiederum durchaus positiv gewertet werden, da die Kontrollgruppe, die keine Intervention erhielt, im Verlauf der 12 Monate zunehmende Körperschwankungen bei der simultanen Bearbeitung des Farb-Wort-Tests zeigte.

In den Reaktionszeit-Tests sowie dem Farb-Wort-Test waren ebenfalls Verbesserungen in der Kognitionsgruppe zu verzeichnen. Signifikant wurden diese aber nicht. Entgegen der bisherigen Erkenntnisse, dass kognitive Leistungen vorrangig durch ausdauerbetontes Training bzw. eine Kombination aus Kraft- und Ausdauertraining (Colcombe & Kramer, 2003) oder durch ein rein kognitives Training im Sinne von Gedächtnistraining gesteigert werden können, zeigte sich hier, dass auch ein bewegtes Kognitionstraining diesbezüglich wirksam sein kann. Inwieweit sich diese Effekte auf alltägliche Situationen älterer Menschen übertragen lassen, müssen weitere Untersuchungen erweisen.

Hinsichtlich der funktionellen Leistungsfähigkeit fallen die Ergebnisse unterschiedlich aus. Im Timed-get-up-and-go-Test sowie im 10-Meter-Gehtest ergaben sich leichte Verbesserungen, die aber keine statistische Absicherung erfahren. Den Timed-get-up-and-go-Test betreffend berichten Silsupadol, Siu, Shumway-Cook und Woollacott (2006) von ähnlichen Effekten. Sie konnten verkürzte Zeiten im Timed-get-up-and-go-Test durch ein kognitiv-motorisches Doppelaufgabentraining, das auf Gleichgewichtsübungen basierte, bei drei älteren Erwachsenen nachweisen. Ein direkter Vergleich mit diesen Studienergebnissen ist jedoch aufgrund der nicht repräsentativen Stichprobe und der Interventionsdauer von lediglich 4 Wochen ungünstig. In Bezug auf den 10-Meter-Gehtest konnten Silsupadol und Kollegen (2009) in einer jüngeren Studie hingegen eine signifikante Verbesserung der bevorzugten Gehgeschwindigkeit bei 21 älteren Erwachsenen durch ein Doppelaufgabentraining nachweisen. Auch hier basierte das kognitiv-motorische Doppelaufgabentraining auf Gleichgewichtsübungen und die Interventionsdauer betrug 4 Wochen. Ebenso konnte in dieser Studie eine Verbesserung des Gleichgewichts belegt werden. In der vorliegenden Untersuchung blieben die Leistungen der Kognitionsgruppe im Einbeinstand dahingegen konstant. Dies lässt sich dadurch erklären, dass das bewegte Kognitionstraining nicht ausschließlich Übungen beinhaltete,

die das Gleichgewicht unter einer Doppelaufgabenbedingung schulten. Mit wachsender Schwierigkeit der Gleichgewichtsaufgabe durch Schließen der Augen oder Hinzunahme einer instabilen Unterlage verbesserten sich die Leistungen der Teilnehmer der Kognitionsgruppe allerdings. Wenngleich dieser Effekt nicht signifikant wurde, liegt die Annahme nah, dass die Haltungsstabilität – insbesondere in anspruchsvollen Situationen – durch bewegtes Kognitionstraining positiv beeinflusst werden kann. Mit zunehmender Aufgabenschwierigkeit müssen mehrere Informationen simultan verarbeitet werden, um adäquat zu reagieren und die posturale Stabilität aufrechtzuerhalten. Durch das Doppelaufgabentraining verfügen die Teilnehmer über eine größere Aufmerksamkeitskapazität. Infolgedessen können interne und externe Informationen schneller verarbeitet werden und Reaktionen schneller erfolgen (Bisson, Contant, Sveistrup & Lajoie, 2007). Dies resultiert in besseren Leistungen bei anspruchsvollen Gleichgewichtsaufgaben. Bei den Aufgaben auf der Kraftmessplatte zeigten sich keine nennenswerten Entwicklungen. Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen von You, Shetty, Jones, Shields, Belay und Brown (2009), die ebenfalls keine Effekte einer Doppelaufgabenintervention auf die Körperschwankungen älterer Erwachsener nachweisen konnten. Für die Kraftparameter des Prädiktorblocks „physische Ressourcen“ ist der Vollständigkeit halber festzuhalten, dass die Teilnehmer der Kognitionsgruppe leichte Leistungssteigerungen zeigten. Da das bewegte Kognitionstraining durchaus ein aktives Bewegungstraining darstellt und die Teilnehmer der Kognitionsgruppe zur Baseline recht geringe Ausgangswerte erzielten, können diese eher geringen Verbesserungen auf die allgemeine körperliche Aktivierung sowie auf die Gewöhnung an die Testaufgabe zurückgeführt werden.

In Bezug auf die mentalen Ressourcen ist zusammenzufassen, dass diese positiv durch die Intervention beeinflusst wurden, auch wenn die statistische Analyse diese Entwicklung nicht bestätigte. Die fehlende Signifikanz liegt darin begründet, dass sich die Kognitionsgruppe hinsichtlich der mentalen Ressourcen zwar verbessern konnte, die anderen Gruppen sich diesbezüglich jedoch auch steigerten. Darüber hinaus muss beachtet werden, dass die Teilnehmer der Kognitionsgruppe sowohl ihre Lebensqualität als auch ihren Gesundheitszustand zu Beginn der Studie schlechter einstufen als die Teilnehmer der anderen Gruppen. So sind die wesentlich geringeren Ausgangswerte erklärbar. Mit dem Training verbesserte sich die Einstufung der Lebensqualität dieser Gruppe erheblich. Dies kann einerseits durch die verbesserten physischen und kognitiven Fähigkeiten und Funktionen bedingt sein. Andererseits kann auch die soziale Komponente eines Gruppentrainings bei älteren Menschen für die Verbesserung des allgemeinen Wohlbefindens und der Lebensqualität verantwortlich gemacht werden. Der subjektiv empfundene Gesundheitszustand wurde zunächst zunehmend besser beurteilt. Zum vierten Messzeitpunkt fielen die Angaben dazu aber wieder schlechter aus.

Diese Beobachtung verdeutlicht die Problematik der Multimorbidität und des schwankenden täglichen Wohlbefindens bei älteren Menschen.

Hinsichtlich der Sturzrate ergaben sich durch das bewegte Kognitionstraining keine Veränderungen. Diese Intervention kann zwar positiven Einfluss auf verschiedene Sturzrisikofaktoren nehmen, die Sturzrate wird dadurch jedoch nicht minimiert. Aufgrund dessen kann die Forschungsthese 5-2 für diese Intervention nicht bestätigt werden.

Forschungsthese 5-2:

Das bewegte Kognitionstraining führt über einen Zeitraum von 12 Monaten zu einer geringeren Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

Berücksichtigt man, dass selbstständig lebende Senioren verstärkt bei Aktivitäten stürzen, bei denen ihre Aufmerksamkeit zwischen der Gleichgewichtskontrolle und anderen Aufgaben aufgeteilt werden muss (Zijlstra et al., 2008), erscheint es umso erstaunlicher, dass die Teilnehmer der Kognitionsgruppe ihre Leistungen in der motorisch-kognitiven Doppelaufgabe zwar steigern konnten, dies aber keine Effekte auf die Sturzrate hatte. Dieses Ergebnis könnte einerseits an der Methodenauswahl liegen, denn diese beinhaltete eine statische Gleichgewichtsaufgabe in Verbindung mit einer kognitiven Aufgabe. Stürze ereignen sich aber vornehmlich bei dynamischen Aufgaben (Bleijlevens, Diederiks, Hendriks, van Haastregt, Crebolder & van Eijk, 2010). Andererseits könnte auch hier die geringe Anzahl an dokumentierten Stürzen die fehlenden statistischen Effekte begünstigen.

7.1.2 Effekte des kombinierten Bewegungstrainings (motorisches & bewegtes Kognitionstraining)

Multiple Interventionsmaßnahmen sind in der Regel effektiver als Einzelinterventionen, da diese verschiedene Sturzrisikofaktoren zugleich modifizieren (Hill-Westmoreland et al., 2002). Um dieser Erkenntnis gerecht zu werden und unterschiedliche Risikofaktoren in einer Intervention gleichermaßen anzusprechen, wurde das Kraft- und Gleichgewichtstraining mit dem bewegten Kognitionstraining in einer kombinierten Intervention evaluiert. Mit Blick auf die Einzelinterventionen wurde davon ausgegangen, dass durch das kombinierte Bewegungstraining Leistungssteigerungen in Bezug auf alle drei Prädiktorblöcke (physische Ressourcen, mentale Ressourcen und kognitive Leistungsfähigkeit) bei selbstständig lebenden älteren Erwachsenen erzielt werden können.

Forschungsthese 3:

Ein 12-monatiges kombiniertes Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) führt bei selbstständig lebenden Senioren zur Stärkung der physischen und mentalen Ressourcen sowie zu einer Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit.

In Bezug auf die physischen Ressourcen und die kognitive Leistungsfähigkeit kann Forschungsthese 3 bestätigt werden. Die mentalen Ressourcen betreffend ergaben sich kaum Veränderungen, sodass die These diesbezüglich nicht verifizierbar ist. Die Angaben zum Gesundheitsstatus, zu der Lebensqualität und der Sturzangst blieben über die 12 Monate konstant.

Die Entwicklung der verschiedenen Sturzrisikofaktoren durch ein 12-monatiges kombiniertes motorisches und bewegtes Kognitionstraining bei selbstständig lebenden Senioren ist im Überblick in Abbildung 73 dargestellt.

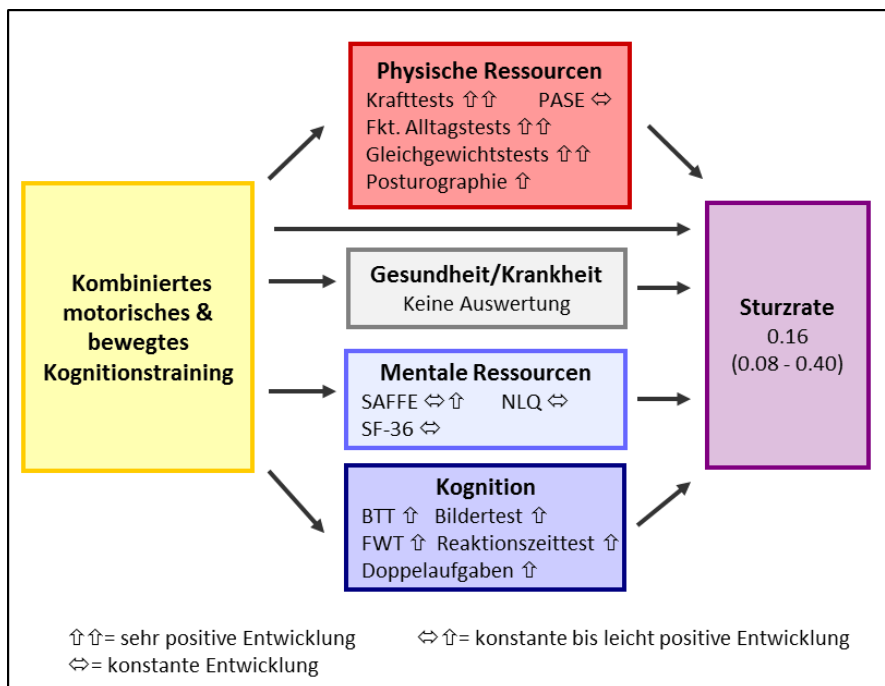


Abbildung 73: Einfluss des kombinierten Bewegungsprogramms auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten

Im Hinblick auf die physischen Ressourcen profitierten die Teilnehmer der Kombinationsgruppe erheblich von den Inhalten ihrer Intervention. In den Krafttests waren Leistungssteigerungen von 28 bis 57 % zu verzeichnen. Diese Entwicklung wurde im Verlauf der Studie signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Verbesserung der Kraftfähigkeiten ist vornehmlich dem Krafttraining zuzuschreiben. Neben der Stärkung der Muskeln können auch eine durch das Training verbesserte Kraftdosierung und eine präzisere Übungsausführung für die positive Entwicklung in den Krafttests verantwortlich sein. In den funktionellen Alltagstests konnte sich die Kombinationsgruppe ebenfalls enorm verbessern, sodass für diese Gruppe sowohl im Timed-get-up-and-go-Test als

auch im 10-Meter-Gehtest interventionsübergreifend die größten Leistungssteigerungen zu beobachten waren. Signifikant wurden die Unterschiede jedoch nicht. Folglich bestätigt sich die Forschungsthese 4 bezüglich der funktionellen Alltagstests nur bedingt.

Forschungsthese 4:

Ein 12-monatiges kombiniertes Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) führt bei selbstständig lebenden Senioren zu größeren Leistungssteigerungen hinsichtlich der funktionellen Leistungsfähigkeit und der Doppelaufgaben-Leistung als Einzelinterventionen.

Die Absolutwerte zeigten für die Kombinationsgruppe zwar eine größere Leistungssteigerung, eine statistische Absicherung erfuhren diese Effekte aber nicht.

Ähnlich verhält es sich bei den Gleichgewichtstests. Hier konnte sich die Kombinationsgruppe ebenfalls wesentlich verbessern. Bei der Betrachtung der Absolutwerte waren für diese Gruppe größere Leistungssteigerungen hinsichtlich der Haltungsstabilität zu beobachten als bei den beiden anderen Interventionen. Diesbezüglich kann Forschungsthese 4 dennoch nur eingeschränkt bestätigt werden. So ergaben sich zwar bei nahezu allen Aufgaben, die das situationale Gleichgewicht überprüften, signifikante Effekte im Vergleich zu der Kontrollgruppe, aber nicht gegenüber den Einzelinterventionen. Dieses Faktum ist darin begründet, dass die Kombinationsgruppe zur Baseline wesentlich schlechtere Ausgangswerte erbrachte als die Teilnehmer der Einzelinterventionen. Infolgedessen ist ein direkter Vergleich der Leistungsentwicklung der Interventionsgruppen in Bezug auf die Gleichgewichtsaufgaben nicht möglich. Analog zu den einfachen Gleichgewichtstests ergaben sich bei den statischen Gleichgewichtsaufgaben auf der Kraftmessplatte für die Kombinationsgruppe vergleichsweise wesentlich größere Körperschwankungen zur Baseline. Diese Körperschwankungen konnten zwar bis zum vierten Messzeitpunkt reduziert werden, aber die Entwicklung verlief sehr variabel und fiel wesentlich geringer aus als die Leistungsverbesserungen im Einbeinstand. Erstaunlich erscheint darüber hinaus, dass die Körperschwankungen bei den dynamischen Gleichgewichtsaufgaben zur Baseline relativ homogen ausfielen. Eine Erklärung dafür ist nicht ersichtlich.

Die enormen Verbesserungen der Haltungsstabilität im Tandem- und Einbeinstand können dahin gehend interpretiert werden, dass diejenigen mit den schwächsten Ausgangswerten üblicherweise die größten Trainingseffekte vorweisen (Buchner et al., 1997). Infolgedessen ist die starke Entwicklung der Kombinationsgruppe in den funktionellen Alltagstests vorwiegend auf die geringen Leistungen zur Baseline zurückzuführen. Zudem können die Leistungssteigerungen aus den trainingsbedingten Adaptationen im muskulären, neuromuskulären und kognitiven System resultieren, denn diese sind maßgeblich für die erfolgreiche Haltungskontrolle verantwortlich (Kapitel 2.2.4).

Für die kognitive Leistungsfähigkeit zeigte sich, dass die kombinierte Intervention ähnlich positive Entwicklungen hervorbringen kann wie die Einzelintervention. In den einfachen kognitiven Tests waren durchweg Verbesserungen nachweisbar. Signifikant wurden diese jedoch nur im Bilder-Test. In den Doppelaufgabenleistungen „EBS und FWT“ steigerte sich die Kombinationsgruppe ebenso wie im einfachen Einbeinstand stark. Die Teilnehmer konnten sowohl die Bearbeitungszeit des Farb-Wort-Tests verkürzen als auch die Anzahl der Korrekturen wesentlich verringern.

Im Vergleich zu der Kognitionsgruppe konnte die Bearbeitungszeit in ähnlichem Umfang verkürzt werden. Die Doppelaufgabenkosten hoben sich aber nicht vollständig auf. Bezüglich der Anzahl der Korrekturen scheint das kombinierte Training gegenüber der kognitiven Einzelintervention effektiver zu sein. Statistisch bedeutsam wurde diese Leistungsentwicklung der Kombinationsgruppe jedoch nur im Vergleich mit der Kontrollgruppe. Hinsichtlich der Doppelaufgabenleistung sind die Verbesserungen in der Kombinationsgruppe sowohl durch das kognitive Training als auch durch das Kraft- und Gleichgewichtstraining erklärbar. Durch eine schnellere Informationsverarbeitung und größere Aufmerksamkeit können die Teilnehmer ihre kognitive Kapazität gleichermaßen auf beide Aufgaben verteilen oder sie profitieren derart von Kraftzuwächsen und der verbesserten Haltungsverstärkung, dass vermehrt kognitive Ressourcen für die Bearbeitung der kognitiven Aufgabe zur Verfügung stehen. Ein Vergleich mit der Motorikgruppe erweist sich als unwirksam, da deren Leistungen bereits zur Baseline wesentlich besser ausfielen. Bei den Doppelaufgaben auf der Kraftmessplatte konnten die Körperschwankungen über die Zeit reduziert werden, signifikante Effekte ergaben sich für die Kombinationsgruppe aber nicht. Ebenso wie bei den einfachen Tests auf der Kraftmessplatte zeigten sich auch bei dieser Aufgabe bereits zur Baseline größere Körperschwankungen.

In Bezug auf die Sturzrate kann die Forschungsthese 5-3 für die Kombinationsgruppe bestätigt werden.

Forschungsthese 5-3:

Das kombinierte Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) führt über einen Zeitraum von 12 Monaten zu einer geringeren Sturzrate bei selbstständig lebenden Senioren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

Die Teilnehmer der Kombinationsgruppe stürzten im Verlauf der Studie nur 0.41-mal (95 % KI = 0.10–1.79) so oft wie die Teilnehmer der Kontrollgruppe. Die Sturzrate lag nach 12 Monaten bei 0.16 (0.08–0.40). Im Vergleich zu den Einzelinterventionen konnte die Kombinationsgruppe die Sturzrate folglich am stärksten reduzieren. Da ihr Training gleich mehrere Sturzrisikofaktoren beeinflusst, ist anzunehmen, dass die Modifizierung

der verschiedenen Sturzrisikofaktoren auf unterschiedlichen Ebenen auch eine vergleichsweise stärkere Reduzierung der Sturzrate bewirkt.

7.1.3 Entwicklung der Kontrollgruppe

Die Leistungsentwicklungen der Kontrollgruppe, die keine spezifische Intervention erhielt, werden der Vollständigkeit halber ebenfalls kurz dargestellt. Hier wurde erwartet, dass sich die Leistungen – analog zu den Erkenntnissen über altersbedingte Veränderungen – über einen Zeitraum von 12 Monaten weitgehend gleich bleiben und/oder verschlechtern.

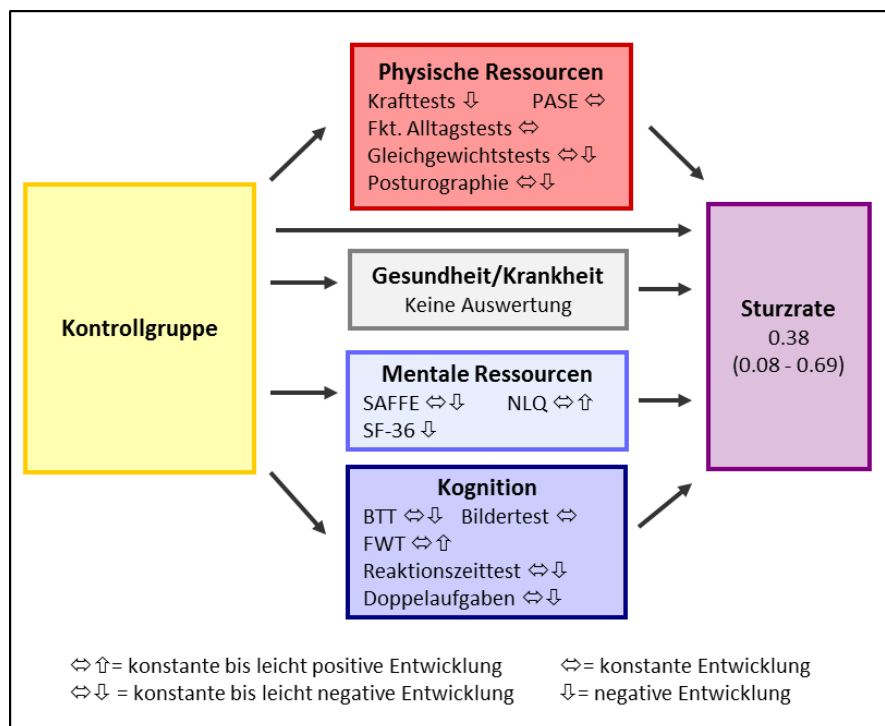


Abbildung 74: Entwicklung der Kontrollgruppe in Bezug auf Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate über einen Interventionszeitraum von 12 Monaten

Wie aus Abbildung 74 ersichtlich wird, ergaben sich für die Kontrollgruppe auf den drei Ebenen der Sturzrisikofaktoren vorwiegend konstante bis negative Leistungsentwicklungen. Diese Effekte entsprechen den Erwartungen im Hinblick auf altersbedingte Veränderungen bzw. Einbußen (Kapitel 2). Am deutlichsten zeigten sich die Leistungseinbußen in den Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten, deren progressiver Abbau eine der wesentlichen Veränderungen im Altersgang darstellt und vielfach bestätigt wurde (Kapitel 2.1). In den funktionellen Alltagstests und einigen kognitiven Tests konnten die Teilnehmer der Kontrollgruppe ihre Leistungen über die 12 Monate teilweise konstant halten. Dies liegt möglicherweise darin begründet, dass die Teilnehmer der Kontrollgruppe nach wie vor aktiv am Leben teilnahmen und ihr Aktivitätslevel ebenfalls beständig blieb. Die Einbußen, insbesondere in den Bereichen, die täglich gefordert

werden, fielen über den Zeitraum von einem Jahr dementsprechend nicht so gravierend aus. Bei einem längeren Beobachtungszeitraum würden sich unter Umständen größere Verluste abzeichnen.

Mit zunehmender Komplexität der Testaufgaben – wie bei der Wahlreaktion oder den motorisch-kognitiven Doppelaufgaben – waren die Leistungseinbußen verstärkt zu beobachten. Dies erklärt sich wiederum durch die altersbedingten Veränderungen in der Pehysis und den kognitiven Funktionen – insbesondere im verstärkten Abbau der exekutiven Funktionen, die bei den hier angewendeten Testverfahren gefordert waren (Kapitel 2.5.1). Mentale Faktoren wie die Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes und die Sturzangst verschlechterten sich im Verlauf eines Jahres weitgehend.

Die Stürze in der Kontrollgruppe verringerten sich zwar, aber im Vergleich zu der Motorik- und der Kombinationsgruppe stürzten die Teilnehmer häufiger.

7.1.4 Fazit

Welchen Einfluss haben das motorische Training, das bewegte Kognitionstraining und das kombinierte Bewegungsprogramm (motorisches und bewegtes Kognitionstraining) auf einzelne Variablen bzw. Sturzrisikofaktoren und die Sturzrate älterer selbst-ständig lebender Erwachsener über einen Zeitraum von 12 Monaten?

Die zentrale Fragestellung der Untersuchung kann abschließend dahin gehend beantwortet werden, dass alle drei Trainingsinterventionen positive Auswirkungen auf verschiedene Sturzrisikofaktoren haben. Die Kombinationsgruppe profitiert am stärksten von ihrer Intervention. Das kombinierte Bewegungsprogramm ist insbesondere in Bezug auf die Reduzierung physischer und kognitiver Sturzrisikofaktoren am wirksamsten. Diesbezüglich ergeben sich teilweise signifikante Effekte. Durch das Training werden mehrere Faktoren, die das Sturzgeschehen beeinflussen, zugleich geschult. Außerdem lässt sich die Sturzrate durch diese Intervention am deutlichsten reduzieren. Die Einzelinterventionen sind ebenfalls effektiv, wenn auch unterschiedlich stark. Das Kraft- und Gleichgewichtstraining stärkt in erster Linie – teilweise signifikant – die physischen Ressourcen und hat einen positiven Einfluss auf die Reduzierung der Sturzrate. Das bewegte Kognitionstraining scheint weniger effektiv zu sein, wenngleich die kognitiven Fähigkeiten gesteigert und auch die physischen und mentalen Ressourcen weitestgehend gestärkt werden können. Signifikante Effekte ergeben sich aber kaum und die Sturzrate bleibt konstant.

Darüber hinaus ist in Bezug auf die allgemeinen Effekte der verschiedenen Interventionen zu erwähnen, dass sich für nahezu alle hier überprüften Sturzrisikofaktoren Zwischensubjekteffekte bezüglich des Alters ergaben. Dies bedeutet, dass mit zunehmendem Alter – unabhängig von der Intervention und den Leistungssteigerungen –

grundsätzlich schlechtere Leistungen erbracht wurden. Dies geht wiederum konform mit den allgemeinen altersbedingten Veränderungen in den verschiedenen Systemen (Kapitel 2).

Unabhängig von der jeweiligen Intervention müssen bei der Interpretation der hier dargestellten Ergebnisse einige grundsätzliche Erkenntnisse berücksichtigt werden:

- ⇒ Die Testleiter beobachteten an den Testterminen bei den Teilnehmern Motivationschwankungen und Unterschiede des subjektiven Wohlbefindens. Dies könnte Einfluss auf die Testleistungen der Teilnehmer genommen haben.
- ⇒ Die Anzahl der dokumentierten Stürze ist in der vorliegenden Untersuchung sehr gering, sodass kaum eine allgemeingültige Aussage zur Wirksamkeit der Interventionen auf die Sturzrate getroffen werden kann.
- ⇒ Hinsichtlich der physischen, mentalen und kognitiven Leistungen ergaben sich - trotz der recht engen Gruppenzusammenstellung über das betreute Wohnen -, keine homogenen Gruppen, sodass ein direkter Vergleich der Interventionen kritisch zu betrachten ist.

Aufgrund dieser Fakten erlauben die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit keine eindeutigen Aussagen über die generelle Gültigkeit der konkretisierten Forschungsthesen. Damit lässt sich die Effektivität der Interventionsmaßnahmen in Bezug auf die Prävention von Stürzen bei selbstständig lebenden Senioren nicht abschließend beurteilen.

7.2 Methodendiskussion

Im Verlauf der Studie haben sich einige Schwächen und Stärken der Methodik der vorliegenden Untersuchung herauskristallisiert. Diese werden im Folgenden aufgezeigt und erläutert.

7.2.1 Stichprobe

Die Randomisierung der Stichprobe erfolgte nach Zugehörigkeit zu einer Seniorenwohnanlage. Alle Teilnehmer wohnten in ihren eigenen vier Wänden – entweder in der jeweiligen Wohnanlage oder in der direkten Nachbarschaft. Da die Interventionen vor Ort in den Begegnungsstätten der Seniorenwohnanlagen durchgeführt werden sollten, wurde eine Zielgruppe erreicht, welche üblicherweise in Sturzpräventionsstudien nicht Bestandteil der Stichprobe ist. In Deutschland existiert bis dato keine vergleichbare Studie, die dieses Setting in der Auswahl der Stichprobe berücksichtigt.

Aufgrund der hohen Inter- und Intraindividualität des Alters ergaben sich dennoch keine homogenen Gruppen. Um die Heterogenität der Interventionsgruppen zu minimieren, wäre zunächst eine größere Fallzahl nötig gewesen. Durch einen vorgeschalteten Pre-

Test zur Erfassung erweiterter Ausschlusskriterien hätte die Stichprobe eventuell homogener gestaltet werden können. Da die vorliegende Studie nicht finanziell subventioniert wurde, war die Aufnahme weiterer Teilnehmer ebenso nicht realisierbar wie die Durchführung erweiterter Tests – dies überstieg die finanziellen und personellen Ressourcen des Forschungsteams.

Von 159 interessierten Senioren wurden nach Feststellung der Ausschlusskriterien schließlich 118 Teilnehmer in die Studie aufgenommen. 31 Teilnehmer stiegen nach und nach aus verschiedenen Gründen aus:

- ⇒ Während der 1. Trainingsphase schieden 4 Teilnehmer aus gesundheitlichen Gründen aus, 2 Teilnehmer verloren das Interesse an der Interventionsmaßnahme und 1 Teilnehmer verlegte seinen Wohnsitz in eine andere Stadt.
- ⇒ Während der 2. Trainingsphase schieden weitere 15 Teilnehmer aus gesundheitlichen Gründen aus und 1 Teilnehmer verlegte seinen Wohnsitz in eine andere Stadt.
- ⇒ Während der 3. Trainingsphase schieden 5 Teilnehmer aus gesundheitlichen Gründen aus, 1 Teilnehmer verstarb und 2 Teilnehmer bekundeten Lustlosigkeit.

Folglich beendeten 26,3 % der Gesamtstichprobe die Studie vorzeitig. Die Drop-outs verteilten sich vorwiegend auf die Kognitions-, die Kombinations- und die Kontrollgruppe. Jedoch ergaben sich keine signifikanten Verzerrungen in den Untersuchungsparametern über die Stichprobe hinweg.

Es nahmen wesentlich mehr Frauen ($n = 69$) als Männer ($n = 18$) an der Studie teil. Diese Differenz geht mit der allgemeinen Geschlechterverteilung in der Population im höheren Erwachsenenalter konform (Böhm et al., 2009). Außerdem ist diesbezüglich erwähnenswert, dass in Seniorenwohnanlagen wesentlich mehr Frauen als Männer beheimatet sind. Aufgrund der ungleichen Geschlechterverteilung wurde bei der Auswertung der Daten weitestgehend auf Geschlechtsunterschiede verzichtet.

7.2.2 Untersuchungsdesign

Der Interventionszeitraum wurde mit 12 Monaten recht lang angelegt. Viele Studien in der Sturzforschung überprüfen die Wirksamkeit von Interventionen über einen wesentlich kürzeren Zeitraum (u. a. Freiburger et al., 2012; Day et al., 2002; Tinetti et al., 1994; Skelton et al., 2005). Um minimale Effekte zu erzielen, sollte ein Sturzpräventionsprogramm, welches Bewegungstraining beinhaltet, mindestens über 25 Wochen zweimal wöchentlich durchgeführt werden und folglich mindestens 50 Stunden überdauern (Sherrington et al., 2008). Die vorliegende Untersuchung wurde über 52 Wochen durchgeführt und beinhaltete circa 100 Trainingsstunden. Da von den Teilnehmern eine

Anwesenheitsquote von mindestens 75 % verlangt wurde, lag der Trainingsumfang bei mindestens 75 Stunden und übertraf somit die geforderte Empfehlung. Außerdem sollte der Erkenntnis Rechnung getragen werden, dass eine regelmäßige Teilnahme über einen längeren Zeitraum für den Erfolg einer Trainingsmaßnahme von wesentlicher Bedeutung ist (Todd & Skelton, 2004). Die relativ hohe Anwesenheitsquote ist hier vor allem auf die Nähe der Trainingsstätte zurückzuführen. Da die Trainingsinterventionen in den Begegnungsstätten der Seniorenwohnanlagen durchgeführt wurden, waren die Wege für die Teilnehmer kurz. Dies könnte zu einer höheren Motivation der Teilnehmer geführt haben, sodass diese häufiger an den Trainingsstunden teilnahmen. Der lange Interventionszeitraum dieser Untersuchung, die hohe Anwesenheitsquote der Teilnehmer sowie die ideale Erreichbarkeit der Trainingsstätte können folglich als Stärke der Studie gewertet werden.

Ein Kritikpunkt der Untersuchung ist das fehlende Follow-up. Hier wäre insbesondere die Erhebung der Sturzdaten in den Monaten nach der Intervention von Interesse gewesen, da nur so die nachhaltige Reduzierung der Sturzrate und folglich die sturzpräventive Wirkung der Interventionen zu beurteilen ist. Vorliegend können darüber keine fundierten Aussagen getroffen werden. Um Überdauerungseffekte zu erheben, erfolgte nach einer 4-monatigen Trainingspause nochmals eine Überprüfung der Sturzrisikofaktoren in den Experimentalgruppen. In der Kontrollgruppe waren jedoch nach den 4 Monaten nur sehr wenige Teilnehmer gewillt, entgegen ihrer Zusage einen weiteren Testtermin wahrzunehmen. Folglich konnten zu dem fünften Messzeitpunkt nicht ausreichend Daten erhoben werden, um diese in eine statistische Analyse einfließen zu lassen. Für weitere Untersuchungen empfiehlt sich daher die detaillierte Planung eines Follow-ups.

7.2.3 Untersuchungsmethoden

Bei der Auswahl der Messinstrumente wurden die allgemeinen Gütekriterien berücksichtigt. Dennoch müssen einige Messmethoden kritisch hinterfragt werden. Um die Vielschichtigkeit der Sturzrisikofaktoren adäquat abzubilden, wurden die wesentlichen Prädiktoren auf verschiedenen Ebenen operationalisiert. Da die Effektivität der verschiedenen Interventionen im Hinblick auf zahlreiche Faktoren untersucht werden sollte, wurden auch entsprechend viele Sturzrisikofaktoren operationalisiert und folglich ebenso viele Tests mit den Teilnehmern durchgeführt. Um die Teilnehmer dabei nicht zu überlasten, fanden die Testungen an zwei verschiedenen Terminen innerhalb einer Woche statt. Trotzdem bleibt fraglich, ob solch umfassende Testverfahren nicht doch eine zu hohe Beanspruchung für ältere Menschen darstellen. Hier ist auch zu bedenken, dass Senioren in der Regel nicht mehr mit Testsituationen vertraut sind. Diese Aspekte könnten die Leistungen der Teilnehmer zur Baseline beeinträchtigt haben. Demzufolge ist es

denkbar, dass die Leistungsentwicklungen zu den folgenden Testzeitpunkten auch durch die Vertrautheit der Teilnehmer mit der Testsituation und dem Testleiter bedingt sein könnten. Ein solcher Effekt ließe sich mit der Durchführung eines Pre-Tests vor Beginn des eigentlichen Untersuchungszeitraums eventuell minimieren.

Weiterhin hat sich im Verlauf der Studie und Auswertungsphase herausgestellt, dass einige Sturzrisikofaktoren nicht optimal operationalisiert wurden. Hinsichtlich der Erhebung der kognitiven Leistungsfähigkeit hat sich gezeigt, dass der Bilder-Test zur Überprüfung der Merkfähigkeit für diese Stichprobe unzureichend war. Schon zur Baseline erreichten viele Teilnehmer den höchsten Wert, sodass keine Verbesserung diesbezüglich möglich war und es zu Deckeneffekten kam.

Außerdem wurde erst nach Beendigung dieser Studie in der Literatur verstärkt darüber berichtet, dass insbesondere die exekutiven Funktionen einen wesentlichen Prädiktor für Stürze darstellen (im Überblick: Chen et al., 2012). Folglich konnten diese Erkenntnisse in der Planungsphase der Studie noch nicht einfließen, weshalb hier der Farb-Wort-Test zur Überprüfung der exekutiven Funktionen Anwendung fand. Um die vorliegende Untersuchung im Vergleich mit anderen Studien besser beurteilen zu können, wäre es sinnvoll gewesen, zusätzlich zum Beispiel den Trail-Making-Test als Messinstrument einzusetzen.

Bezüglich der Auswahl der Doppelaufgaben ist kritisch anzumerken, dass die kognitive Zusatzaufgabe „FWT“ insgesamt dreimal als Testaufgabe durchgeführt wurde. Dadurch sind starke Gewöhnungs- und Lerneffekte sowohl bei der einfachen Ausführung des Tests als auch unter Doppelaufgabenbedingung anzunehmen. Ferner hat sich die Doppelaufgabe auf der Kraftmessplatte als weitestgehend ineffektiv erwiesen. Die motorische Aufgabe „Stehen“ erschien für die Stichprobe zu einfach und erbrachte folglich keine nennenswerten Effekte. Berücksichtigt man außerdem die Situationen, die zu Stürzen führen, wäre es umso zweckmäßiger gewesen, eine dynamische Doppelaufgabe mit einer anderen kognitiven Zusatzaufgabe zu kombinieren, um die Doppelaufgabenleistung abzutesten.

Im Hinblick auf die Sturzdokumentation ergibt sich ein weiterer Kritikpunkt. Die Erfassung der Stürze in den 12 Monaten vor der Intervention erwies sich als problematisch, weil sich ältere Erwachsene in der Regel nur unzureichend an Sturzereignisse in der Vergangenheit erinnern. Üblicherweise erinnern sich Betroffene lediglich dann an einen Sturz, wenn dieser weitere Folgen für sie hatte. Wenn durch den Sturz keinerlei Verletzungen oder Schmerzen davongetragen wurden, gerät dieser oftmals in Vergessenheit und wird nicht berichtet (Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, 2004). Folglich muss in Betracht gezogen werden, dass die Stürze der vergangenen 12 Monate nicht vollständig berichtet wurden, also die Anzahl der zum ersten Messzeitpunkt dokumentierten Stürze nicht verlässlich ist.

Allgemein sei darauf hingewiesen, dass die vorliegende Studie eine Felduntersuchung darstellt. Die Testverfahren wurden auf Grundlage der bis dato bestehenden Erkenntnisse in der Sturzforschung ausgewählt. Da die Tests vor Ort in den Begegnungsstätten der Seniorenwohnanlagen stattfanden, war auch die Praktikabilität der Durchführung ein entscheidendes Kriterium. Hier wurde darauf geachtet, dass die räumlichen Gegebenheiten in den Begegnungsstätten ähnlich waren, um mögliche Störvariablen auszuschließen. Die Testinstrumentarien mussten außerdem relativ gut zu befördern sein, da diese vom Testleiter zu den jeweiligen Begegnungsstätten transportiert wurden. Große und aufwendige Testaufbauten konnten folglich nicht realisiert werden, sodass die Auswahl der Testverfahren limitiert war.

7.2.4 Statistische Auswerteverfahren

Im Hinblick auf die statistischen Auswerteverfahren ist anzubringen, dass anfänglich – neben der Varianzanalyse zur Ermittlung der Stabilität bzw. Veränderung der Sturzrisikofaktoren über die vier Messzeitpunkte und zur Überprüfung der Gruppenunterschiede zwischen den Interventionsgruppen – eine weitere Datenauswertung angedacht war. Ziel dieser Auswertung sollte die Identifizierung der Variablen sein, die als übergeordnete Prädiktoren für die Stürze gelten können. Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit galt es zu klären, inwiefern physische Ressourcen, mentale Ressourcen oder die Kognition die Stürze der Interventionsgruppen bedingen. Die Auswertung sollte mit einer negativ binomialen Regression erfolgen. Bei der Datenaufbereitung wurde jedoch deutlich, dass diese Auswertung aufgrund einer zu geringen Fallzahl und zu vieler Variablen nicht zu realisieren ist. Folglich musste diese Fragestellung verworfen werden.

8 Fazit und Ausblick

Ziel der Arbeit war es, einen Beitrag zur Benennung der effektivsten Interventionsinhalte von Sturzpräventionsprogrammen für selbstständig lebende Senioren zu leisten. Vor diesem Hintergrund wurden unterschiedliche Bewegungsprogramme evaluiert, die verschiedene bedeutsame Sturzrisikofaktoren fokussieren. Da selbstständig lebende Senioren vorwiegend bei Aktivitäten stürzen, bei denen ihre Aufmerksamkeit zwischen der Gleichgewichtskontrolle und anderen Aufgaben aufgeteilt werden muss (Zijlstra et al., 2008), und diese Anforderung im Alltag älterer Menschen ständig präsent ist, wie in dem einleitenden Beispiel deutlich wird, stand die Überprüfung des Einflusses eines motorisch-kognitiven Trainings (hier: bewegtes Kognitionstraining) im Mittelpunkt der Untersuchung. Dabei wurde das bewegte Kognitionstraining sowohl als Einzelintervention als auch als multiple Intervention in Kombination mit einem Kraft- und Gleichgewichtstraining eingesetzt.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass ein 12-monatiges kombiniertes Bewegungsprogramm, welches gleichermaßen Kraft, Gleichgewicht und kognitive Funktionen und Fähigkeiten schult, Sturzrisikofaktoren auf unterschiedlichen Ebenen positiv beeinflussen und reduzierend auf die Sturzrate älterer Menschen einwirken kann – wenngleich hier nur partiell signifikante Effekte nachzuweisen waren. Im Vergleich zu den Einzelinterventionen, die entweder Kraft- und Gleichgewichtstraining oder bewegtes Kognitionstraining allein beinhalteten, erbringt die kombinierte Intervention darüber hinaus größere Effekte hinsichtlich der positiven Entwicklung von Sturzrisikofaktoren und der Reduzierung der Sturzrate. Inwieweit sich das bewegte Kognitionstraining und die kombinierte Bewegungsintervention präventiv auf die Sturzrate älterer Menschen auswirkten, kann durch diese Untersuchung jedoch nicht geklärt werden. Gründe hierfür sind einerseits die fehlenden Follow-up-Daten und andererseits die geringe Anzahl der dokumentierten Stürze. Letzteres könnte sowohl auf die relativ kleine Stichprobe zurückgeführt werden als auch darin begründet sein, dass die Stichprobe nicht auf risikobehaftete Teilnehmer ausgerichtet war.

Ein weiterer Fokus der Studie lag auf der Überprüfung der Effekte motorisch-kognitiver Bewegungsübungen auf die kognitiven Fähigkeiten älterer Erwachsener. Trotz der Erkenntnis, dass kognitive Funktionen und Fähigkeiten einen Prädiktor für Stürze im höheren Lebensalter darstellen (Chen et al., 2012), wurde die Förderung kognitiver Ressourcen bei der Planung von Sturzpräventionsmaßnahmen bislang kaum berücksichtigt. Mit der Evaluation des bewegten Kognitionstrainings sollte diesem Defizit Rechnung getragen werden. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass das bewegte Kognitionstraining sowohl allein als auch in kombinierter Form, mit Kraft- und Gleichgewichtstraining, die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Menschen erhöhen kann. Insbesondere im Hinblick auf die Doppelaufgaben-Leistung scheint jedoch das kombinierte

Bewegungstraining effektiver zu sein. Dies ist auf die zusätzliche Stärkung der Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeiten der Teilnehmer dieser Interventionsgruppe zurückzuführen, die es ihnen ermöglichte, den motorischen Anteil der Doppelaufgabe leichter zu bewältigen. Hinsichtlich der Steigerung der kognitiven Fähigkeiten und insbesondere der Doppelaufgaben-Leistungen in den beiden Interventionsgruppen ergeben sich einige Fragen und Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten:

Beide Interventionsgruppen, die bewegtes Kognitionstraining absolvierten, konnten sich in ihrer Doppelaufgaben-Leistung verbessern. Da diese jedoch in Verbindung mit einer statischen Testaufgabe gefordert wurde, muss kritisch hinterfragt werden, ob die Leistungssteigerung auch auf Alltagssituationen übertragbar ist. Zukünftige Untersuchungen sollten daher der Frage nachgehen, inwieweit motorisch-kognitives Doppelaufgaben-Training Einfluss auf Anforderungssituationen des alltäglichen Lebens älterer Menschen nehmen kann. Hier könnten dynamische und gleichzeitig alltagsnahe Doppelaufgaben zum Einsatz kommen.

Ferner sollte die Wirksamkeit eines motorisch-kognitiven Trainings auf die Sturzrate älterer Menschen in langfristig angelegten Follow-up-Studien über mehrere Jahre überprüft werden. Dabei ist eine lückenlose Dokumentation der Stürze bereits vor Beginn der Intervention notwendig, um eine konkrete Aussage über die sturzpräventive Effektivität einer solchen Intervention zu ermöglichen.

Des Weiteren ist es sinnvoll, die Interventionen auf ihre Inhalte, Intensität und Dosierung hin zu überdenken, da die Interventionseffekte im Hinblick auf die verschiedenen Faktoren und die Sturzrate recht unterschiedlich ausfallen. So stellten Rogan, Pichierri und de Bruin (2011) kürzlich fest, dass Doppelaufgaben-Training erst dann wirksam ist, wenn die Teilnehmer an ihre Leistungsgrenze geraten oder diese überschreiten. Zu einer ähnlichen Erkenntnis kamen Freiburger und Kollegen (2012). Die fehlende Wirksamkeit eines multiplen, mit kognitivem Training kombinierten Bewegungsprogramms hinsichtlich verschiedener Sturzrisikofaktoren wurde hier auf die suboptimale Interaktion von Intensität, Frequenz und Dosierung der Intervention zurückgeführt. Insbesondere für das bewegte Kognitionstraining stellt sich daher die Frage, ob die mangelnde Intensität den Grund für die geringeren Effekte darstellt. Da die Intervention als Gruppentraining durchgeführt wurde, konnte die Intensität nicht gleichermaßen individuell für jeden Teilnehmer angepasst werden, wie es bei Rogan und Kollegen (2011) der Fall war oder wie es generell bei einem Einzeltraining oder einem computergestützten Training realisierbar ist. In künftigen Forschungsarbeiten sollten folglich alltagsnahe motorisch-kognitive Übungen entwickelt werden, die auch in einem Gruppentraining eine individuelle Intensitätsregulierung ermöglichen. Allein aufgrund des demografischen Wandels mit der steigenden Überalterung der Gesellschaft ist es empfehlenswert, effektive Sturzpräventionsprogramme als Gruppenintervention durchzu-

führen. So können mehrere Senioren zugleich betreut werden, was eine geringere finanzielle Belastung des Gesundheitssystems zur Folge hätte.

Da sich die differierenden Effekte der Intervention der vorliegenden Studie ferner durch die Heterogenität der Gruppen erklären ließen, wäre es sinnvoll, in nachfolgenden Untersuchungen verstärkt den Aktivitätslevel und die sportliche Biografie der potentiellen Teilnehmer bei der Rekrutierung der Stichprobe zu berücksichtigen. Es ist davon auszugehen, dass ein Mensch, der sein Leben lang aktiv oder sogar sportlich aktiv war, über eine größere Bewegungs- und Handlungskompetenz verfügt als jemand, der zeit seines Lebens eher inaktiv gewesen ist. Hinsichtlich der kognitiven Fähigkeiten konnten beispielsweise Middleton und Kollegen (2010) nachweisen, dass ältere Erwachsene, die zeitlebens körperlich aktiv waren, ein geringeres Risiko aufweisen, im Alter kognitive Einschränkungen zu erfahren als Inaktive. Untersuchungsgruppen könnten homogener gestaltet werden, wenn diese Parameter beachtet werden.

Für die Implikation in die Praxis ergibt sich aufgrund der Erkenntnisse der vorliegenden Studie folgende Empfehlung: Sturzpräventionsprogramme für selbstständig lebende ältere Menschen sollten die Komponenten Kraft, Gleichgewicht und Kognition in Form von motorisch-kognitiven Doppelaufgaben zugleich schulen, da auf diese Weise wichtige Sturzrisikofaktoren positiv beeinflusst werden können. Bei der weiteren inhaltlichen Gestaltung der Programme wäre es sinnvoll, neben den altersbedingten Veränderungen auch die komplexen Handlungsanforderungen des Alltags der Senioren, in dem ständig mehrere Dinge zugleich zu bewältigen sind, zu berücksichtigen. Übungen, die flexibles und situatives Handeln erfordern, sollten folglich in diese Programme implementiert werden. Inwieweit solch ein Programm dann tatsächlich im Rahmen der Sturzprävention wirksam sein kann, lässt sich durch diese Untersuchung jedoch nicht aufklären. Diesbezüglich bedarf es weiterer Forschungsarbeit.

Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Teilnehmer unabhängig von der Intervention viel Freude bei dem Training hatten, aktiviert wurden und soziale Kontakte knüpften, die bis heute andauern. Diese Beobachtungen, die mit den Untersuchungsmethoden nicht ausreichend erfasst wurden, haben durchaus eine positive Wirkung auf das Wohlbefinden älterer Menschen – ein nicht zu verachtender positiver Effekt!

Literaturverzeichnis

Agre, J. C., Pierce, L. E., Raab, D. M., McAdams, M. & Smith, E. L. (1988). Light resistance and stretching exercise in elderly women: effect upon strength. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69, 273-276.

American College of Sports Medicine (1998). ACSM position stand on exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 30, 992-1008.

American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, & American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention (2001). Guideline for the prevention on falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49, 644-672.

American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, Panel of the Prevention of Falls in Older Persons (2010). Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in Older Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59 (1), 148-157.

Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H. J. J., Aleman, A. & Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3. Art. No.: CD005381. DOI: 10.1002/14651858.CD005381.pub3.

Anstey, K. J., von Sanden, C. & Luszcz, M. A. (2006). An 8-year prospective study of the relationship between cognitive performance and falling in very old adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54 (8), 1169-1176.

Arfken, C., Lach, H., Birge, S. & Miller, J. (1994). The prevalence and correlates of fear of falling in elderly persons living in the community. *American Journal of Public Health*, 84, 565-570.

Avorn, J. (1998). Depression in the Elderly – Falls and Pitfalls. *New England Journal of Medicine*, 339, 918-920.

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2008). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung* (12. vollst. überarb. Aufl.). Berlin: Springer.

Baker, M. K., Atlantis, E. & Fiatarone Singh, M. A. (2007). Multi-modal exercise programs for older adults. *Age and Ageing*, 36, 375-381.

Baltes, P. B., Lindenberger, U. & Staudinger, U. M. (1995). Die zwei Gesichter der Intelligenz im Alter. *Spektrum der Wissenschaft*, 10/95, 52-61.

Baltes, P. B. & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a Powerful Connection Between Sensory and Cognitive Functions Across the Adult Life Span: A New Window to the Study of Cognitive Aging? *Psychology and Aging*, 12 (1), 12-21.

Balzer, K., Bremer, M., Schramm, S., Lühmann, D. & Raspe, H. (2012). *Sturzprophylaxe bei älteren Menschen in ihrer persönlichen Wohnumgebung*. Schriftenreihe Health Technology Assessment, Bd. 116, Köln: DIMDI.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.

Bartholomew, J. B., Ciccolo, J. T. & Morrison, D. (2005). Effects of acute exercise on mood and well-being in patients with major depressive disorder. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 2032-2037.

Bassey, E. J., Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Kelly, M., Evans, W. J. & Lipsitz, L. A. (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clinical Science*, 82, 321-327.

- Bean, J. F., Herman, S., Kiely, D. K., Frey, I. C., Leveille, S. G., Fielding, R. A. & Frontera, W. R.** (2004). Increased velocity exercise specific to task (InVEST) training: A pilot study exploring effects on leg power, balance, and mobility in community-dwelling older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52, 799-804.
- Beauchet, O., Annweiler, C., Dubost, V., Allali, G., Kressig, R. W., Bridenbaugh, S., Berrut, G., Assal, F. & Herrmann, F. R.** (2009a). Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults. *European Journal of Neurology*, 16 (7), 786–795.
- Beauchet, O., Allali, G., Annweiler, C., Bridenbaugh, S., Assal, F., Kressig, R. W. & Herrmann, F. R.** (2009b). Gait variability among healthy adults: Low and high stride-to-stride variability are both a reflection of gait stability. *Gerontology*, 55, 702-706.
- Beauchet, O., Dubost, V., Gonthier, R. & Kressig, R. W.** (2005). Dual-task-related gait changes in transitionally frail older adults: The type of the walking-associated cognitive task matters. *Gerontology*. 51, 48-52.
- Bell, R. D. & Hoshizaki, T. B.** (1981). Relationships of age and sex of range of motion of seventeen joint actions in human. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 6, 202-206.
- Bherer, L., Kramer, A. F., Peterson, M. S., Colcombe, S., Erickson, K. & Becic, E.** (2005). Training effects on dual-task performance: Are there age-related differences in plasticity of attentional control? *Psychology and Aging*, 20 (4), 695-709.
- Bherer, L., Kramer, A. F., Peterson, M. S., Colcombe, S., Erickson, K. & Becic, E.** (2008). Transfer effects in task-set cost and dual-task cost after dual-task training in older and younger adults: Further evidence for cognitive plasticity in attentional control in late adulthood. *Experimental Aging Research*, 34 (3), 188–219.
- Bischoff-Ferrari, H. A., Dawson-Hughes, B., Willett, W. C., Staehelin, H. B., Bazemore, M. G., Zee, R. Y. & Wong, J. B.** (2004). Effect of Vitamin D on Falls - A Meta-analysis. *Journal of the American Medical Association*, 291 (16), 1999-2006.
- Bischoff-Ferrari, H. A., Willett, W. C., Wong, J. B., Giovannucci, E., Dietrich, T. & Dawson-Hughes, B.** (2005). Fracture prevention with vitamin D supplementation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Medical Association*, 293, 2257-2264.
- Bisson, E., Contant, B., Sveistrup, H. & Lajoie, Y.** (2007). Functional balance and dual-task reaction times in older adults are improved by virtual reality and biofeedback training. *CyberPsychology & Behavior*, 10 (1), 16-23.
- Blake, A. J., Morgan, K., Bendall, M. J., Dalosso, H., Ebrahim, S. B. J., Arie, T. H. D., Fentem, P. H. & Bassey, E. J.** (1988). Falls by elderly people at home: Prevalence and associated factors. *Age and Ageing*, 17, 365-372.
- Blanke, D. J. & Hageman, P.** (1989). Comparison of gait of young and elderly men. *Physical Therapy*, 69, 144-148.
- Ble, A., Volpato, S., Zuliani, G., Guralnik, J. M., Bandinelli, S., Lauretani, F., Bartali, B., Maraldi, C., Fellin, R. & Ferrucci, L.** (2005). Executive Function Correlates with Walking Speed in Older Persons: The InCHIANTI Study, *Journal of the American Geriatrics Society*, 53 (3), 410–415.
- Bleijlevens, M. H. C., Diederiks, J. P. M., Hendriks, M. R. C., van Haastregt, J. C. M., Crebolder, H. F. J. M. & van Eijk, J. T. M.** (2010). Relationship between location and activity in injurious falls: an exploratory study. *BMC Geriatrics*, 10-40. Verfügbar unter: <http://www.biomedcentral.com/1471-2318/10/40> [15.07.2012]

- Blischke, K. & Schott, N.** (2010a). Fortbewegung im höheren Lebensalter. In N. Schott & J. Munzert (Hrsg.), *Motorische Entwicklung*. Sportpsychologie Bd. 5 (S. 89-102). Göttingen: Hogrefe.
- Blischke, K. & Schott, N.** (2010b). Haltungskontrolle im höheren Lebensalter. In N. Schott & J. Munzert (Hrsg.), *Motorische Entwicklung*. Sportpsychologie Bd. 5 (S. 49-68). Göttingen: Hogrefe.
- Bloem, B. R., Steijns, J. A. G. & Smits-Engelsman, B. C.** (2003). An update on falls. *Current Opinion in Neurology*, *16*, 15-26.
- Bloem, B. R., Valkenburg, V. V., Slabbekoorn, M. & Willemsen, M. D.** (2001). The Multiple Tasks Test: development and normal strategies. *Gait & Posture*, *14*, 191-202.
- Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Moore, K. A., Craighead, W. E., Herman, S., Khatri, P., Waugh, R., Napolitano, M. A., Forman, L. M., Appelbaum, M., Doraiswamy, P. M. & Krishnan, K. R.** (1999). Effects of exercise training on older patients with major depression. *Archives of Internal Medicine*, *159* (19), 2349-2356.
- Blumenthal, J. A., Emery, C. F., Madden, D. J., Schneibolk, S., Walsh-Riddle, M., George, P. M., McKee, D. C., Higginbotham, M. B., Cobb, G. R. & Coleman, R. E.** (1991). Long-term-effects of exercise on psychological functioning in older men and women. *Journal of Gerontology*, *46*, 352-361.
- Böhm, K., Tesch-Römer, C. & Ziese, T.** (Hrsg.) (2009). *Gesundheit und Krankheit im Alter*. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes Berlin: Robert Koch-Institut.
- Bohannon, R. W.** (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age and Ageing*, *26* (1), 15-19.
- Bortz, J. & Schuster, C.** (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Berlin: Springer.
- Botwinick, J. & Birren, J. E.** (1963). Mental Abilities and Psychomotor Responses in Healthy Aged Men. In J. E. Birren, R. N. Butler, N. Robert, S. W. Greenhouse, L. Sokoloff, M. R & Yarrow (Eds.), *Human aging: A biological and behavioral study* (S. 97-108). Bethesda, MD, US: US Dept of Health, Education, & Welfare.
- Bowles, R. P. & Salthouse, T.A.** (2003). Assessing the Age-Related Effects of Proactive Interference on Working Memory Tasks Using the Rasch Model. *Psychology and Aging*, *18* (3), 608-615.
- Boyd, R. & Stevens, J. A.** (2009). Falls and fear of falling: burden, beliefs and behaviours. *Age and Ageing*, *38* (4), 423-428.
- Brach, J. S., Berthold, R., Craik, R., VanSwearingen, J. M. & Newman, A. B.** (2001). Gait variability in community-dwelling older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *49*, 1646-50.
- Brouwer, B. J., Walker, C., Rydahl, S. J. & Culham, E. G.** (2003). Reducing Fear of Falling in Seniors through Education and Activity Programs: A Randomized Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, *51*, 829-834.
- Brown, B. A., McCartney, N. & Sale, D. G.** (1990). Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *Journal of Applied Physiology*, *69* (5), 1725-1733.
- Brown, L. A., Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H.** (1999). Attentional Demands and Postural Recovery: The Effects of Aging, *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *54A* (4), M165-M171.
- Brown, M.** (2000). Strength training and aging. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, *15*, 1-5.

- Buchner, D. M., Cress, M. E., de Lateur, B. J., Esselman, P. C., Margherita, A. J., Price, R. & Wagner, E. H.** (1997). The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 52A, M218-M224
- Bullinger, M. & Kirchberger, I.** (1998). *SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend** (Hrsg.) (2002). *Vierter Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland: Risiken, Lebensqualität und Versorgung Hochaltriger – unter besonderer Berücksichtigung demenzieller Erkrankungen*. Berlin: MuK.
- Buracchio, T., Mattek, N., Dodge, H., Hayes, T., Pavel, M., Howieson, D. & Kaye, J.** (2011). Executive function predicts risk of falls in older adults without balance impairment. *BMC Geriatrics*, 11:74. Verfügbar unter <http://www.biomedcentral.com/1471-2318/11/74> [15.04.2012]
- Byers, A. L., Allore, H., Gill, T. M. & Peduzzi, P. N.** (2003). Application of negative binomial modeling for discrete outcomes: a case study in aging research. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56 (6), 559-564.
- Calautti, C., Serreti, C. & Baron, J.-C.** (2001). Effects of age on brain activation during auditory-cued thumb-to index opposition: A Positron Emission Tomography Study. *Stroke*, 32, 139-146.
- Callisaya, M. L., Blizzard, L. Schmidt, M. D., McGinley, J. L. & Srikanth, V. K.** (2010). Ageing and gait variability - a population-based study of older people. *Age and Ageing*, 39, 191-197.
- Camacho, T. C., Roberts, R. E., Lazarus, N. B., Kaplan, G. A. & Cohen, R. D.** (1991). Physical activity and depression: Evidence from the Alameda County Study. *American Journal of Epidemiology*, 134, 220-231.
- Campbell, A. J., Borrie, M. J. & Spears, G. F.** (1989). Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 44A, 112-117.
- Campbell, A. J., Reinken, J., Allan, B. C. & Martinez, G. S.** (1981). Falls in old age: A study of frequency and related clinical factors. *Age and Ageing*, 10, 264-270.
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N. & Buchner, D. M.** (1999). Psychotropic medication withdrawal and a home-based exercise program to prevent falls: a randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 850-853.
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Tilyard, W. & Buchner, D. M.** (1997). Randomized controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *British Medicine Journal*, 315, 1065-1069.
- Capodaglio, P., Capodaglio, E. M., Ferri, A., Scaglioni, G., Marchi, A. & Saibene, F.** (2005). Muscle function and functional ability improves more in community-dwelling older women with a mixed-strength training programme. *Age and Ageing*, 34, 141-147.
- Cartee, G. D.** (1994) Aging Skeletal Muscle: Response to Exercise. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 22 (1), 91-120.
- Carter, N. D., Khan, K. M., McKay, H. A., Petit, M. A., Waterman, C., Heinonen, A., Janssen, P. A., Donaldson, M. G., Mallinson, A., Riddell, L., Kruse, K., Prior, J. C. & Flicker, L.** (2002). Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. *Canadian Medical Association Journal*, 167 (9), 997-1004.

- Caserotti, P., Aagaard, P., Buttrup Larsen, J. & Puggaard, L.** (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18 (6), 773-782
- Cepeda, N. J., Kramer, A. F. & Gonzalez de Sather, J. C.** (2001). Changes in executive control across the life span. Examination of task-switching performance. *Development Psychology*, 37, 715-730.
- Chandler, J., Duncan, P., Kochersberger, G. & Studentski, S.** (1998). Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community dwelling elders? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79, 24-30.
- Chang, J. T., Morton, S. C., Rubenstein, L. Z., Mojica, W. A., Maglione, M., Suttrop, M. J., Roth, E. A. & Shekelle, P. J.** (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *British Medicine Journal*, 328, 680-688.
- Chen, H.-C., Schultz, A. B., Ashton-Miller, J. A., Giordani, B., Alexander, N. B. & Guire, K. E.** (1996). Stepping over obstacles: Dividing attention impairs performance of old more than young adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51A (3), M116-M122.
- Chen, T. Y., Peronto, C. L. & Edwards, J. D.** (2012). Cognitive function as a prospective predictor of falls. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 67B (6), 720-728.
- Clemson, L., Cumming, R. G., Kendig, H., Swann, M., Heard, R. & Taylor, K.** (2004). The effectiveness of a community-based program for reducing the incidence of falls in the elderly: A randomized trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52, 1487-1494.
- Close, J., Ellis, M., Hooper, R., Glucksman, E., Jackson, S. & Swift, C.** (1999). Prevention of falls in the elderly trial (PROFET): A randomized controlled trial. *The Lancet*, 353, 93-97.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E. & Kramer, A. F.** (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58A, 176-180.
- Colcombe, S. J. & Kramer, A. F.** (2003). Fitness effects on cognitive function of older adults: A Meta-Analytic Study. *Journal of Psychological Science*, 2, 125-130.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., Webb, A., Jerome, G. J., Marquez, D. X. & Elavsky, S.** (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 101 (9), 3316-3321.
- Connelly, D. M.** (2000). Resisted exercise training of institutionalized older adults for improved strength and functional mobility: A review. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 15, 6-28.
- Coppin, A. K., Shumway-Cook, A., Saczynski, J. S., Patel, K. V., Ble, A., Ferruci, L. & Guralnik, J. M.** (2006). Association of executive function and performance of dual-task physical tests among older adults: Analyses from the InChianti study. *Age and Ageing*, 35, 619-624.
- Covinsky, K. E., Lindquist, K., Dunlop, D. D., Gill, T. M. & Yelin, E.** (2008). Effect of Arthritis in Middle Age on Older-Age Functioning. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56 (1), 23-28.
- Cristopoliski, F., Barela, J. A., Leite, N., Fowler, N. E. & Rodacki, A. L. F.** (2009). Stretching Exercise Program Improves Gait in the Elderly, *Gerontology*, 55 (6), 614-620.
- Cromwell, R. L. & Newton, R. A.** (2004). Relationship between balance and gait stability in healthy old adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 11, 90-100.

- Cronenberg, A., Minkus, A., Bremer, G. & Keck, E.** (1991). Frakturinzidenz unter der krankengymnastischen Übungsbehandlung bei 558 Frauen mit einer Postmenopause-Osteoporose. *Krankengymnastik*, 9, 971-975.
- Cumming, R. G.** (2002). Intervention strategies and riskfactor modification for falls prevention. A review of recent intervention studies. *Clinics Geriatric Medicine*, 18, 175-189.
- Cumming, R. G., Salkeld, G., Thomas, M. & Szonyi, G.** (2000). Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55A, M299–M305.
- Cumming, R. G., Thomas, M., Szonyi, G., Salked, G., O’Neill, E., Westbury, C. & Frampton, G.** (1999). Home visits by an occupational therapist for assessment and modification of environmental hazards: A randomized controlled trial of falls prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 1397-1402.
- Cummings, S.R. & Melton, J.L.** (2002). Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *The Lancet*, 359, 1761-1767.
- Cyarto, E.V., Brown, W.J., Marshall, A.L. & Trost, S.G.** (2008). Comparative Effects of Home- and Group-Based Exercise on Balance Confidence and Balance Ability in Older Adults: Cluster Randomized Trial. *Gerontology*, 54, 272-280
- Day, L., Fildes, B., Gordon, I., Fitzharris, M., Flamer, H. & Lord, S.** (2002). Randomised factorial trial of fall prevention among older people living in their own homes. *British Medicine Journal*, 325, 128-131.
- Deandrea, S., Lucenteforte, E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C. & Negri, E.** (2010). Risk factors for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*, 21, 658-668.
- de Marées, H.** (2003). *Sportphysiologie* (9. vollst. bearb. und erw. Aufl.). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Delbaere, K.** (2005). *Falls in the community dwelling Elderly: Prediction and Prevention*. Dissertation. Ghent: Ghent University, Department of Rehabilitation Sciences and Physiotherapy.
- Delbaere, K., Bourgois, J, Van Den Noortgate, N, Vanderstraeten, G, Willems, T. & Cambier, D.** (2006). A home-based multidimensional exercise program reduced physical impairment and fear of falling. *Acta Clinica Belgica*, 61 (6), 340-50.
- Delbaere, K., Crombez, G., Vanderstraeten, G., Willems, T. & Cabier, D.** (2004). Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age and Ageing*, 33 (4), 368-373.
- Der, G. & Deary, I. J.** (2006). Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. *Psychology and Aging*, 21, 62–73.
- D’Esposito, M., Zarahn, E., Aguirre, G. K. & Rypma, B.** (1999). The Effect of Normal Aging on the Coupling of Neural Activity to the Bold Hemodynamic Response. *Neuroimage*, 10, 6-14.
- Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (Hrsg.)** (2004). *Ältere Sturzpatienten. DEGAM-Leitlinie Nr. 4 Langfassung*. Düsseldorf: Omikron Publishing.
- Doherty, T. J., Vandervoort, A. A. & Brown, W. F.** (1993). Effects of Ageing on the Motor Unit: A Brief Review. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 18 (4), 331-358.
- Doumas, M., Rapp, M. A. & Krampe, R. T.** (2009). Working memory and postural control: adult age differences in potential for improvement, task priority, and dual tasking. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 64B (2), 193-201.

- Dukas, L., Bischoff, H. A., Lindpaintner, L. S., Schacht, E., Birknerbinder, D., Damm, T. N., Thalmann, B. & Stähelin, H. B.** (2004). Alfacalcidol reduces the number of fallers in a community-dwelling elderly population with a minimum calcium intake of more than 500 mg daily. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52, 230–236.
- Ehlenz, H., Grosser, M. & Zimmermann, E.** (1998). *Krafttraining* (6. erw. Aufl.). München, Wien, Zürich: BLV.
- Einkauf, D. K., Gohdes, M. L., Jensen, G. M. & Jewell, M. J.** (1987). Changes in spinal mobility with increasing age in women. *Physical Therapy*, 67, 370-375.
- Emery, C. F. & Gatz, M.** (1990). Psychological and cognitive outcomes of a randomized trial of exercise program for community-residing older adults. *The Gerontologist*, 30, 184-188.
- Erickson, K.I. & Hohmann, T.** (2013). Die Effekte von Alter und Training auf die kognitive Gesundheit. *Zeitschrift fuer Sportpsychologie*, 20(1), 25-32.
- Esposito, G., Kirkby, B. S., Van Horn, J. D., Ellmore, T. M. & Berman, K.-F.** (1999). Context dependent, neural system-specific neurophysiological concomitants of aging: mapping PET correlates during cognitive activation. *Brain*, 122, 963-979.
- Etnier, J.** (2007). Interrelationships of Exercise, Mediator Variables, and Cognition. In: W. W. Spirduso, L. Poon & W. Chodzko-Zajko (Eds.), *Exercise and It's Mediating Effects on Cognition. Aging, Exercise, and Cognition Series: Vol. 2.* (S. 13-30). Champaign: Human Kinetics.
- Etnier, J.** (2009). Chronic exercise and cognition in older adults. In: T. McMorris, P. D. Tomporowski & M. Audiffren (Eds.), *Exercise and cognitive function* (S. 227-247). Chichester: Wiley-Blackwell.
- Ettinger, W. H., Burns, R., Messier, S. P., Applegate, W., Rejeski, W. J., Morgan, T., Shumaker, S., Berry, M. J., O'Toole, M., Monu, J. & Craven, T.** (1997). A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis: The Fitness Arthritis and Seniors Trail (FAST). *Journal of the American Medical Association*, 277, 25-31.
- Evans, D., Hodgkinson, B., Lambert, L. & Wood, J.** (2001). Falls risk factors in the hospital setting: A systematic review. *International Journal of Nursing Practice*, 7 (1), 38-45.
- Fatouros, I. G., Taxildaris, K., Tokmakidis, S. P., Kalapotharakos, V., Aggelousis, N., Athanopoulos, S., Zeeris, I. & Katrabasas, I.** (2002). The Effects of Strength Training, Cardio-vascular Training and Their Combination on Flexibility of Inactive Older Adults, *International Journal of Sports Medicine*, 23 (2), 112-119.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A. & Evans, W. J.** (1990). High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, 263, 3029-3034.
- Fiatarone Singh, M. A., Ding, W., Manfredi, T. J., Solares, G. S., O'Neill, E. F., Clements, K. M., Ryan, N. D., Kehayias, J. J., Fielding, R. A. & Evans, W. J.** (1999). Insulin-like growth factor 1 in skeletal muscle after exercise in frail elders. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 277 (1), E135-E144.
- Fleischmann, U. M.** (1982). Gedächtnistraining im höheren Lebensalter – Ansatzpunkte und Möglichkeiten. *Zeitschrift Gerontologie*, 15, 53-62.
- Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L. C., Bernstein, M. A., Kaliton, D., Castaneda, C., Pu, C. T., Hausdorff, J. M., Fielding, R. A. & Fiatarone, M. A.** (2000). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55A, M192-M199.

- Folstein, M. F., Folstein, S. E. & McHugh, P. R.** (1975). 'Mini-Mental state'. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal Psychiatry Research*, *12*, 189-198.
- Fortinsky, R. H., Iannuzzi-Suchch, M., Baker, D. I., Gottschalk, M., King, M. B., Brown, C. J. & Tinetti, M. E.** (2004). Fall-risk assessment and management in clinical practice: Views from health care providers. *Journal of the American Geriatrics Society*, *52*, 1522-1526.
- Fozard, J. L., Vercruyssen, M., Reynolds, S. L., Hancock, P. A. & Quilter, R. E.** (1994). Age differences and changes in reaction time: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *49B*, 179-189.
- Freiberger E, Häberle L, Spirduso, W. W. & Zijlstra, G. A.** (2012). Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, *60* (3), 437-446.
- Freiberger, E., Menz, H., Abu-Omar, K. & Rütten, A.** (2007). Preventing falls in physically active community-dwelling older people: a comparison of two intervention techniques. *Gerontology*, *53*, 298-305.
- Friedman, S. M., Munoz, B., West, S. K., Rubin, G. S. & Fried, L. P.** (2002). Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, *50*, 1329-1335.
- Fröhlich, W.D.** (2005). *Wörterbuch Psychologie* (25. überarb. und erw. Aufl.). München: DTV.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone-Singh, M. A., Evans, W. J. & Rubenoff, R.** (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, *88*, 1321-1326.
- Frontera, W. R., Meredith, C. N., O' Reilly, K. P., Knuttgen, H. G. & Evans, W. J.** (1988). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of Applied Physiology*, *64* (3), 1038-1044.
- Ganz, D. A., Bao, Y., Shekelle, P. G. & Rubenstein, L. Z.** (2007). Will my patient fall? *Journal of the American Medical Association*, *297*, 77-86.
- Gill, T. M., Williams, C. S. & Tinetti, M. E.** (2000). Environmental Hazards and the Risk of Non-syncopal Falls in the Homes of Community-Living Older Persons. *Medical Care*, *38* (12), 1174-1183.
- Gillespie, L. D., Gillespie, W. J., Robertson, M. C., Lamb, S. E., Cumming, R. G. & Rowe, B. H.** (2001). Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3): CD000340.
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Lamb, S. E., Gates, S., Cumming, R. G. & Rowe, B.H.** (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 2. Art.No.: CD007146.DOI: 10.1002/14651858.CD007146.pub2.
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M. & Lamb, S. E.** (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 9. Art. No.: CD007146. DOI:10.1002/14651858.CD007146.pub3.
- Gitlin, L. N., Winter, L., Dennis, M. P., Corcoran, M., Schinfeld, S. & Hauck W. W.** (2006). A randomized trial of a multicomponent home intervention to reduce functional difficulties in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *54*, 809-816.

- Goh, J. O. S.** (2011). Functional dedifferentiation and altered connectivity in older adults: Neural accounts of cognitive aging. *Aging and Disease*, 1 (2), 30–48.
- Graafmans, W. C., Ooms, M. E., Hofstee, H. M. A., Bezemer, P. D., Bouter, L. M. & Lips, P.** (1996). Falls in the Elderly: A prospective study of risk factors and risk profiles. *American Journal of Epidemiology*, 143 (11), 1129-1136.
- Grabiner, M. D. & Jahnigen, D. W.** (1992). Modeling recovery from stumbles: preliminary data on variable selection and classification efficacy. *Journal of the American Geriatrics Society*, 40 (9), 910-913.
- Grady, C. L.** (2000). Functional brain imaging and age-related changes in cognition. *Biological Psychology*, 54, 259-281.
- Granacher, U. & Gollhofer, A.** (2005). Auswirkungen des Alterns auf die Schnellkraftfähigkeit und das Reflexverhalten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (3), 68-72.
- Granacher, U., Gruber, M., Gollhofer, A. & Strass, D.** (2007). The impact of sensorimotor training in elderly men on maximal and explosive force production capacity. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (12), 446-451.
- Green, J. S. & Crouse, S. F.** (1995). The effects of endurance training on functional capacity in the elderly: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 920-926.
- Gulich, M., Spreng, T., Spreng, K., Schaden, H. & Zeitler, H-P.** (2000). Stürze älterer Menschen – Ergebnisse einer epidemiologischen Erhebung, *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*, 76 (9), 43.
- Gunzelmann, T., Albani, C., Beutel, M. & Brähler, E.** (2006). Die subjektive Gesundheit älterer Menschen im Spiegel des SF-36. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 39, 109-119.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A. & Wallace, R. B.** (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 49A (2), M85-M94.
- Häkkinen K.** (2003). Ageing and neuromuscular adaptation to strength training. In P. V. Komi (ed), *Strength & Power in Sport*, (2nd Ed., S 409-425). Oxford: Blackwell Science.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R. U. & Kraemer, W. J.** (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *European Journal of Applied Physiology*, 83 (1), 51-62.
- Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U. & Alen, M.** (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171 (1), 51-62.
- Hasher, L. & Zacks, R. T.** (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-389.
- Hasselhorn, M.** (1999). Informationsverarbeitung im Alter: Ergebnisse und Perspektiven der kognitiven Gerontopsychologie. In K. Lenz, M. Rudolph & U. Siekendieck (Hrsg.), *Die alternde Gesellschaft. Problemfelder gesellschaftlichen Umgangs mit Altern und Alter* (S. 175-186). Weinheim: Juventa.
- Hausdorff, J. M., Nelson, M. E., Kaliton, D., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A. & Fiatarone-Singh, M. A.** (2001). Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 90, 2117-2129.

- Hausdorff, J. M. & Yogev, G.** (2006). Cognitive function may be important for fall injury prevention trials. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54, 865-866.
- Hazell, T., Kenno, K. & Jakobi, J.** (2007). Functional benefit of power training for older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15, 349-359.
- Head, D., Rodrigue, K., Kennedy, K. & Raz, N.** (2008). Neuroanatomical and cognitive mediators of age-related differences in episodic memory. *Neuropsychology*, 22 (4), 491-457.
- Heinrich, S., Rapp, K., Rissmann, U., Becker, C. & König, H. H.** (2010). Cost of Falls in Old Age. A Systematic Review. *Osteoporosis International*, 21 (6), 891-902.
- Helbostad, J. L., Sletvold, O. & Moe-Nilssen, R.** (2004). Effects of home exercises and group training on functional abilities in home-dwelling older persons with mobility and balance problems. A randomized study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 16 (29), 113-121.
- Henwood, T. R., Riek, S. & Taaffe, D. R.** (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63A (1), 83-91.
- Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., Schweiger, A. & Hausdorff, J. M.** (2010). Executive control deficits as a prodrome to falls in healthy older adults: A prospective study linking thinking, walking, and falling. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65A, 1086-1092.
- Hertz, R. P. & Baker, C. L.** (2002). *Elders in the Community, Pfizer Facts: Population Studies. Outcomes Research*. Pfizers Pharmaceuticals Group.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I. & Kramer, A. F.** (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature*, 9, 58-65.
- Hill-Westmoreland, E. E., Socken, K. & Spellbring, A. M.** (2002). A meta-analysis of fall prevention programs for the elderly: How effective are they? *Nursing Research*, 51, 1-8.
- Hintzpeter, B., Mensink, G. B., Thierfelder, W., Müller, M. J. & Scheidt-Nave, C.** (2008). Vitamin D status and health correlates among German adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62 (9), 1079-1089.
- Hollmann, W. & Hettinger, T.** (2000). *Sportmedizin* (4. völlig neu bearb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Schattauer.
- Hollman, J. H., Kovash, F. M., Kubik, J. J. & Linbo, R. A.** (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait & Posture*, 26 (1), 113-119.
- Horak, F. B. & Macpherson, J. M.** (1996). Postural orientation and equilibrium. In J. Shepard & L. Rowell (Eds.), *Handbook of physiology, Section 12. Exercise: regulation and integration of multiple systems* (S. 255-292). New York: Oxford University.
- Howland, J., Lachman, M. E., Peterson, E. W., Cote, J., Kasten, L. & Jette, A.** (1998). Covariates of fear of falling and associated activity curtailment. *Gerontologist*, 38, 549-555.
- Howland, J., Peterson, E. W. & Lachman, M. E.** (2001). Falls among elderly persons. In S. E. Levkoff, Y. K. Chee & S. Noguchi (Eds.), *Ageing in good health: Multidisciplinary perspectives* (S. 221-245). New York: Springer.
- Howland, J., Peterson, E. W., Levin, W. C., Fried, L., Pordon, D. & Bak, S.** (1993). Fear of falling among the community-dwelling elderly. *Journal of Aging and Health*, 5, 229-243.
- Hruda, K. V., Hicks, A. L. & McCartney, N.** (2003). Training for muscle power in older adults: Effects on functional abilities. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28, 178-189.

- Hsiao, E. T. & Robinovitch, S. N.** (1998). Common protective movements govern unexpected falls from standing height. *Journal of Biomechanics*, *31*, 1-9.
- Hultsch, D. F., MacDonald, S. W. S & Dixon, R. A.** (2002). Variability in Reaction Time Performance of Younger and Older Adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *57* (2), 101-115.
- Hunter, S. K., Thompson, M. W. & Adams, R. D.** (2001). Reaction time, strength, and physical activity in women aged 20-89 years. *Journal of Aging and Physical Activity*, *9* (1), 32-42.
- Jang, S-N., Cho, S-I., Oh, S-W., Lee, E-S. & Baik, H-W.** (2007). Time since falling and fear of falling among community-dwelling elderly. *International Psychogeriatrics*, *19* (6), 1072-1083.
- Jeschke, D. & Zeilberger, K.** (2004). Altern und körperliche Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, *101* (12), 789-798.
- Jette, A. M & Branch, L. G.** (1981). The Framingham Disability Study: 2. Physical Ability among the aging. *American Journal of Public Health*, *71*, 1211-1216.
- Jones, C. J. & Rose, D. J.** (2005). *Physical Activity Instruction of Older Adults*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Jorm, A. F.** (2000). Is Depression a Risk Factor for Dementia or Cognitive Decline?- A Review. *Gerontology*, *46*, 219-227.
- Judge, J. O., Ounpuu, S. & Davis, R. B. III.** (1996). Effects of age on the biomechanics and physiology of gait. *Clinics in Geriatric Medicine*, *12* (4), 659-678.
- Judge, J. O., Underwood, M. & Gennosa, T.** (1993). Exercise to improve gait velocity in older persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *74*, 400-406.
- Kannus, P., Sievänen, H., Palvanen, M., Järvinen, T. & Parkkari, J.** (2005). Prevention of falls and consequent injuries in elderly people (Review). *The Lancet*, *366*, 1885-1893.
- Kario, K., Tobin, J. N., Wolfson, L. I., Whipple, R., Derby, C. A., Singh, D., Marantz, P. R. & Wasserteil-Smoller, S.** (2001). Lower standing systolic blood pressure as a predictor of falls in the elderly: A community-based prospective study. *Journal of the American College of Cardiology*, *38*, 246-252.
- Kausler, D. H.** (1982). *Experimental psychology and human ageing*. New York: Wiley.
- Kellog International Work Group on the prevention of falls in the elderly** (1987). The prevention of falls in the later life. *Danish Medical Bulletin*, *34* (Suppl 4), 1-24.
- Kercher B. J. & Rubenstein L. Z.** (2002). Home-safety checklists for elders in print and on the internet. *Generations*, *26*, 69-74.
- Kerrigan, D. C., Todd, M. K., Croce, U. D. Lipsitz, L. A. & Collins, J. J.** (1998). Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: Evidence for specific limiting impairments. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *79*, 317-322.
- Khatri, P., Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Craighead, W. E., Herman, S., Baldewicz, T., Madden, D. J., Dooraiswamy, M., Waugh, R. & Krishnan, K. R.** (2001). Effects of exercise training on cognitive functioning among depressed older men and women. *Journal of Aging and Physical Activity*, *9*, 43-57.
- King, A. C., Taylor, C. B. & Haskell, W. L.** (1993). Effects of differing intensities and formats of 12 month of exercise training on psychological outcomes in older adults. *Health Psychology*, *12*, 292-300.
- Kirchner, G., Rohm, A. & Wittemann, G.** (Hrsg.) (1998). *Senioren-sport: Theorie & Praxis*. Aachen: Meyer & Meyer.

- Ko, S-U., Hausdorff, J. M. & Ferrucci, L.** (2010). Age-associated differences in the gait pattern changes of older adults during fast-speed and fatigue conditions: results from the Baltimore longitudinal study of ageing, *Age and Ageing*, 39, 688–694.
- Kostka, T.** (2005). Quadriceps maximal power and optimal shorting velocity in 335 men aged 23-88 years. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 140-145.
- Kramer, A. F., Erickson, K. I. & Colcombe, S. J.** (2006). Exercise, Cognition and the Aging Brain. *Journal of Applied Physiology*, 101, 1237-1242.
- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R., Chason, J., Vakil, E., Bardell, L., Boileau R. A. & Colcombe, A.** (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400, 418-419.
- Kramer, A. F. & Hillman, C. H.** (2006). Aging, Physical Activity and Neurocognitive Function. In E. O. Acevedo & P. Ekkekakis (Eds.), *Physical Activity and Cognition* (S. 45-59). USA: Sheridan Books.
- Kramer, A. F. & Madden, D. J.** (2008). Attention. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The Handbook of Aging and Cognition*, (3rd Ed., S. 189-249). New York: Psychology Press.
- Krebs, D. E., Jette, A. M. & Assmann, S. F.** (1998). Moderate Exercise Improves Gait Stability in Disabled Elders. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79 (12), 1489-1495.
- Kressig, R. W., Wolf, S. L., Sattin, R. W., O'Grady, M., Greenspan, A., Curns, A. & Kutner, M.** (2001). Associations of demographic, functional, and behavioral characteristics with activity-related fear of falling among older adults transitioning to frailty. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49, 1156-1162.
- Kruse, A.** (1989). Psychologie des Alterns. In K. P. Kisker et al. (Hrsg.), *Psychiatrie der Gegenwart Bd. 8: Alterspsychiatrie* (3. völlig neu bearb. Aufl., S. 1-58). Berlin: Springer.
- Lachman, M. E., Howland, J., Tennstedt, S., Jette, A., Assmann, S. & Peterson, E.** (1998). Fear of Falling and activity restriction: The survey of activities and fear of falling in the elderly. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 53B, 43-50.
- La Grow, S. J., Robertson, M. C., Campbell, A. J., Clarke, G. A. & Kerse, N. M.** (2006). Reducing hazard related falls in people 75 years and older with significant visual impairment: How did a successful program work? *Injury Prevention*, 12, 296-301.
- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C. & Fleury, M.** (1993). Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Experimental Brain Research*, 97, 139-144.
- Lamb, S. E., Jørstad-Stein, E. C., Hauer, K. & Becker, C. (Prevention of Falls Network Europe and Outcomes Consensus Group)** (2005). Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53 (9), 1618-22.
- Lan, C., Lai, J., Chen, S. & Wong, M.** (1998). 12-month Tai Chi training in the elderly: its effect on health fitness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30 (3), 345-351.
- Landers, K. A., Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Bamman, M. M. & Wiensier, R. L.** (2001). The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56A, B443-B448.
- Latham, N. K., Bennet, D. A., Stretton, C. M. & Anderson, C. S.** (2004). Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59A, M48-61.
- Legters, K.** (2002). Fear of Falling. *Physical Therapy*, 82, 264-272.

- Leipzig, R. M., Cumming, R. G. & Tinetti, M. E.** (1999). Drugs and falls in older people: A systematic review and meta-analysis: II. Cardiac and analgesic drugs. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 40-50.
- Lexell, J.** (1995). Human aging, muscle mass and fiber type composition. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50A (Special Issue), 11-16.
- Lexell, J.** (2000). Strength training and muscle hypertrophy in older men and women. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 15, 41-46.
- Li, F., McAuley, E., Fisher, K. J., Harmer, P., Chaumeton, N. & Wilson, N. L.** (2002). Self-Efficacy as a mediator between fear of falling and functional ability in the elderly. *Journal of Ageing and Health*, 14 (4), 452-466.
- Li, F., Fisher, K. J., Harmer, P., McAuley, E. & Wilson, N. L.** (2003). Fear of falling in elderly persons: Association with falls, functional ability and quality of life. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 58B (5), 283-290.
- Li, F., Harmer, P., Fisher, K. J., McAuley, E., Chaumeton, N., Eckstrom, E. & Wilson, N. L.** (2005a). Tai Chi and fall reductions in older adults: A randomized controlled trial. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60A, 66-74.
- Li, F., Fisher, K. J., Harmer, P. & McAuley, E.** (2005b). Falls self-efficacy as a mediator of fear of falling in an exercise intervention for older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60B (1), 34-40.
- Li, J. X., Xu, D. Q. & Hong, Y.** (2008). Effects of 16-week Tai Chi intervention on postural stability and proprioception of knee and ankle in older people. *Age and Ageing*, 37 (5), 575-578.
- Li, K. Z., Lindenberger, U., Freund, A. M. & Baltes, P. B.** (2001). Walking while memorizing: Age-related differences in compensatory behavior. *Psychological Science: A Journal of the American Psychological Society*, 12, 230-237.
- Li, K. Z., Roudaia, E., Lussier, M., Bherer, L., Leroux, A. & McKinley, P. A.** (2010). Benefits of Cognitive Dual-Task Training on Balance Performance in Healthy Older Adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65A (12), 1344-1352.
- Lin, M., Hwang, H., Wang, Y., Chang, S. & Wolf, S. L.** (2006). Community-Based Tai Chi and Its Effect on Injurious Falls, Balance, Gait, and Fear of Falling in Older People. *Physical Therapy*, 86, 1189-1201.
- Lindenberger, U., Marsiske, M. & Baltes, P. B.** (2000). Memorizing while walking: Increase in dual-task costs from young adulthood to old age. *Psychology and Aging*, 15, 417-436.
- Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., Eng, J. J., Janssen, P. A., Lord, S. R. & McKay, H. A.** (2004). Resistance and Agility Training Reduce Fall Risk in Women Aged 75 to 85 with Low Bone Mass: A 6-Month Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52 (5), 657-665.
- Lopopolo, R. B., Greco, M., Sullivan, D., Craik, R. L. & Mangione, K. K.** (2006). Effect of Therapeutic Exercise on Gait Speed in Community-Dwelling Elderly People: A Meta-analysis. *Physical Therapy*, 86 (4), 520-540.
- Lord, S. R., Anstey, K., Williams, P. & Ward, J. A.** (1995). Psychoactive medication use, sensorimotor function and falls in older women. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 39, 227-234.
- Lord, S. R., Castell, S., Corcoran, J., Dayhew, J., Matters, B., Shan, A. & Williams P.** (2003). The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51, 1685-1692.

- Lord, S. R., Lloyd, D. G., Nirui, M., Raymond, J., Williams, P. & Stewart, R. A.** (1996). The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51A, M64–70.
- Lord, S. R., Sherrington, C. & Menz, H. B.** (2001). *Falls in older people: Risk factors and strategies for prevention*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lord, S. R., Sherrington, C., Menz, H. & Close, J.** (2007). *Falls in older people – Risk factors and strategies for prevention* (2nd Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P. & Anstey, K. J.** (1993). An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Randwick falls and fractures study. *Australian Journal of Public Health*, 17 (3), 240–245.
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P. & Anstey, K. J.** (1994). Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42 (10), 1110-1117.
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P. & Strudwick, M.** (1995). The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43, 1198-1206.
- Lundin-Olsson, L., Nyberg, L. & Gustafson Y.** (1997). “Stops Walking when talking” as a predictor of falls in elderly people. *The Lancet*, 349, 617.
- Lynch, N. A., Metter, E. J., Lindle, R. S., Fozard, J. L., Tobin, J. D., Roy, T. A., Fleg, J. L. & Hurley, B. F.** (1999). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *Journal of Applied Physiology*, 86, 188-194.
- Macaluso, A. & De Vito, G.** (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 450-472.
- Madden, D. J., Bennett, I. J. & Song, A. W.** (2009). Cerebral white matter integrity and cognitive aging: contributions from diffusion tensor imaging. *Neuropsychology Review*, 19 (4), 415–435.
- Madden, D. J., Costello, M. C., Dennis, N. A., Davis, S. W., Shepler, A. M., Spaniol, J., Bucur, B. & Cabeza, R.** (2010). Adult age differences in functional connectivity during executive control. *Neuroimage*, 52 (2), 643–657.
- Madden, D. J., Blumenthal, J. A., Allen, P. A. & Emery, C. F.** (1989). Improving aerobic capacity in healthy older adults does not necessarily lead to improved cognitive performance. *Psychological Ageing*, 4, 307-320.
- Maki, B. E.** (1997). Gait changes in older adults: Predictors of falls of indicators of fear? *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 313-320
- Maki, B. E., Holliday, P. J. & Topper, A. K.** (1991). Fear of falling and postural performance in the elderly. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 46A, 123-31.
- Manini, T. M. & Clark, B. C.** (2012). Dynapenia and aging: an update. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 67A, 28–40.
- McArdle, W. D., Katch, F. & Katch, V. L.** (2001). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance* (5th Ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins
- McAuley, E., Mihalko, S. L. & Rosengren, K.** (1997). Self-efficacy and balance correlates of fear of falling in the elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*, 5, 329-340.

- McCartney, N., Hicks, A. L., Martin, J. & Webber, C. E.** (1996). A longitudinal trial of weight training in the elderly: Continued improvements in year 2. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51A (6), B425-B433.
- McClure, R. J., Turner, C., Peel, N., Spinks, A., Eakin, E. & Hughes, K.** (2005). Population-based interventions for the prevention of fall-related injuries in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 1*. Art. No.: CD004441. DOI: 10.1002/14651858.CD004441.pub2.
- McCullagh, M. C.** (2006). Home modification: How to help patients make their homes safer and more accessible as their abilities change. *The American Journal of Nursing*, 106 (10), 54-63.
- McDowd, J. M. & Birren, J. E.** (1990). Ageing and Attentional Processes. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Ageing* (3rd Ed., S. 222-233). New York: Academic Press.
- McMorris, T., Tomporowski, P. D. & Audiffren, M.** (2009). *Exercise and cognitive function*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- McMurdo, M. E. T., Millar, A. M. & Daly, F.** (2000). A Randomized Controlled Trial of Fall Prevention Strategies in Old Peoples' Homes. *Gerontology*, 46 (2), 83-87.
- Melzer, I., Benjuya, N. & Kaplanski, J.** (2004). Postural stability of elderly: A comparison between fallers and non-fallers. *Age and Ageing*, 33, 602-607.
- Menning, S.** (2006). Gesundheitszustand und gesundheitsrelevantes Verhalten Älterer. *GeroStat Report Altersdaten*, 02/2006. Berlin: Deutsches Zentrum für Altersfragen.
- Metter, E. J., Conwitt, R., Tobin, J. & Fozard, J. L.** (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 52A (5), 267-276.
- Middleton, L. E., Barnes, D. E., Lui, L. & Yaffe, K.** (2010). Physical activity over the life course and its association with cognitive performance and impairment in old age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58 (7), 1322-1326.
- Misner, J. E., Massey, B. H., Bembem, M., Coing, S. & Patrick, J.** (1992). Long-term effects of exercise on the range of motion of ageing women. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 16, 37-42.
- Miszko, T. A., Cress, M. E., Slade, J. M., Covey, C. J., Agrawal, S. K. & Doerr, C. E.** (2003). Effect of Strength and Power training on physical function in community-dwelling older. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58A (2), 171-175.
- Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O. & Hausdorff, J. M.** (2012) Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60 (11), 2127-2136.
- Morgan, R. O., Devito, C. A., Stevens, J. A., Branche, C. M., Virnig, B. A., Wingo, P. A. & Sattin, R. W.** (2005). A self-assessment tool was reliable in identifying hazards in the homes of elders. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58, 1252-1259.
- Müller, M. L. T. M., Jennings, J. R., Redfern, M. S. & Furman, J. M.** (2004). Effect of preparation on dual-task performance in postural control. *Journal of Motor Behavior*, 36, 137-146.
- Murphy, S. L., Dubin, J. A. & Gill, T. M.** (2003). The Development of Fear of Falling Among Community-Living Older Women: Predisposing Factors and Subsequent Fall Events. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58A (10), M943-M947.
- Murphy, S. L., Williams, C. S. & Gill, T. M.** (2002). Characteristics associated with fear of falling and activity restriction in community-living older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50, 516-520.

- Myers, A., Powell, L., Maki, B., Holliday, P., Brawley, L. & Sherk, W.** (1996). Psychological indicators of balance confidence: Relationship to actual and perceived abilities. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51A, M37-M43.
- Nevitt, M. C., Cummings, S. R. & Hudes, E. S.** (1991). Risk factors for injurious falls: A prospective study, *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 46A, M164-170.
- Nevitt, M. C., Cummings, S. R., Kidd, S. & Black, D.** (1989). Risk factors for recurrent nonsyncope falls. *Journal of the American Medical Association*, 261, 2663-2668
- Nikolaus, T. & Bach, M.** (2003). Preventing Falls in Community-Dwelling Frail Older People Using a Home Intervention Team (HIT): Results from the randomized Falls-HIT Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51, 300-305.
- Oliver, D., Connelly, J. B., Victor, C. R., Shaw, F. E., Whitehead, A., Genc, Y., Vanoli, A., Martin, F. C. & Gosney, M. A.** (2007). Strategies to prevent falls and fractures in hospitals and care homes and effect of cognitive impairment: Systematic review and meta-analyses. *British Medical Journal*, 334, 82-87.
- O'Loughlin, J. L., Robitaille, Y., Boivin, J. F. & Suissa, S.** (1993). Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. *American Journal of Epidemiology*, 137, 342-354.
- Oswald, W. D. & Fleischmann, U. M.** (1997). *Nürnberger-Alters-Inventar- NAI- Testmanual und -Textband*. Göttingen: Hogrefe.
- Oswald, W. D., Hagen, B. & Rupprecht, R.** (2001). Die SIMA-Studie: Training des Gedächtnisses und der Psychomotorik. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training* (S. 467-490). Göttingen: Hogrefe.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., Howard, R. J. & Ballard, C. G.** (2010). Putting brain training to the test, *Nature*, 465, 775-778.
- Paluska, S. A. & Schwenk, T. L.** (2000). Physical Activity and Mental Health: Current Concepts. *Sports Medicine*, 29 (3), 167-180.
- Park, D. C., Gutches, A. H., Meade, M. L. & Stine-Morrow, E. A. L.** (2002). Improving Cognitive Function in Older Adults: Nontraditional Approaches. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62B (Special Issue 1), 45-52.
- Park, D. C. & Minear, M.** (2004). Cognitive Aging: New directions for old theories. In R. A. Dixon, L. Backman & L. G. Nilsson (Eds.), *New frontiers in cognitive aging* (S. 19-41). New York: Oxford University Press.
- Park, D. & Reuter-Lorenz, P. A.** (2009). The Adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology*, 60, 173-196.
- Park, D. C., Smith, A., Lautenschlager, G., Earles, J., Frieske, D., Zwahr, M. & Gaines, C.** (1996). Mediators of long-term memory performance across life span. *Psychology and Aging*, 11, 621-637.
- Parker, M. J., Gillespie, L. D. & Gillespie, W. J.** (2005). Hip protectors for preventing hip fractures in older people. *Cochrane Database Systematic Review*, 3: CD001255.
- Pellecchia, G. L.** (2005). Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. *Journal of Motor Behavior*, 37 (3), 239-46.
- Pfeifer, M., Dobnig, H., Begerow, B. & Suppan, K.** (2004). Effects of vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function – a prospective, randomized, double-blind, multi-center study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19 (Suppl. 1), 58.

- Pichierri, G., Wolf, P., Murer, K. & de Bruin, E. D.** (2011). Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: A systematic review. *BMC Geriatrics*, 11:29. doi:10.1186/1471-2318-11-29
- Podsiadlo, D. & Richardson, S.** (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39 (2), 142-148.
- Poon, L. W. & Harrington, C. A.** (2006). Commonalities in aging- and fitness-related impact on cognition. In L. W. Poon, W. Chodzko-Zajko & P. D. Tomporowski (Hrsg.). *Active Living, Cognitive Function, and Aging* (S. 33-50). Champaign: Human Kinetics.
- Powell, L. E. & Myers, A. M.** (1995). The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50A, M28-M34.
- Province, M. A., Hadley, E. C., Hornbrook, M. C., Lipsitz, L. A., Miller, J. P., Mulrow, C. D., Ory, M.G., Sattin, R. W. & Wolf, S. L.** (1995). The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *Journal of the American Medical Association*, 273, 1341-1347.
- Pynoos, J., Rose, D., Rubenstein, L., Choi, I. H. & Sabata, D.** (2006). Evidence-Based Interventions in Fall Prevention. *Home Health Care Services Quarterly*, 25 (1-2), 55-73.
- Rabbitt, P.** (1969). Psychology refractory delay and response-stimulus interval duration in serial, choice-response tasks. In W. Koster (Eds.), *Attention and Performance II* (S. 195-219). Amsterdam: North-Holland.
- Rankin, J. K., Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A. & Brown, L. A.** (2000). Cognitive Influence on Postural Stability: A Neuromuscular Analysis in Young and Older Adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55A (3), M112-M119.
- Reinsch, S., MacRae, P., Lachenbruch, P. A. & Tobis, J. S.** (1992). Attempts to prevent falls and injury: a prospective community study. *Gerontologist*, 32, 450-456.
- Reitan, R. M.** (1959). *A manual for the administering and scoring of the Trail Making Test*. Indianapolis: Indiana University Press.
- Reuben, D. B. & Siu, A. L.** (1990). An objective measure of physical function of elderly patients. The physical performance test. *Journal of the American Geriatrics Society*, 38, 1105-1112.
- Rice, C. L.** (2000). Muscle function at the motor unit level: Consequences of aging. *Topics in geriatric Rehabilitation*, 15, 70-82.
- Rider, R. A. & Daly, J.** (1991). Effects of flexibility training on enhancing spinal mobility in older women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31 (2), 213-217.
- Rikli, R. E. & Edwards, D. J.** (1991) Effects of a three-year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62 (1), 61-67.
- Rikli, R. E. & Jones, C. J.** (2001). *Senior Fitness Test Manual*. Champaign: Human Kinetics
- Robertson, M. C., Campell, A. J., Gardner, M. M. & Devlin, N.** (2002). Preventing injuries in elderly people by preventing falls: a meta-analysis of individual level data. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50, 905-11.
- Robertson, M. C., Campbell, A. J. & Herbison, P.** (2005). Statistical analysis of efficacy in falls prevention trials. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60A (4), 530-534.
- Robertson, M. C., Gardner, M. M., Devlin, N., McGee, R. & Campell, A. J.** (2001). Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Controlled trial in multiple centres. *British Medicine Journal*, 322, 701-704.

Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2013). *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Das Unfallgeschehen bei Erwachsenen in Deutschland: Ergebnisse des Unfallmoduls der Befragung »Gesundheit in Deutschland aktuell 2010«*. Berlin: Robert Koch-Institut.

Robert-Koch-Institut (Hrsg.) (2005). *Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Heft 10; Gesundheit im Alter* (überarb. Neuaufl.). Berlin: Robert Koch-Institut.

Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2008). *Hypertonie. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 43*. Berlin: Robert Koch-Institut.

Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2009). *Muskuloskeletale Erkrankungen. Schwerpunktbericht der Gesundheitsberichterstattung des Bundes*. Berlin: Robert Koch-Institut.

Robert-Koch-Institut (Hrsg.) (2010). *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell 2009“*. Berlin: Robert Koch-Institut.

Rogan, S., Pichierri, G. & de Bruin, E. D. (2011). Dual Tasking mindert Sturzrisiko - Denk-Sport, *Physiopraxis*, 9 (10), 34-37.

Rosano, C., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Brach, J. Visser, M. Yaffe, K. & Newman, A. B. (2005). Association between Physical and Cognitive Function in Healthy Elderly: The Health, Aging and Body Composition Study. *Neuroepidemiology*, 24, 8-14.

Rose, D. J. (2003). *FallProof! A comprehensive balance and mobility training program*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Rose, D. J., Jones, C. J. & Lemon, N. (2001). *Effectiveness of a fall risk reduction program for older adult women with arthritis*. Paper presented at the 1st Joint Conference of the American Society on Aging and The National Council on the Aging, 8-11 March, New Orleans, LA.

Rosenhall, U. & Rubin, W. (1975). Degenerative changes in the human vestibular sensory epithelia. *Acta Oto-Laryngologica*, 79, 67-81.

Rubenstein, L. Z., Castle, S. C., Diener, D. D., Hooker, S. P., Jones, C. J. & Vasquez, L. (2004). *Best practice interventions for fall prevention*. In Preventing falls in older Californians: State of art. Archstone Foundation, Long Beach, CA, January 2003, revised October 2004.

Rubenstein, L. Z. & Josephson, K. R. (2006). Falls and their prevention in elderly people: What does the evidence show? *Medical Clinics of North America*, 90, 807-824.

Rucker, D., Rowe, B. H., Johnson, J. A., Steiner, I. P., Russell, A. S., Hanley, D. A., Maksymowych, W. P., Holroyd, B. R., Harley, C. H., Morrish, D. W., Wirzba, B. J. & Majumdar, S. R. (2006). Educational intervention to reduce falls and fear of falling in patients after fragility fracture: Results of a controlled pilot study. *Preventive Medicine*, 42, 316-319.

Sahota, O. (2007). Calcium and Vitamin D reduces falls & fractures – Confusion and Controversy. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 11 (2), 176-178.

Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive ageing*. Hillsdale: Erlbaum.

Salthouse, T. A. (1996). The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition, *Psychological Review*, 103 (3), 403-428.

Salthouse, T. A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54, 35-54.

Schellig, D. (1997). *Block-Tapping-Test*. Frankfurt: Swets Test Services.

Schlicht, W. & Schott, N. (2013). *Körperlich aktiv altern*. Weinheim und Basel: Beltz, Juventa.

- Schmidtbleicher, D.** (1994). Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung – Ein Handbuch* (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport) (S. 129-150). Schorndorf: Hoffmann.
- Schmidtbleicher, D.** (2003). Motorische Eigenschaft Kraft: Struktur, Komponenten, Anpassungserscheinungen, Trainingsmethoden und Periodisierung. In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern – erfahren, erkunden, erforschen* (S. 15-21). Gießen: Wirth.
- Schott, N.** (2007). Korrelate der Sturzangst im Alter. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 14 (2), 74-86.
- Schott, N. & Kurz, A.** (2008). Stürze bei älteren Erwachsenen: Risikofaktoren-Assessment- Prävention. Ein Review. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 15 (2), 45-62.
- Schubert, F.** (1981). *Psychologie zwischen Start und Ziel*. Berlin: Sportverlag.
- Seals, D. R., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. & Holloszy, J. O.** (1984). Endurance training in older men and women. I. Cardiovascular responses to exercise, *Journal of Applied Physiology*, 57 (4), 1024-1029.
- Seeman, T. E., Unger, J. B., McAvay, G. & Mendes de Leon, C. F.** (1999). Self-efficacy beliefs and perceived declines in functional ability: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol B Psych Sci*, 54B, 214-222.
- Seene, T. & Kaasik, P.** (2012). Role of exercise therapy in prevention of decline in aging muscle function: Glucocorticoid myopathy and unloading. *Journal of Aging Research*, 2012, 172492.
- Setz, B.** (2003). *Selbstkonzept und Gedächtnisleistung im Alter: Eine Trainingsstudie*. Frankfurt a. M.: Peter Lang GmbH.
- Shekelle, P., Maglione, M., Mojica, W., Morton, S., Suttrop, M., Tu, W., Roth, E., Jungvig, L., Rhodes, S., Wu, S. & Rubenstein, L.** (2003). *Falls Prevention Interventions in the Medicare Population Evidence Report*. Baltimore, MD: US Department of Health and Human Services, Health Care Financing Administration.
- Sheridan, P. L. & Hausdorff, J. M.** (2007). The Role of Higher-Level Cognitive Function in Gait: Executive Dysfunction Contributes to Fall Risk in Alzheimer's Disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 24, 125-137.
- Sherrington, C. & Lord, S. R.** (1997). Home exercise to improve strength and walking velocity after hip fracture: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78 (2), 208-212.
- Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G. & Close, J.** (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56 (12), 2234-2243.
- Shigematsu, R., Okura, T., Sakai, T. & Rantanen, T.** (2008). Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. *Aging Clinical and Experimental Research*, 20 (1), 19-24.
- Shumway-Cook, A., Silver, I. F., LeMier, M., York, S., Cummings, P. & Koepsell, T. D.** (2007). Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: a randomized, controlled trial. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62A (12), 1420-1427.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H.** (2000). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55A (1), M10-M16.

- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H.** (2007). *Motor control. Translating research into clinical practice* (3rd Ed.). Baltimore, ML: Lippincott Williams & Wilkins.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H., Kerns, K. A. & Baldwin, M.** (1997). The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 52A, M232-M240.
- Silsupadol P., Lugade, V., Shumway-Cook, A., van Donkelaar, P., Chou, L. S., Mayr, U. & Woollacott, M. H.** (2009). Training-related changes in dual-task walking performance of elderly persons with balance impairment: a double-blind, randomized controlled trial. *Gait & Posture*, 29 (4), 634-639.
- Silsupadol, P., Siu, K. C., Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H.** (2006). Training of balance under single- and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Physical Therapy*, 86 (2), 269-281.
- Simoneau, G. G. & Leibowitz, H. W.** (1996). Posture, gait, and falls. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging*, (S. 204-217). San Diego, CA: Academic Press.
- Skelton, D. A., Dinan, S. M., Campbell, M. C. & Rutherford, O. M.** (2005). Tailored group exercise (Falls Management Exercise - FaME) reduces falls in community dwelling older frequent fallers (an RCT). *Age and Ageing*, 34, 636-639.
- Skelton, D. A., Greig, C. A., Davies, J. M. & Young, A.** (1994). Strength, power and related functional ability of health people aged 65-89 years. *Age and Ageing*, 23, 371-377.
- Skelton, D. A., Young, A., Greig, C. A. & Malbut, K. E.** (1995). Effects of resistance training of strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43, 1081-1087.
- Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D. Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A. & Macchi, C.** (2010). Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *Journal of Internal Medicine*, 269, 107-117.
- Speechley, M. & Tinetti, M.** (1991). Falls and injuries in frail and vigorous community elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39, 46-52.
- Spirduso, W. W.** (1975). Reaction and movement time as a function of age and physical activity level. *Journal of Gerontology*, 30, 435-440.
- Spirduso, W. W.** (2003). *Aging, Cognition, Fitness, and Falling. "Standfest im Alter". Sturzprävention und -rehabilitation durch Bewegung* (S. 4-10). Internationales Symposium, Nürnberg-Erlangen.
- Spirduso, W. W., Francis, K. L. & MacRae, P. G.** (2005). *Physical dimensions of aging* (2nd Ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Spirduso, W. W., Poon, L. & Chodzko-Zajko, W.** (2008). *Exercise and It's Mediating Effects on Cognition*. Aging, Exercise, and Cognition Series: Vol. 2. Champaign: Human Kinetics.
- Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S. & Hausdorff, J. M.** (2006). Dual-tasking effects on gait variability: The role of aging, falls, and executive function. *Movement Disorders*, 21, 950-957.
- Stalenhoef, P. A., Diederiks, J. P. M., Knottnerus, J. A., Kester, A. D. M. & Crebolder, H. F. J. M.** (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: A prospective cohort study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 55, 1088-1094.

- Statistisches Bundesamt** (2009). *Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit*. Verfügbar unter <http://www.gbe-bund.de> Stichwortsuche: Gesundheitsverhalten und -gefährdungen - Life-Style – Ernährung - Body-Mass-Index der Bevölkerung, u.a. nach Alter [30.10.2010]
- Statistisches Bundesamt** (2011). *Im Blickpunkt: Ältere Menschen in Deutschland und der EU*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Steffen, T. M., Hacker, T. A. & Mollinger, L.** (2002). Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds. *Physical Therapy*, 82 (2), 128-137.
- Steinhagen-Thiessen, E. & Borchelt, M.** (1999). Morbidity, Medication, and Functional Limitations in very old Age. In P. B. Baltes & K. U. Mayer (Eds.), *The Berlin Aging Study: Aging from 70 to 100* (S. 131-166). New York: Cambridge University Press.
- Steinhagen-Thiessen, E., Gerok, W. & Borchelt, M.** (1994). Innere Medizin und Geriatrie. In P. B. Baltes, J. Mittelstraß & U. Staudinger (Hrsg.), *Alter und Altern: Ein interdisziplinärer Studientext zur Gerontologie* (S. 124-150). Berlin: Walter de Gruyter.
- Stevens, J. A., Corso, P. S., Finkelstein, E. A. & Miller, T. R.** (2006). The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Injury Prevention*, 12 (5), 290-295.
- Stump, T., Clark, D. O., Johnson, R. J. & Wolinsky, F. D.** (1997). The structure of health status among Hispanic, African American, and White older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 52B, 49-60.
- Sudarsky, L.** (1990). Geriatrics: gait disorders in the elderly. *New England Journal of Medicine*, 322, 1441-1446.
- Swoap, R. A., Norvell, N., Graves, J. E. & Pollock, M. L.** (1994). High versus moderate intensity aerobic exercise in older adults: psychological and physiological effects. *Journal of Ageing and Physical Activity*, 2, 293-303.
- Taaffe, D. R., Duret, C., Wheller, S. & Marcus, R.** (1999). Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 1208-1214.
- Takeshima, N., Rogers, M. E., Islam, M. M., Yamauchi, T., Watanabe, E. & Okada, A.** (2004). Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 173-182.
- Teasdale, N., Bard, C., LaRue, J. & Fleury, M.** (1993). On the cognitive penetrability of posture control. *Experimental Ageing Research*, 19 (1), 1-13.
- Teasdale, N. & Simoneau, M.** (2001). Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration, *Gait & Posture*, 14 (3), 203-210.
- Tesch-Römer, C., Engstler, H. & Wurm, S.** (Hrsg.) (2006). *Altwerden in Deutschland. Sozialer Wandel und individuelle Entwicklung in der zweiten Lebenshälfte*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Thomas, S., Mackintosh, S. & Halbert, J.** (2010). Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults?: A systematic Review and Meta-Analysis. *Age and Ageing*, 39 (6), 681-687.
- Tideiksaar, R.** (2000). *Stürze und Sturzprävention. Assessment - Prävention - Management*. Bern: Huber
- Tinetti, M. E.** (2003). Preventing falls in elderly persons. *New England Journal of Medicine*, 348, 42-49.

Tinetti, M. E., Baker, D. I., McAvay, G., Claus, E. B., Garret, P., Gottschalk, M., Koch, M. L., Trainor, K. & Horwitz, R. I. (1994). A multifactorial intervention to reduce risk of falling among elderly people living in the community. *New England Journal of Medicine*, 331, 821-827.

Tinetti, M. E., Speechley, M. & Ginter S. F. (1988). Risk factors for falls among the elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*, 319, 1701-1707.

Todd, C. & Skelton, D. (2004). *What are the main risk factors for falls among older people and what are the most effective interventions to prevent these falls?* Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (Health Evidence Network report) Verfügbar unter <http://www.euro.who.int/document/E82552.pdf>. [02.02.2007]

Tomporowski, P. D. (2006). Physical Activity, Cognition, and Aging: A Review of Reviews. In L. W. Poon, W. Chodzko-Zajko & P. D. Tomporowski (Eds.), *Active Living, Cognitive Functioning, and Aging* (S. 15-32). USA: Versa Press.

Topp, R., Mikesky, A., Wigglesworth, J., Holt, W. jr. & Edwards, J. E. (1993). The effect of a 12-week dynamic resistance strength training program on gait velocity and balance of older adults. *The Gerontologist*, 31, 501-506.

Tsutsumi, T., Don, B. M., Zaichkowsky, L. D., Takenaka, K., Oka, K. & Ohno, T. (1998). Comparison of high and moderate intensity of strength training on mood and anxiety in older adults. *Perceptual and Motor Skills*, 87, 1003-1011.

Turcu, A., Toubin, S., Mourey, F., D'Athis, P., Manckoundia, P. & Pfitzenmeyer, P. (2004). Falls and Depression in Older People. *Gerontology*, 50, 303-308.

Turner, G. R. & Spreng, R. N. (2012). Executive functions and neurocognitive aging: Dissociable patterns of brain activity. *Neurobiology of Aging*, 33 (4), 826 e1-e13.

Vance, D. E., Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D. & Cissell, G. M. (2006). Predictors of falling in older Maryland drivers: A structural-equation model. *Journal of Aging and Physical Activity*, 14, 254-269.

Vandervoort, A. A. (2002). Ageing of the human neuromuscular system. *Muscle and Nerve*, 25, 17-25.

Vandervoort, A. A., Chesworth, B. M., Cunningham, D. A., Paterson, D. H., Rechnitzer, P. A. & Koval, J. J. (1992). Age and sex effects on mobility of the human ankle. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 47, M17-M21.

Vandervoort, A. A. & McComas, A. J. (1986). Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *Journal of Applied Physiology*, 61 (1), 361-367.

van Haastregt, J. C. M., Diederiks, J. P. M., van Rossum, E., de Witte, L. P., Voorhoeve, P. M. & Crebolder, H. F. J. M. (2000). Effects of a programme of multifactorial home visits on falls and mobility impairments in elderly people at risk: randomised controlled trial. *British Medicine Journal*, 321, 994-998.

van Schoor, N. M., Smit, J. H., Pluijm, S. M. F., Jonker, C. & Lips, P. (2002). Different cognitive functions in relation to falls among older persons: Immediate memory as an independent risk factor for falls. *Journal of Clinical Epidemiology*, 55 (9), 855-862.

Vellas, B. J., Wayne, S. W., Romero, L., Baumgartner, R. & Garry, P. (1997). Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age and Aging*, 26, 189-193.

Venning, G. (2005). Recent developments in vitamin D deficiency and muscle weakness among elderly people. *British Medicine Journal*, 330, 524-526. Verfügbar unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC552815/> [22.06.2010]

- Verhagen, A. P., Immnik, M., van der Meulen, A. & Bierma-Zeinstra, S.** (2004). The efficacy of Tai-Chi Chuan in older adults: a systematic review. *Family Practice*, 21 (1), 107-113.
- Voelcker-Rehage, C.** (2005). Körper und Geist - Physiologie und Psychologie des Alterns. In C. Schwender (Hrsg.), *Technische Dokumentation für die Zielgruppe der Senioren* (S. 13-35). Lübeck: Schmidt-Römhild.
- Voukelatos, A., Cumming, R. G., Lord, S. R. & Rissel, C.** (2007). A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: The central Sydney tai chi trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55, 1185-1191.
- Wahl, H. W. & Kruse, A.** (1999). Psychologische Gerontologie im deutschsprachigen Raum 1988 – 1998: Einführung, kognitive Entwicklung im Alter (Teil I). *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 32 (3), 179-192.
- Walker, J. E. & Howland, J.** (1991). Falls and fear of falling among elderly persons living in the community: occupational therapy interventions. *American Journal of Occupational Therapy*, 45, 119–122.
- Walter, U., Schneider N. & Bisson, S.** (2006). Krankheitslast und Gesundheit im Alter. Herausforderungen für die Prävention und gesundheitliche Versorgung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 49, 537-546
- Washburn, R. A., Smith, K. W., Jette, A. M. & Janey, C. A.** (1993). The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): Development and Evaluation. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46, 153-162.
- Weineck, J.** (2009). *Optimales Training* (16. durchgesehene Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weinert, F. E.** (1995). Gedächtnisdefizite und Lernpotentiale: Diskrepanzen; Differenzen und Determinanten des geistigen Alterns. In A. Kruse & R. Schmitz-Scherzer (Hrsg.), *Psychologie der Lebensalter* (S. 209-216). Darmstadt: Steinkopff.
- Weinert, F. E. & Knopf** (1990). Gedächtnistraining im höheren Erwachsenenalter – Lassen sich Gedächtnisleistungen verbessern, während sich das Gedächtnis verschlechtert? In R. Schmitz-Scherzer, A. Kruse & E. Olbrich (Hrsg.), *Altern – Ein lebenslanger Prozeß der sozialen Interaktion* (S. 91-101). Darmstadt: Steinkopff.
- Welford, A. T.** (1977) Motor Performance. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (S. 450-496). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Weller, I. & Schatzker, J.** (2004). Hip fractures and Alzheimer's disease in elderly institutionalized Canadians. *Annals of Epidemiology*, 14, 319-324.
- Werle, J.** (1996). Körperliche Aktivität, Bewegung und Sport bei Osteoporose. In H. Rieder, G. Huber & J. Werle (Hrsg.), *Sport mit Sondergruppen – Ein Handbuch. Beiträge zu Lehre und Forschung im Sport 108* (S. 356-369). Schorndorf: Hoffmann.
- West, R. L.** (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120, 272-292.
- Wiesner, G. & Bittner, E.** (2005). Zur Inzidenz und Prävalenz von Mehrfachkrankheiten in Deutschland. *Arbeitsmedizin-Sozialmedizin-Umweltmedizin*, 40, 490–498.
- Wilkins, S., Jung, B., Wishart, L., Edwards, M. & Norton, S. G.** (2003). The effectiveness of community-based occupational therapy education and functional training programs for older adults: A critical literature review. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 70, 214-225.
- Williams, P. & Lord, S. R.** (1997). Effects of group exercise on cognitive function and mood in older women. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21, 45-52.

- Winter, D. A., Patla, A. E., Frank, J. S. & Walt, S. E.** (1990). Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Physical Therapy, 70*, 340-347.
- Wolf, S. L., Barnhart, H. X., Kutner, N. G., McNeely, E., Coogler, C. & Xu, T.** (1996). Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. Atlanta FISCIT Group. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *Journal of the American Geriatrics Society, 44*, 489-497.
- Wolf-Maier, K., Cooper, R. S., Banegas, J. R. Giampaoli, S., Hense, H. W., Joffres, M., Kastarinen, M., Poulter, N., Primatesta, P., Rodríguez-Artalejo, F., Stegmayr, B., Thamm, M., Tuomilehto, J., Vanuzzo, D. & Vescio, F.** (2003). Hypertension Prevalence and Blood Pressure Levels in 6 European Countries, Canada, and the United States. *Journal of the American Medical Association, 289* (18), 2363-2369.
- Wolfson, L., Whipple, R., Derby, C., Judge, J., King, M., Amerman, P., Schmidt, J. & Smyers, D.** (1996). Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *Journal of the American Geriatrics Society, 44* (5), 498-506.
- Wood, K. M., Edwards, J. D., Clay, O. J., Wadley, V. G., Roenker, D. L. & Ball, K. K.** (2005). Sensory and Cognitive Factors influencing functional ability in older adults. *Gerontology, 51* (2), 131-141.
- Woollacott, M. H.** (2000). Systems contributing to balance disorders in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 55A*, M424-M428.
- Woollacott, M. H. & Shumway-Cook, A.** (2002). Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. *Gait & Posture, 16* (1), 1-14.
- Woollacott, M. H. & Tang, P.-F.** (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Physical Therapy, 77*, 646-660.
- Yaffe, K., Barnes, D., Nevitt, M., Lui, L.-Y. & Covinski, K.** (2001). A Prospective Study of Physical Activity and Cognitive Decline in Elderly Women Who Walk. *Archives of Internal Medicine, 161* (14), 1703-1708.
- Yardley, L. & Smith, H. A.** (2002). A prospective study of the relationship between feared consequences of falling and avoidance of activity in community-living older people. *Gerontologist, 42*, 17-23.
- You, J. H., Shetty, A., Jones, T., Shields, K., Belay, Y. & Brown, D.** (2009). Effects of dual-task cognitive-gait intervention on memory and gait dynamics in older adults with a history of falls: a preliminary investigation. *Neuro Rehabilitation, 24* (2), 193-198.
- Young, A.** (1986). Exercise physiology in geriatric practice. *Acta Scandinavia, 711* (Suppl.), 227-232.
- Zijlstra, A., Ufkes, T., Skelton, D. A., Lundin-Olsson, L. & Zijlstra, W.** (2008). Do Dual Tasks Have an Added Value Over Single Tasks for Balance Assessment in Fall Prevention Programs? A Mini-Review. *Gerontology, 54*, 40-49.
- Zijlstra, G. A. R., van Haastregt, J. C. M., van Rossum, E., van Eijk, J. T. M., Yardley, L. & Kempen, G. I. J. M.** (2007). Interventions to Reduce Fear of Falling in Community-Living Older People: A Systematic Review, *Journal of the American Geriatrics Society, 55*, 603-615.
- Zimmermann, K.** (2000). *Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining. Theorie – Empirie – Praxisorientierung*. Schorndorf: Hofmann.

Anhang

- A Ergebnisse zur Dropout-Analyse**
- B Ergebnisse der deskriptiven und interferenzanalytischen Auswertung der Sturzrisikofaktoren (Tabelle)**
- C Einverständniserklärung der Teilnehmer**
- D Eigene Fragebögen und Testprotokolle**
- E Beispiele für Übungsstunden der drei Interventionen**

A Ergebnisse zur Dropout-Analyse

Tabelle A-1: Dropoutanalyse soziodemographische Variablen

	Studienteilnehmer gesamt (n=118)		Stat. Analysen	
	Studienteilnehmer n = 87	Dropouts n = 31	TN	TN x Gruppe
Alter (in Jahren)	72,7 ± 8,31	77,2 ± 8,52	F(1, 110) = 5.85*	F(3, 110) = 0.24
Geschlecht (Frauen in %)	79,3	93,6	X ² (1) = 3.29	ns
Größe (in m)	1,64 ± 0,09	1,59 ± 0,08	F(1, 110) = 8.48*	F(3, 110) = 0.67
Gewicht (in kg)	74,0 ± 14,7	71,6 ± 16,8	F(1, 110) = 1.03	F(3, 110) = 0.34
BMI	27,5 ± 4,38	28,4 ± 6,21	F(1, 110) = 0.47	F(3, 110) = 0.58
Taillenumfang (in cm)	96,4 ± 12,3	95,6 ± 15,7	F(1, 110) = 0.21	F(3, 110) = 0.28
Hüftumfang (in cm)	108,6 ± 9,81	109,8 ± 12,5	F(1, 110) = 0.10	F(3, 110) = 0.80
WHR	0,89 ± 0,08	0,87 ± 0,07	F(1, 110) = 1.52	F(3, 110) = 0.33
Medikamente (ja in %)	77,0	96,8	X ² (1) = 6.10 *	ns
Medikamente (Anzahl pro Tag)	2,28 ± 1,87	2,90 ± 1,78	F(1, 110) = 1.34	F(3, 110) = 2.32

(*) = p > .10, * = p < .05, ** = p < .01

Tabelle A-2: Dropoutanalyse physische Ressourcen

	Studienteilnehmer gesamt (n=118)		Stat. Analysen	
	Studienteilnehmer n = 87	Dropouts n = 31	TN	TN x Gruppe
PASE gesamt	114,2 ± 44,2	91,5 ± 34,9	F(1, 110) = 4.92**	F(3, 110) = 0.29
Aufstehetest (Wh/30s)	12,1 ± 3,56	11,2 ± 3,81	F(1, 110) = 0.75	F(3, 110) = 0.75
Bizeps-Curls (kg)	5,49 ± 1,66	4,91 ± 1,64	F(1, 110) = 2.74	F(3, 110) = 1.09
Frontheben (kg)	4,15 ± 1,37	3,47 ± 1,36	F(1, 110) = 5.27*	F(3, 110) = 0.31
Kreuzheben (kg)	19,3 ± 8,72	14,7 ± 8,89	F(1, 110) = 4.32*	F(3, 110) = 0.74
TUG normal (s)	10,0 ± 3,05	11,6 ± 4,40	F(1, 110) = 3.51	F(3, 110) = 0.65
TUG schnell (s)	10,9 ± 9,81	11,0 ± 12,5	F(1, 110) = 0.10	F(3, 110) = 0.80
10m normal (m/s)	1,16 ± 0,25	1,04 ± 0,29	F(1, 110) = 3.37	F(3, 110) = 0.36
10m schnell (m/s)	1,88 ± 0,68	1,52 ± 0,60	F(1, 110) = 5.34*	F(3, 110) = 0.16
Tandemstand	0,89 ± 0,08	0,87 ± 0,07	F(1, 110) = 1.52	F(3, 110) = 0.33
Einbeinstand r (s)	14,9 ± 11,9	12,1 ± 10,9	F(1, 110) = 1.17	F(3, 110) = 0.86
Einbeinstand geschl. Augen (s)	4,21 ± 5,57	1,82 ± 1,25	F(1, 110) = 4.86*	F(3, 110) = 0.41
Einbeinstand inst. Ebene (s)	3,67 ± 4,44	1,68 ± 1,28	F(1, 110) = 4.74*	F(3, 110) = 1.14

(*) = $p > .10$, * = $p < .05$, ** = $p < .01$

Tabelle A-3: Dropoutanalyse mentale Ressourcen

	Studienteilnehmer gesamt (n=118)		Stat. Analysen	
	Studienteilnehmer n = 87	Dropouts n = 31	TN	TN x Gruppe
SF-36 körperl. Fkt.	61,5 ± 23,2	59,4 ± 23,0	F(1, 110) = 0.60	F(3, 110) = 1.60
SF-36 psych. Fkt.	70,9 ± 15,8	71,4 ± 20,1	F(1, 110) = 0.39	F(3, 110) = 0.90
NLQ	78,8 ± 20,0	80,4 ± 20,0	F(1, 110) = 0.01	F(3, 110) = 1.03
SAFFE - Aktivi- tätslevel	8,80 ± 1,62	8,29 ± 1,47	F(1, 110) = 1.77	F(3, 110) = 1.35
SAFFE-Rückgang Aktivitäten	3,48 ± 3,09	3,65 ± 3,05	F(1, 110) = 0.08	F(3, 110) = 0.77
SAFFE- Score Sturzangst ge- samt	0,41 ± 0,46	0,58 ± 0,59	F(1, 110) = 1.21	F(3, 110) = 2.52

(*) = $p > .10$, * = $p < .05$, ** = $p < .01$

Tabelle A-4: Dropoutanalyse Kognition

	Studienteilnehmer gesamt (n=118)		Stat. Analysen	
	Studienteilnehmer n = 87	Dropouts n = 31	TN	TN x Gruppe
RT einfach (ms)	226 ± 49,6	245 ± 91,9	F(1, 110) = 1.49	F(3, 110) = 2.58
RT Wahl r (ms)	303 ± 101	306 ± 109	F(1, 110) = 0.02	F(3, 110) = 0.38
MT Wahl r (ms)	851 ± 190	902 ± 235	F(1, 110) = 1.08	F(3, 110) = 0.47
RT Wahl l (ms)	302 ± 91,6	314 ± 128	F(1, 110) = 0.47	F(3, 110) = 1.14
MT Wahl l (ms)	869 ± 168	910 ± 227	F(1, 110) = 0.98	F(3, 110) = 1.13
Block-Tapping- Test (Anzahl)	4,44 ± 0,90	4,29 ± 0,86	F(1, 110) = 1.18	F(3, 110) = 0.80
Bildertest (An- zahl)	5,51 ± 1,12	5,10 ± 1,25	F(1, 110) = 1.36	F(3, 110) = 1.30
FWT 1 (s)	15,2 ± 2,73	15,1 ± 3,21	F(1, 110) = 0.01	F(3, 110) = 2.32
FWT 2 (s)	23,3 ± 5,40	26,7 ± 9,27	F(1, 110) = 4.74*	F(3, 110) = 1.51
FWT 3 (s)	49,0 ± 14,9	56,3 ± 23,3	F(1, 110) = 2.51	F(3, 110) = 0.73
Stürze	0,39 ± 0,49	0,42 ± 0,50	F(1, 110) = 0.10	F(3, 110) = 1.31

(*) = $p > .10$, * = $p < .05$, ** = $p < .01$

B Ergebnisse der deskriptiven und interferenzanalytischen Auswertung der Sturzrisikofaktoren

Tabelle B-1: Überblick der deskriptiven und interferenzstatistischen Ergebnisse auf Einzelitemebene ((*) = $p < .10$; * = $p < .05$; ** = $p < .01$; ns = nicht signifikant))

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
Aufstehetest (Wh/30s)									
MZP 1	13,0 ± 3,48	11,27 ± 3,74	12,32 ± 3,54	11,81 ± 3,46	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	15,12 ± 2,83	12,18 ± 3,66	13,47 ± 3,63	11,76 ± 3,52					
MZP 3	15,00 ± 3,56	13,14 ± 3,00	15,11 ± 3,61	12,19 ± 3,16					
MZP 4	16,88 ± 3,17	13,86 ± 3,24	15,37 ± 3,36	12,43 ± 3,19					
Biceps-Curls (kg)									
MZP 1	5,88 ± 1,61	5,41 ± 1,74	5,18 ± 1,23	5,38 ± 1,97	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	6,55 ± 1,87	5,71 ± 1,51	5,83 ± 1,37	5,46 ± 1,79					
MZP 3	7,00 ± 2,09	5,83 ± 1,36	6,62 ± 1,50	5,18 ± 1,79					
MZP 4	7,51 ± 1,99	5,46 ± 1,52	6,81 ± 1,59	4,91 ± 1,65					
Frontheben (kg)									
MZP 1	4,45 ± 1,38	4,14 ± 1,53	3,82 ± 1,11	4,09 ± 1,40	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	5,37 ± 1,51	4,36 ± 1,41	4,59 ± 1,06	4,10 ± 1,30					
MZP 3	5,65 ± 1,63	4,4 ± 1,18	4,91 ± 1,04	3,96 ± 1,57					
MZP 4	5,77 ± 1,53	4,63 ± 1,38	5,01 ± 1,18	3,64 ± 1,51					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
Kreuzheben (kg)									
MZP 1	20,99 ± 10,50	19,63 ± 8,26	16,86 ± 6,06	19,11 ± 8,96	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	25,82 ± 9,12	20,69 ± 6,53	22,07 ± 7,81	18,84 ± 9,48					
MZP 3	28,23 ± 9,28	21,24 ± 6,20	25,26 ± 8,99	18,51 ± 10,03					
MZP 4	30,17 ± 9,73	22,33 ± 7,20	26,22 ± 9,69	17,00 ± 9,40					
TUG - normal (s)									
MZP 1	9,46 ± 2,34	10,40 ± 4,42	10,17 ± 2,93	10,13 ± 2,25	ns	*	*	ns	*
MZP 2	8,73 ± 2,46	10,14 ± 4,19	9,20 ± 2,91	9,73 ± 1,74					
MZP 3	8,20 ± 1,96	9,71 ± 3,46	8,08 ± 2,01	9,70 ± 1,78					
MZP 4	7,91 ± 1,47	8,56 ± 2,60	7,99 ± 2,13	9,46 ± 2,13					
TUG - schnell (s)									
MZP 1	6,96 ± 1,78	8,08 ± 4,08	7,65 ± 2,88	7,80 ± 2,00	ns	(*)	(*)	ns	*
MZP 2	6,44 ± 1,78	7,65 ± 3,44	6,74 ± 2,44	7,63 ± 1,73					
MZP 3	6,03 ± 1,89	7,32 ± 3,31	6,07 ± 1,91	7,37 ± 1,81					
MZP 4	5,78 ± 1,09	6,71 ± 2,24	6,35 ± 2,39	7,70 ± 1,73					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
10-Meter-Gehtest normal (m/s)					ns	ns	ns	ns	ns
MZP 1	1,24 ± 0,22	1,22 ± 0,24	1,19 ± 0,30	1,10 ± 0,21					
MZP 2	1,25 ± 0,25	1,21 ± 0,26	1,22 ± 0,31	1,13 ± 0,21					
MZP 3	1,32 ± 0,27	1,24 ± 0,29	1,32 ± 0,25	1,16 ± 0,23					
MZP 4	1,36 ± 0,22	1,24 ± 0,31	1,29 ± 0,28	1,18 ± 0,22					
10-Meter-Gehtest schnell (m/s)					ns	ns	ns	ns	**
MZP 1	2,03 ± 0,61	1,98 ± 0,85	1,69 ± 0,52	1,76 ± 0,66					
MZP 2	2,27 ± 0,57	2,14 ± 0,87	1,96 ± 0,69	1,77 ± 0,65					
MZP 3	2,34 ± 0,66	2,22 ± 0,89	2,19 ± 0,67	1,85 ± 0,72					
MZP 4	2,38 ± 0,69	2,15 ± 1,01	2,15 ± 0,81	1,80 ± 0,60					
Tandemstand r vorn (s)					ns	ns	ns	ns	(*)
MZP 1	26,66 ± 7,95	24,55 ± 10,54	22,23 ± 12,39	23,69 ± 10,91					
MZP 2	28,10 ± 6,19	23,40 ± 9,87	24,10 ± 10,41	22,20 ± 10,31					
MZP 3	27,29 ± 7,72	24,71 ± 10,13	25,26 ± 9,74	19,48 ± 11,55					
MZP 4	28,11 ± 6,59	26,09 ± 9,06	27,24 ± 5,92	19,85 ± 12,07					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
Tandemstand I vorn (s)									
MZP 1	27,18 ± 7,89	24,19 ± 10,71	20,42 ± 12,41	22,15 ± 11,05	ns	(*)	ns	ns	*
MZP 2	27,65 ± 6,46	25,24 ± 9,51	24,94 ± 9,54	21,89 ± 10,13					
MZP 3	25,95 ± 9,08	25,30 ± 10,16	25,48 ± 8,79	21,16 ± 11,84					
MZP 4	27,98 ± 6,03	25,36 ± 10,13	28,86 ± 11,85	20,02 ± 11,30					
EBS r (s)									
MZP 1	17,11 ± 12,15	16,26 ± 12,40	13,62 ± 12,92	11,61 ± 10,18	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	22,25 ± 10,69	17,19 ± 11,04	18,42 ± 12,19	12,71 ± 9,37					
MZP 3	23,50 ± 10,29	17,78 ± 11,95	18,84 ± 10,99	12,30 ± 10,08					
MZP 4	24,92 ± 9,30	17,32 ± 12,57	18,73 ± 12,50	10,76 ± 9,92					
EBS I (s)									
MZP 1	19,95 ± 12,90	16,04 ± 12,62	13,29 ± 12,53	13,32 ± 11,11	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	23,75 ± 10,55	17,14 ± 12,52	19,35 ± 12,30	14,40 ± 11,37					
MZP 3	23,77 ± 9,76	16,86 ± 11,80	21,59 ± 11,10	13,32 ± 11,34					
MZP 4	24,55 ± 9,44	15,98 ± 12,09	22,16 ± 11,39	14,14 ± 11,64					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
EBS r geschl. Augen (s)									
MZP 1	6,11 ± 7,86	3,67 ± 4,93	2,03 ± 1,54	3,44 ± 5,45	ns	(*)	ns	ns	**
MZP 2	6,11 ± 5,10	5,27 ± 7,42	5,03 ± 5,95	3,76 ± 4,70					
MZP 3	7,16 ± 6,40	4,44 ± 6,49	6,60 ± 7,11	3,90 ± 6,82					
MZP 4	10,20 ± 8,25	5,65 ± 8,26	6,76 ± 5,34	2,85 ± 4,28					
EBS l geschl. Augen (s)									
MZP 1	5,75 ± 6,87	2,79 ± 3,41	2,10 ± 1,43	2,55 ± 3,30	(*)	*	ns	ns	ns
MZP 2	4,24 ± 3,36	4,60 ± 5,26	3,96 ± 2,99	2,90 ± 3,66					
MZP 3	7,03 ± 5,71	4,76 ± 7,06	5,62 ± 6,50	4,14 ± 5,70					
MZP 4	8,00 ± 7,00	5,48 ± 7,85	5,89 ± 5,83	3,02 ± 3,82					
EBS instabil (s)									
MZP 1	10,38 ± 10,36	8,79 ± 9,76	6,05 ± 5,88	8,13 ± 10,19	(*)	ns	ns	ns	**
MZP 2	16,89 ± 11,59	12,34 ± 10,28	16,57 ± 11,29	8,27 ± 9,98					
MZP 3	19,44 ± 11,50	11,47 ± 11,43	18,63 ± 11,10	7,68 ± 10,04					
MZP 4	20,53 ± 10,63	12,39 ± 11,39	17,98 ± 11,30	7,87 ± 10,43					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch	kognitiv	motorisch & kognitiv	Kontrollgruppe					
	n = 25	n = 22	n = 19	n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
RT (ms)									
MZP 1	216,72 ± 33,27	224,38 ± 44,35	236,03 ± 59,54	230,45 ± 61,52	ns	*	ns	ns	ns
MZP 2	199,86 ± 37,21	204,40 ± 39,38	212,71 ± 53,73	225,65 ± 49,76					
MZP 3	196,14 ± 26,00	197,62 ± 30,04	187,27 ± 22,07	218,72 ± 53,26					
MZP 4	190,62 ± 23,16	194,63 ± 40,43	188,02 ± 19,79	217,48 ± 59,66					
VK-RT (%)									
MZP 1	30,28 ± 8,71	29,19 ± 6,94	29,69 ± 7,84	27,80 ± 5,83	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	26,27 ± 4,02	26,33 ± 5,09	29,29 ± 6,43	28,13 ± 6,74					
MZP 3	25,88 ± 4,71	26,53 ± 5,90	25,94 ± 4,16	30,24 ± 8,95					
MZP 4	25,07 ± 4,17	25,63 ± 7,13	30,24 ± 6,41	27,80 ± 6,97					
RT Wahlreaktion r (ms)									
MZP 1	294,06 ± 84,16	302,59 ± 94,02	307,32 ± 108,06	311,79 ± 122,75	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	232,32 ± 52,34	259,17 ± 56,24	250,46 ± 80,66	295,30 ± 92,22					
MZP 3	238,35 ± 50,40	226,19 ± 72,20	238,87 ± 40,00	279,54 ± 76,78					
MZP 4	218,66 ± 53,55	202,66 ± 33,04	205,19 ± 25,67	276,36 ± 79,22					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch	kognitiv	motorisch & kognitiv	Kontrollgruppe					
	n = 25	n = 22	n = 19	n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
RT Wahlreaktion I (ms)									
MZP 1	298,80 ± 75,59	301,38 ± 79,52	315,81 ± 113,71	295,32 ± 103,18	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	242,93 ± 55,32	264,55 ± 60,82	249,32 ± 53,72	288,32 ± 66,94					
MZP 3	238,91 ± 49,38	234,58 ± 69,85	237,73 ± 41,19	282,08 ± 70,60					
MZP 4	221,08 ± 48,45	214,35 ± 34,08	207,43 ± 30,77	276,80 ± 77,79					
VK-RT Wahlreaktion r (%)									
MZP 1	13,70 ± 7,61	17,55 ± 7,30	17,14 ± 11,25	17,50 ± 9,44	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	10,77 ± 3,93	15,20 ± 7,83	13,60 ± 5,95	16,49 ± 6,95					
MZP 3	13,68 ± 5,63	13,05 ± 7,89	13,22 ± 6,88	15,83 ± 7,48					
MZP 4	11,20 ± 4,56	11,10 ± 5,36	13,87 ± 5,56	14,10 ± 5,41					
VK-RT Wahlreaktion I (%)									
MZP 1	16,75 ± 8,74	15,98 ± 7,56	19,17 ± 7,54	15,41 ± 8,06	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	15,30 ± 9,41	13,79 ± 5,83	15,14 ± 7,38	14,50 ± 6,35					
MZP 3	12,92 ± 6,57	11,20 ± 5,74	11,65 ± 5,43	14,02 ± 7,27					
MZP 4	10,57 ± 5,55	10,72 ± 4,38	11,89 ± 4,79	13,26 ± 6,86					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch	kognitiv	motorisch & kognitiv	Kontrollgruppe					
	n = 25	n = 22	n = 19	n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
RT+MT r (ms)									
MZP 1	808,58 ± 140,95	847,23 ± 229,01	868,22 ± 127,94	890,84 ± 237,90	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	743,58 ± 110,58	750,75 ± 124,54	764,08 ± 109,47	877,04 ± 213,65					
MZP 3	762,90 ± 112,93	744,25 ± 141,83	741,78 ± 82,39	861,22 ± 115,95					
MZP 4	726,98 ± 90,38	687,12 ± 116,55	727,39 ± 98,88	886,28 ± 207,44					
RT+MT I (ms)									
MZP 1	842,04 ± 158,35	829,66 ± 119,90	929,83 ± 177,81	888,45 ± 203,26	ns	ns	ns	ns	**
MZP 2	816,18 ± 249,96	809,83 ± 139,25	759,32 ± 101,60	870,24 ± 149,13					
MZP 3	790,70 ± 99,10	782,79 ± 125,89	770,91 ± 87,24	899,63 ± 116,31					
MZP 4	757,49 ± 81,13	750,88 ± 115,72	760,42 ± 93,65	920,23 ± 196,28					
VK-RT+MT r (%)									
MZP 1	7,37 ± 3,66	12,90 ± 10,23	8,18 ± 3,73	9,40 ± 5,79	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	7,78 ± 4,94	9,53 ± 5,66	10,28 ± 6,00	9,95 ± 7,20					
MZP 3	9,10 ± 4,76	8,81 ± 4,99	8,08 ± 5,39	8,78 ± 3,94					
MZP 4	8,92 ± 4,08	7,58 ± 3,56	7,64 ± 3,94	9,42 ± 5,34					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch	kognitiv	motorisch & kognitiv	Kontrollgruppe					
	n = 25	n = 22	n = 19	n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
VK-RT+MT I (%)									
MZP 1	8,98 ± 5,73	10,74 ± 5,85	12,06 ± 8,24	7,91 ± 4,22	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	7,67 ± 3,95	8,74 ± 3,82	7,86 ± 3,82	7,91 ± 4,38					
MZP 3	6,90 ± 3,45	8,08 ± 4,35	5,71 ± 2,72	7,91 ± 4,64					
MZP 4	7,45 ± 5,00	7,21 ± 4,13	6,32 ± 1,98	7,62 ± 5,72					
Block-Tapping-Test (Anz. Blöcke)									
MZP 1	4,48 ± 0,82	4,32 ± 0,84	4,47 ± 0,96	4,48 ± 1,3	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	4,52 ± 0,77	4,59 ± 0,73	4,42 ± 0,69	4,43 ± 0,81					
MZP 3	4,56 ± 0,71	4,86 ± 0,64	4,68 ± 0,67	4,43 ± 0,93					
MZP 4	4,68 ± 0,56	5,23 ± 0,69	4,89 ± 0,66	4,43 ± 0,81					
Bildertest (Anzahl Bilder)									
MZP 1	5,96 ± 1,10	5,41 ± 1,30	5,47 ± 0,77	5,10 ± 1,09	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	5,84 ± 0,90	6,09 ± 0,81	5,42 ± 1,31	5,29 ± 0,90					
MZP 3	5,84 ± 0,94	5,95 ± 1,13	6,00 ± 0,82	5,14 ± 0,66					
MZP 4	6,08 ± 0,81	6,09 ± 0,75	5,89 ± 0,94	5,29 ± 0,90					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch	kognitiv	motorisch & kognitiv	Kontrollgruppe					
	n = 25	n = 22	n = 19	n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
FWT-1 (s)									
MZP 1	14,95 ± 2,54	14,53 ± 2,51	14,85 ± 2,48	16,58 ± 3,10	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	15,19 ± 3,41	13,75 ± 2,26	14,33 ± 1,73	16,15 ± 2,78					
MZP 3	14,58 ± 2,63	14,42 ± 2,50	14,45 ± 1,97	17,02 ± 3,39					
MZP 4	14,68 ± 2,88	13,80 ± 2,14	14,53 ± 1,92	16,71 ± 3,55					
FWT-2 (s)									
MZP 1	23,04 ± 7,46	21,82 ± 3,71	23,91 ± 4,35	24,76 ± 4,70	ns	ns	*	ns	ns
MZP 2	22,28 ± 5,90	21,04 ± 3,09	23,27 ± 4,39	24,08 ± 5,23					
MZP 3	21,55 ± 6,40	21,32 ± 3,99	21,15 ± 3,00	23,14 ± 5,20					
MZP 4	21,32 ± 5,37	20,21 ± 3,16	21,80 ± 3,13	23,59 ± 4,85					
FWT-3 (s)									
MZP 1	44,66 ± 12,69	49,13 ± 17,08	51,66 ± 13,37	51,82 ± 16,07	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	43,63 ± 12,79	43,24 ± 11,36	46,03 ± 9,13	49,01 ± 13,70					
MZP 3	40,34 ± 13,27	42,39 ± 10,29	41,19 ± 9,07	46,63 ± 12,90					
MZP 4	39,84 ± 13,96	39,35 ± 9,77	41,26 ± 10,60	46,17 ± 11,74					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
FWT-Interferenz (s)									
MZP 1	21,63 ± 7,70	27,31 ± 14,83	27,76 ± 12,23	27,06 ± 13,53	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	21,35 ± 9,16	22,20 ± 9,46	22,76 ± 7,17	24,93 ± 12,21					
MZP 3	18,79 ± 8,81	21,06 ± 8,08	20,04 ± 7,40	23,48 ± 11,41					
MZP 4	18,52 ± 10,24	19,14 ± 8,29	19,46 ± 10,26	22,58 ± 10,66					
EBS + FWT-2 (s)									
MZP 1	28,06 ± 13,06	26,68 ± 8,86	30,20 ± 7,95	29,84 ± 9,58	**	**	ns	ns	**
MZP 2	22,99 ± 7,29	25,15 ± 8,51	24,47 ± 6,25	29,80 ± 7,79					
MZP 3	22,90 ± 6,03	25,99 ± 8,09	23,26 ± 4,08	29,11 ± 8,97					
MZP 4	21,71 ± 5,43	22,48 ± 5,72	24,29 ± 3,24	28,19 ± 7,41					
EBS + FWT-3 (s)									
MZP 1	49,65 ± 14,48	64,28 ± 24,45	62,57 ± 13,34	65,87 ± 19,16	ns	**	ns	ns	ns
MZP 2	46,44 ± 17,65	52,17 ± 18,46	51,48 ± 13,29	60,76 ± 19,06					
MZP 3	42,84 ± 16,74	46,28 ± 17,65	47,45 ± 9,57	55,73 ± 18,67					
MZP 4	38,64 ± 10,57	41,92 ± 10,64	44,48 ± 10,85	53,18 ± 15,62					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch	kognitiv	motorisch & kognitiv	Kontrollgruppe					
	n = 25	n = 22	n = 19	n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
Anzahl der Korrekturen bei EBS + FWT-2									
MZP 1	1,86 ± 2,58	6,6 ± 6,57	6,88 ± 5,52	7,11 ± 5,82	ns	*	**	ns	**
MZP 2	3,05 ± 3,20	6,65 ± 6,57	5,00 ± 6,49	7,56 ± 5,59					
MZP 3	2,71 ± 3,07	5,95 ± 4,98	3,94 ± 4,25	8,39 ± 5,85					
MZP 4	1,81 ± 2,56	5,10 ± 4,68	3,81 ± 3,62	7,83 ± 5,52					
Anzahl der Korrekturen bei EBS + FWT-3									
MZP 1	4,38 ± 3,89	12,25 ± 10,77	14,31 ± 8,36	14,28 ± 8,15	ns	ns	*	ns	**
MZP 2	5,71 ± 5,88	13,05 ± 9,68	8,00 ± 7,95	14,89 ± 9,32					
MZP 3	4,38 ± 4,98	10,7 ± 7,95	7,75 ± 6,58	13,83 ± 9,02					
MZP 4	3,19 ± 4,17	10,25 ± 9,27	6,81 ± 6,47	14,67 ± 8,17					
PASE -total									
MZP 1	132,12 ± 36,07	95,77 ± 33,81	115,50 ± 46,51	111,06 ± 54,07	**	**	ns	ns	ns
MZP 2	147,23 ± 56,13	127,79 ± 51,68	126,48 ± 46,71	108,83 ± 58,44					
MZP 3	149,57 ± 51,28	128,85 ± 56,94	125,78 ± 47,80	115,08 ± 63,78					
MZP 4	122,03 ± 52,50	109,20 ± 38,50	116,88 ± 47,26	101,63 ± 41,26					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
SF-36 körperl. Fkt.									
MZP 1	65,40 ± 25,10	53,09 ± 22,14	66,16 ± 20,47	61,59 ± 23,32	ns	ns	ns	(*)	(*)
MZP 2	68,18 ± 19,14	58,95 ± 23,74	63,59 ± 19,19	57,92 ± 21,69					
MZP 3	70,17 ± 19,86	62,86 ± 20,63	66,14 ± 21,12	55,71 ± 22,01					
MZP 4	72,47 ± 16,62	57,45 ± 22,79	65,91 ± 17,37	51,59 ± 23,84					
SF-36 psych. Fkt.									
MZP 1	75,81 ± 13,34	65,39 ± 17,95	72,30 ± 15,54	69,65 ± 15,60	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	74,72 ± 13,07	70,20 ± 16,73	71,88 ± 11,63	67,58 ± 16,04					
MZP 3	78,30 ± 12,56	68,30 ± 16,09	76,30 ± 10,68	71,18 ± 15,15					
MZP 4	77,83 ± 12,26	69,62 ± 17,74	73,66 ± 11,88	66,53 ± 17,68					
NLQ									
MZP 1	71,80 ± 19,87	87,00 ± 20,83	79,42 ± 15,64	77,95 ± 21,01	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 4	66,16 ± 16,35	80,77 ± 20,43	77,84 ± 18,03	73,86 ± 19,01					
SAFFE - Aktivitätslevel									
MZP 1	9,48 ±	8,27 ±	9,26 ±	8,14 ±	*	(*)	ns	ns	ns
MZP 4	9,88 ±	9,09 ±	9,37 ±	8,57 ±					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
SAFFE-Rückgang Aktivitäten									
MZP 1	2,32 ± 2,54	5,00 ± 3,24	3,16 ± 3,17	3,57 ± 2,98	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 4	2,44 ± 2,68	3,82 ± 3,05	2,79 ± 2,53	3,67 ± 3,06					
SAFFE- Score Sturzangst ge- samt									
MZP 1	0,37 ± 0,43	0,41 ± 0,43	0,41 ± 0,46	0,46 ± 0,45	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 4	0,20 ± 0,19	0,32 ± 0,30	0,38 ± 0,42	0,54 ± 0,60					
SAFFE -Score bei ADL									
MZP 1	0,28 ± 0,40	0,28 ± 0,38	0,38 ± 0,50	0,44 ± 0,54	(*)	ns	ns	ns	ns
MZP 4	0,12 ± 0,21	0,24 ± 0,36	0,26 ± 0,42	0,42 ± 0,51					
SAFFE -Score bei Mobilität									
MZP 1	0,50 ± 0,51	0,61 ± 0,51	0,48 ± 0,54	0,55 ± 0,53	(*)	ns	ns	ns	*
MZP 4	0,32 ± 0,26	0,46 ± 0,39	0,53 ± 0,56	0,68 ± 0,69					
SAFFE - Score bei soz. Akt.									
MZP 1	0,24 ± 0,58	0,16 ± 0,47	0,26 ± 0,54	0,26 ± 0,46	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 4	0,06 ± 0,22	0,14 ± 0,32	0,24 ± 0,51	0,43 ± 0,71					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
Stehen - ant-post (mm)									
MZP 1	13,67 ± 5,38	18,24 ± 9,55	20,18 ± 11,71	17,17 ± 8,94	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	14,28 ± 5,92	15,67 ± 8,30	19,08 ± 12,18	18,50 ± 11,93					
MZP 3	15,40 ± 5,43	14,53 ± 7,74	19,83 ± 16,91	15,67 ± 6,14					
MZP 4	14,36 ± 5,33	13,82 ± 6,40	19,46 ± 17,72	15,67 ± 6,14					
Stehen -medio-lat (mm)									
MZP 1	24,83 ± 7,31	26,94 ± 8,60	27,41 ± 20,92	25,31 ± 10,28	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	23,72 ± 7,33	27,35 ± 11,63	26,20 ± 11,13	26,90 ± 12,96					
MZP 3	23,93 ± 8,23	25,68 ± 11,36	25,89 ± 21,21	23,98 ± 8,88					
MZP 4	20,77 ± 8,73	24,30 ± 8,31	26,73 ± 21,43	23,98 ± 8,88					
Stehen - Länge (mm)									
MZP 1	489,03 ± 116,76	504,42 ± 156,98	612,40 ± 408,27	508,02 ± 147,89	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	484,53 ± 145,45	500,92 ± 194,20	632,91 ± 308,70	561,30 ± 274,27					
MZP 3	475,34 ± 116,30	475,57 ± 168,87	594,98 ± 420,32	497,45 ± 219,51					
MZP 4	452,53 ± 135,03	469,60 ± 119,85	634,85 ± 616,09	497,45 ± 219,51					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
Stehen - Fläche (mm²)									
MZP 1	717,32 ± 314,91	915,91 ± 743,09	1408,02 ± 2176,31	783,74 ± 507,73	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	686,35 ± 430,45	835,95 ± 643,83	1184,94 ± 1141,11	1148,46 ± 1411,58					
MZP 3	732,41 ± 451,39	779,75 ± 772,97	1248,33 ± 2388,35	750,64 ± 545,22					
MZP 4	650,83 ± 456,58	684,21 ± 400,33	1617,90 ± 3797,26	750,64 ± 545,22					
Stehen-Geschw (mm/s)									
MZP 1	16,30 ± 3,89	16,81 ± 5,23	20,41 ± 13,61	16,93 ± 4,93	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	16,15 ± 4,85	16,70 ± 6,47	21,10 ± 10,29	18,71 ± 9,14					
MZP 3	15,84 ± 3,88	15,85 ± 5,63	19,83 ± 14,01	16,58 ± 7,32					
MZP 4	15,08 ± 4,50	15,65 ± 4,00	21,16 ± 20,54	16,58 ± 7,32					
Stehen GA-ant-post (mm)									
MZP 1	20,93 ± 14,26	16,83 ± 9,24	28,40 ± 22,34	19,19 ± 9,23	ns	ns	ns	(*)	ns
MZP 2	20,00 ± 15,09	18,29 ± 13,82	22,98 ± 16,74	19,16 ± 9,04					
MZP 3	16,34 ± 9,60	17,64 ± 15,79	20,13 ± 14,45	18,86 ± 9,52					
MZP 4	21,20 ± 12,65	17,96 ± 12,33	22,06 ± 15,71	18,86 ± 9,52					

	Interventionen				Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD					
Stehen GA-medio-lat (mm)									
MZP 1	30,75 ± 11,67	31,32 ± 9,92	37,46 ± 22,10	32,97 ± 11,73	ns	ns	(*)	ns	ns
MZP 2	30,17 ± 12,91	32,63 ± 16,77	39,93 ± 25,54	32,63 ± 12,61					
MZP 3	29,82 ± 14,60	34,63 ± 29,54	35,19 ± 20,16	29,28 ± 8,79					
MZP 4	35,52 ± 13,66	32,99 ± 15,34	39,61 ± 25,46	29,28 ± 8,79					
Stehen GA -Länge (mm)									
MZP 1	723,55 ± 326,94	645,50 ± 270,72	1000,41 ± 848,46	721,20 ± 229,27	ns	ns	(*)	ns	ns
MZP 2	674,74 ± 346,67	621,58 ± 458,11	1004,55 ± 878,19	754,77 ± 353,59					
MZP 3	695,65 ± 480,24	665,82 ± 307,74	862,91 ± 500,69	711,45 ± 303,60					
MZP 4	738,58 ± 427,70	695,25 ± 357,67	929,39 ± 819,58	711,45 ± 303,60					
Stehen GA - Fläche (mm²)									
MZP 1	1464,99 ± 1507,31	1090,76 ± 865,81	3391,52 ± 5986,74	1285,29 ± 740,44	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	1292,47 ± 1358,00	1569,52 ± 2214,66	2963,72 ± 5417,07	1540,40 ± 1412,13					
MZP 3	1228,37 ± 1381,97	1462,22 ± 2702,95	1871,61 ± 2116,30	1193,46 ± 925,90					
MZP 4	1547,41 ± 1666,64	1474,70 ± 1943,56	2901,46 ± 5930,91	1193,46 ± 925,90					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Grup- pe
Stehen GA- Geschw. (mm/s)									
MZP 1	24,12 ± 10,90	22,52 ± 9,02	33,53 ± 28,17	24,04 ± 7,64	ns	ns	(*)	ns	ns
MZP 2	22,49 ± 11,56	24,32 ± 15,10	33,49 ± 29,27	25,16 ± 11,79					
MZP 3	23,41 ± 15,82	22,19 ± 10,26	28,76 ± 16,69	23,72 ± 10,12					
MZP 4	24,62 ± 14,26	23,18 ± 11,92	30,98 ± 27,32	23,72 ± 10,12					
Aufstehen - ant-post (mm)									
MZP 1	106,66 ± 46,85	101,03 ± 49,63	113,91 ± 47,28	111,66 ± 43,40	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	94,55 ± 33,99	105,85 ± 52,61	95,23 ± 33,61	99,61 ± 46,51					
MZP 3	94,15 ± 32,28	107,90 ± 68,50	100,28 ± 51,40	96,44 ± 54,10					
MZP 4	95,11 ± 30,48	95,51 ± 44,60	101,76 ± 47,99	96,44 ± 54,10					
Aufstehen - medio- lateral (mm)									
MZP 1	135,18 ± 39,99	114,97 ± 39,62	149,59 ± 54,34	144,64 ± 31,00	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	122,63 ± 26,85	122,71 ± 47,61	134,98 ± 71,78	130,47 ± 40,75					
MZP 3	128,66 ± 26,93	113,67 ± 37,84	112,90 ± 36,83	125,62 ± 40,41					
MZP 4	120,37 ± 30,59	125,76 ± 37,27	123,35 ± 20,81	125,62 ± 40,41					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
Aufstehen - Länge (mm)					ns	ns	ns	ns	ns
MZP 1	666,15 ± 155,19	652,69 ± 295,58	740,51 ± 219,78	686,31 ± 206,43					
MZP 2	622,38 ± 142,43	666,02 ± 270,76	683,95 ± 257,34	664,20 ± 244,29					
MZP 3	573,44 ± 144,04	635,87 ± 295,56	657,48 ± 282,08	619,03 ± 164,47					
MZP 4	598,42 ± 149,23	632,93 ± 159,51	707,37 ± 275,70	619,03 ± 164,47					
Aufstehen - Fläche (mm²)					ns	ns	ns	(*)	ns
MZP 1	7359,99 ± 3950,81	6523,71 ± 4961,24	8268,48 ± 4465,69	8032,40 ± 3713,66					
MZP 2	6225,28 ± 2468,18	6875,39 ± 4547,78	7112,25 ± 4228,19	7097,00 ± 5220,10					
MZP 3	6046,65 ± 2127,65	6031,90 ± 4076,53	7314,34 ± 5680,27	5834,82 ± 3050,12					
MZP 4	6016,70 ± 2358,97	6591,49 ± 3495,09	7801,65 ± 5117,35	5834,82 ± 3050,12					
Aufstehen - Geschw. (mm/s)					ns	ns	ns	ns	ns
MZP 1	66,61 ± 15,52	65,27 ± 29,56	74,05 ± 21,98	68,63 ± 20,64					
MZP 2	62,24 ± 14,24	66,60 ± 27,08	68,39 ± 25,73	66,42 ± 24,43					
MZP 3	57,34 ± 14,40	63,59 ± 29,56	65,75 ± 28,21	61,90 ± 16,45					
MZP 4	59,84 ± 14,92	63,29 ± 15,95	70,74 ± 27,57	61,90 ± 16,45					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
Aufstehen schnell - ant-post (mm)					ns	ns	ns	ns	ns
MZP 1	141,70 ± 60,49	137,86 ± 54,57	133,81 ± 51,61	172,30 ± 71,73					
MZP 2	125,99 ± 53,12	140,78 ± 61,90	123,40 ± 55,57	134,02 ± 71,12					
MZP 3	138,64 ± 54,59	111,77 ± 46,14	107,47 ± 42,18	147,50 ± 48,34					
MZP 4	125,81 ± 63,24	150,89 ± 61,18	128,06 ± 56,98	147,50 ± 48,34					
Aufstehen schnell - medio-lateral (mm)					(*)	(*)	ns	ns	ns
MZP 1	175,58 ± 48,68	166,31 ± 57,27	159,05 ± 60,57	197,91 ± 74,39					
MZP 2	148,33 ± 49,02	150,29 ± 54,69	218,42 ± 284,59	162,19 ± 69,67					
MZP 3	163,32 ± 52,79	126,08 ± 42,54	131,73 ± 38,74	171,90 ± 61,17					
MZP 4	141,32 ± 41,86	159,98 ± 55,90	146,82 ± 41,47	171,90 ± 61,17					
Aufstehen schnell - Länge (mm)					ns	ns	ns	ns	ns
MZP 1	806,57 ± 203,83	744,73 ± 178, 57	800,17 ± 276, 99	828,57 ± 261, 18					
MZP 2	696,84 ± 157,10	705,52 ± 315,98	865,60 ± 557,31	713,14 ± 175,28					
MZP 3	694,63 ± 156,01	609,58 ± 171,30	687,53 ± 302,47	741,02 ± 140,23					
MZP 4	668,50 ± 208,94	729,71 ± 188,61	761,76 ± 378,73	741,02 ± 140,23					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
Aufstehen schnell - Fläche (mm²)									
MZP 1	10086,39 ± 4548,08	9611,71 ± 6087,63	11141,95 ± 6065,78	11114,40 ± 6090,82	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	7631,28 ± 2857,10	8029,61 ± 6875,64	10589,98 ± 8035,23	7881,26 ± 4023,51					
MZP 3	7885,78 ± 3385,71	5979,74 ± 3021,51	6552,10 ± 2875,46	8019,68 ± 2673,75					
MZP 4	6854,28 ± 3475,03	8716,80 ± 5723,98	8315,85 ± 5141,28	8019,68 ± 2673,75					
Aufstehen schnell - Geschw. (mm/s)									
MZP 1	80,66 ± 20,38	74,47 ± 17,86	80,06 ± 27,67	82,86 ± 26,12	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	69,68 ± 15,71	70,55 ± 31,60	86,61 ± 55,71	71,31 ± 17,54					
MZP 3	69,46 ± 15,60	60,96 ± 17,13	68,76 ± 30,26	74,10 ± 14,02					
MZP 4	66,85 ± 20,89	72,97 ± 18,86	76,18 ± 37,87	74,10 ± 14,02					
FWT-2 - ant-post (mm)									
MZP 1	14,83 ± 6,71	17,42 ± 9,57	22,73 ± 14,79	20,15 ± 10,06	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	15,41 ± 12,68	16,96 ± 9,92	18,19 ± 8,97	22,91 ± 13,17					
MZP 3	16,97 ± 10,33	16,24 ± 7,62	17,27 ± 9,07	23,04 ± 17,66					
MZP 4	18,09 ± 9,81	17,38 ± 9,10	18,10 ± 7,77	23,04 ± 17,66					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
FWT-2 - medio-lat (mm)									
MZP 1	24,73 ± 8,45	25,39 ± 8,29	33,33 ± 15,91	26,81 ± 10,45	ns	ns	ns	ns	*
MZP 2	24,14 ± 10,66	24,32 ± 10,21	27,83 ± 10,71	28,64 ± 11,20					
MZP 3	26,88 ± 10,68	24,81 ± 9,48	25,92 ± 11,93	31,04 ± 14,04					
MZP 4	25,75 ± 10,24	26,44 ± 8,52	27,18 ± 10,27	31,04 ± 14,04					
FWT-2 -Länge (mm)									
MZP 1	485,95 ± 321,38	384,56 ± 111,58	693,06 ± 786,16	480,67 ± 185,61	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	433,80 ± 217,56	434,33 ± 206,73	503,40 ± 213,36	597,66 ± 424,26					
MZP 3	451,43 ± 272,40	394,29 ± 168,31	453,60 ± 206,34	610,68 ± 450,36					
MZP 4	478,19 ± 232,45	465,42 ± 222,31	491,57 ± 185,36	610,68 ± 450,36					
FWT-2 - Fläche (mm²)									
MZP 1	783,91 ± 741,98	678,02 ± 417,80	1787,50 ± 3019,82	902,48 ± 622,66	ns	ns	ns	ns	(*)
MZP 2	710,67 ± 904,20	816,51 ± 848,32	962,51 ± 730,33	1303,94 ± 1492,98					
MZP 3	727,29 ± 695,08	685,45 ± 640,86	860,01 ± 824,01	1404,15 ± 1707,69					
MZP 4	850,92 ± 711,64	796,60 ± 646,36	869,70 ± 674,95	1404,15 ± 1707,69					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
FWT-2 - Geschw. (mm/s)									
MZP 1	20,25 ± 6,05	19,99 ± 5,56	24,85 ± 12,69	20,61 ± 6,07	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	19,93 ± 8,03	21,44 ± 10,41	23,05 ± 8,97	21,89 ± 7,22					
MZP 3	20,74 ± 8,47	20,21 ± 8,09	22,17 ± 8,53	22,79 ± 8,76					
MZP 4	21,13 ± 7,58	21,50 ± 8,21	21,28 ± 7,06	22,79 ± 8,76					
FWT-3 - ant-post (mm)									
MZP 1	20,71 ± 10,49	23,56 ± 9,59	27,60 ± 18,16	32,73 ± 23,05	ns	ns	*	ns	ns
MZP 2	18,51 ± 11,65	28,26 ± 20,81	29,67 ± 24,41	31,88 ± 18,41					
MZP 3	21,10 ± 13,81	22,65 ± 12,05	21,30 ± 9,38	35,57 ± 31,08					
MZP 4	21,22 ± 12,78	26,05 ± 16,64	27,35 ± 17,73	35,57 ± 31,09					
FWT-3 - medio- lateral (mm)									
MZP 1	31,46 ± 15,42	32,66 ± 12,03	36,61 ± 20,74	37,92 ± 19,59	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	28,74 ± 10,73	33,01 ± 16,39	33,25 ± 18,80	39,17 ± 18,91					
MZP 3	30,68 ± 11,68	30,68 ± 15,10	31,37 ± 14,60	37,99 ± 19,47					
MZP 4	30,23 ± 10,57	33,30 ± 15,18	35,19 ± 15,61	37,99 ± 19,47					

Interventionen					Stat. Analysen				
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21					
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD	MZP	MZPx Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe
FWT-3-Länge (mm)									
MZP 1	485,95 ± 321,38	384,56 ± 111,58	693,06 ± 786,16	480,67 ± 185,61	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	433,80 ± 217,56	434,33 ± 206,73	503,40 ± 213,36	597,66 ± 424,26					
MZP 3	451,43 ± 272,40	394,29 ± 168,31	453,60 ± 206,34	610,68 ± 450,36					
MZP 4	478,19 ± 232,45	465,42 ± 222,31	491,57 ± 185,36	610,68 ± 450,36					
FWT-2 - Fläche (mm²)									
MZP 1	783,91 ± 741,98	678,01 ± 417,80	1787,50 ± 3019,82	902,48 ± 622,66	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	710,67 ± 904,20	816,51 ± 848,32	962,51 ± 730,33	1303,94 ± 1492,98					
MZP 3	727,29 ± 695,08	685,45 ± 640,86	860,01 ± 824,01	1404,15 ± 1707,69					
MZP 4	850,92 ± 711,64	796,60 ± 646,36	869,70 ± 674,95	1404,15 ± 1707,69					
FWT-3 - Geschw. (mm/s)									
MZP 1	22,62 ± 9,55	21,95 ± 8,00	26,10 ± 11,77	23,05 ± 8,19	ns	ns	ns	ns	ns
MZP 2	21,50 ± 8,49	24,01 ± 13,00	25,43 ± 9,80	23,80 ± 7,94					
MZP 3	22,62 ± 10,87	21,59 ± 9,55	22,22 ± 8,18	24,36 ± 12,39					
MZP 4	21,87 ± 8,34	22,01 ± 8,32	22,61 ± 7,67	24,36 ± 12,39					

	Interventionen				Stat. Analysen					
	motorisch n = 25	kognitiv n = 22	motorisch & kognitiv n = 19	Kontrollgruppe n = 21	MZP	MZP x Alter	MZP x Geschl.	MZP x BMI/WHR	MZP x Gruppe	
	M - SD	M - SD	M - SD	M - SD						
Stürze - gesamt										
MZP 1	0,36 ± 0,49	0,41 ± 0,50	0,47 ± 0,51	0,35 ± 0,49	**	ns	ns	ns	ns	
MZP 2	0,28 ± 0,61	0,23 ± 0,43	0,32 ± 0,58	0,18 ± 0,39						
MZP 3	0,08 ± 0,28	0,09 ± 0,29	0,11 ± 0,32	0,18 ± 0,73						
MZP 4	0,16 ± 0,37	0,18 ± 0,40	0,11 ± 0,32	0,18 ± 0,39						
Stürze – 60 bis 74-Jährige										
MZP 1	0,44 ± 0,51	0,45 ± 0,52	0,40 ± 0,52	0,10 ± 0,32	**	ns	ns	ns	MZP x Gruppe	MZP x Gruppe x Alter
MZP 2	0,13 ± 0,34	0,18 ± 0,41	0,10 ± 0,32	0,10 ± 0,32					ns	ns
MZP 3	0,13 ± 0,34	0,18 ± 0,41	0,20 ± 0,42	0 ± 0					ns	ns
MZP 4	0 ± 0	0,18 ± 0,41	0,10 ± 0,32	0,20 ± 0,42					ns	ns
Stürze – 75 bis 93-Jährige										
MZP 1	0,22 ± 0,44	0,36 ± 0,50	0,56 ± 0,53	0,71 ± 0,49	**	ns	ns	ns	MZP x Gruppe	MZP x Gruppe x Alter
MZP 2	0,56 ± 0,88	0,27 ± 0,47	0,56 ± 0,73	0,29 ± 0,49					ns	*
MZP 3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,43 ± 1,13					ns	
MZP 4	0,44 ± 0,53	0,18 ± 0,41	0,11 ± 0,33	0,14 ± 0,38					ns	

C Einverständniserklärung**Institut für Sportwissenschaften****Justus-Liebig-Universität Giessen****Einverständniserklärung****Name:** _____

Hiermit bestätige ich, dass ich freiwillig und auf eigene Gefahr an der Trainingsstudie „Sturzprävention bei Erwachsenen im höheren Lebensalter“ der Universität Giessen teilnehme. Das Projekt findet im Rahmen einer Kooperation mit dem Frankfurter Verband in den dafür ausgewählten Begegnungsstätten statt.

Die Projektleiter haben mich über die vorgesehenen Trainingsmaßnahmen und Messvorrichtungen in Kenntnis gesetzt.

Die Trainingsleiter haften nicht, für etwaige, im Zusammenhang mit der Teilnahme an der Studie entstehenden Schäden, außer bei vorsätzlichem Handeln.

Mir ist bekannt, dass die persönlich erfassten Daten anonym und vertraulich behandelt und nur zu Forschungszwecken verwendet werden.

Ich bestätige, dass mir die beschriebene Untersuchungsmethodik bekannt ist und dass ich mit den Bedingungen der Durchführung einverstanden bin. Des Weiteren bestätige ich, dass ich frei von Krankheiten bin, die mich bei der Ausübung des Trainingsprogramms behindern könnten. Bei Krankheit oder gesundheitlichen Problemen während der Studie nehme ich nicht an dem Trainingsprogramm teil. Sollte ein Krankheitsfall auftreten, bin ich über meine persönliche Krankenversicherung versichert.

Ort/ Datum: _____ Unterschrift: _____

D Fragebögen und Testprotokolle

Demographie- Fragebogen – Angaben zur Person

Testperson: _____ Codenr.: _____

Gruppe: _____ Testdatum: _____

1) Geschlecht

Männlich [] Weiblich []

2) Geburtsdatum: _____ **Alter:** _____ Jahre

3) Gewicht: _____ kg **Größe:** _____ cm

4) Taillenumfang: _____ cm **Hüftumfang:** _____ cm

5) Puls: _____ / Min **Blutdruck:** _____ mmHg

6) Nehmen Sie regelmäßig Medikamente?

ja [] nein []

Wenn ja, welche?

- A. Blutdrucksenkende Medikamente []
- B. Medikamente gegen Diabetes []
- C. Medikamente gegen Rheuma, Athrose, Gicht []
- D. Medikamente gegen Depressionen []
- E. Medikamente bei Demenz []
- F. Medikamente bei Parkinson []
- G. Medikamente für Asthma []
- H. Medikamente für das HKL- System allgemein
(Cholesterin, Entwässerung, Blutverdünnung etc.) []
- I. Schmerzmittel []
- J. Beruhigungs und/ oder Schlafmittel []
- K. Magen und Darm Medikamente []
- L. Medikamente für die Augen []
- M. Medikamente bei Osteoporose []
- N. Medikamente für die Schilddrüse []

- O. Hormone
- P. Medikamente bei Krebs (auch Nachsorge)
- Q. _____
- R. Sonstige _____
- S. Gesamtzahl der täglich eingenommenen Medikamente (nicht Tablettenanzahl!) _____

7) Lebensform

ohne Partner .. mit Partner

8) Familienstand

ledig verheiratet

verwitwet geschieden

Anzahl der Kinder: _____

Gesamtzahl der im Haushalt lebenden Personen: _____

9) Welchen Schulabschluss haben Sie?

keinen Schulabschluss

Volks-/ Hauptschulabschluss

Realschul-/ Fachschulabschluss

Abitur/ Fachabitur

Fachhochschul-/ Hochschulabschluss

10) Welchen Beruf haben Sie ausgeübt? (wenn Hausfrau, bitte zusätzlich den Beruf des Partners angeben)

Arbeiter, unselbständige Handwerker, einfache Angestellte, einfache Beamte

Mittlere Angestellte, mittlere Beamte, selbständige Handwerker, Landwirte

Berufe, die in der Regel eine Hochschulausbildung erfordern

Dissertationsprojekt: Sturzprävention im Alter

Universität Gießen

Motorische Tests- Ergebnisprotokoll

(Schott, N., Kurz, A. & Knobl, O.)

Name: _____

Codnr.: _____

Gruppe: _____

Testdatum: _____

Testcodierung	Versuch 1	Versuch 2	Bemerkungen
10m-Lauf (gerundet auf 1/10 s und Anzahl der Schritte)	<u>Normale Geschw.</u> 1.Versuch Zeit: _____ Schrittzahl: _____ 2.Versuch Zeit: _____ Schrittzahl: _____	<u>Schnelle Geschw.</u> 1.Versuch Zeit: _____ Schrittzahl: _____ 2.Versuch Zeit: _____ Schrittzahl: _____	Rollator <input type="checkbox"/> Stock <input type="checkbox"/>
Chair-Stand-Test (# in 30 sec)		XXXX	
“Timed up and Go Test (3m)” (gerundet auf 1/10 s)	<u>Normale Geschw.</u>	<u>Schnelle Geschw.</u>	
Oberarmhebetest (nach Skala)			
Biceps-Curls (in kg des 8er WH max.)		Rechts <input type="checkbox"/> Links <input type="checkbox"/>	
Frontheben (in kg des 8er WH max.)		Rechts <input type="checkbox"/> Links <input type="checkbox"/>	
Kreuzheben (in kg des 8er WH max.)			
Sit and Reach Test (in ½ cm)			

Dissertationsprojekt: Sturzprävention im Alter

Universität Gießen

Testprotokoll - Gleichgewichtstests

(Dr. Schott, N., Kurz, A., Knobl, O., Bohnstädt, A. & Gniza, U.)

Name: _____

Codenr.: _____

Gruppe: _____

Testdatum: _____

Testcodierung	Bedingung	Zeit	Bewertung	Bemerkungen
Tandem- Stand (30 Sek. maximal # angenähert auf 1/10 sec)	Rechts vorne /Augen offen _____ Links vorne/ Augen offen	_____	_____	_____
Einbeinstand (30 Sek. maximal # angenähert auf 1/10 sec)	Rechts /Augen offen Links/ Augen offen Rechts/ Augen geschlossen Links/ Augen geschlossen	_____	_____	_____
Einbeinstand auf instabiler Ebene (30 Sek. maximal # angenähert auf 1/10 sec)	Blauer Stability - Trainer von Theraband Bevorzugtes Standbein: rechts / links	_____	_____	_____
Einbeinstand mit kognitiver Zusatzaufgabe (# angenähert auf 1/10 sec)	Bevorzugtes Standbein: rechts / links FWT - Tafel 2 _____ FWT - Tafel 3	_____	_____	Anzahl des Fußabsetzens: _____ Anzahl des Fußabsetzens:

Dissertationsprojekt: Sturzprävention im Alter

Kooperation der Universität Gießen und Frankfurter Verbandes

Sturzereignisprotokoll

(Schott, N., Kurz, A. & Knobl, O.)

Name: _____ Ort: _____

Datum und Uhrzeit des Sturzes: _____

Sturzvorgang

Ort?

Zimmer/Wohnung

Bad/Toilette

Flur

Straße

Treppe

Ess-/Gruppenraum

Therapieräume

anderer Ort: _____

Grund?

Fußboden (glatt/uneben/rutschig)

Lichtverhältnisse (hell/dunkel/dämmrig)

Beleuchtung (an/aus/defekt)

Schuhwerk (keine festen Schuhe)

Fußboden- bzw. Teppichleiste

liegende Gegenstände (Kabel, Teppich)

Gesundheit (Unwohlsein/Schwindel)

Unaufmerksamkeit

anderer Grund: _____

Situation?

allein

in Begleitung

Aufstehen

Stehen

Gehen

Sitz im Stuhl

Toilettengang

Sturzfolgen?

keine sichtbaren (z.B. Zerrung)

Schmerz

Prellmarke

Platzwunde

Schürfwunde

Fraktur

wenn ja, wo? _____

Hilfe?

- Konnten Sie nach dem Sturz alleine wieder aufstehen? **Ja** **Nein**

Wenn Nein, wer hat Ihnen beim Aufstehen geholfen? _____

- Benötigten Sie medizinische Hilfe (Arzt, Krankenhaus?) **Ja** **Nein**

Wenn Ja, was wurde benötigt? _____

- Benötigen Sie wegen des Sturzes Medikamente? **Ja** **Nein**

Wenn Ja, welche _____

Studie zur Sturzprävention im Alter

Universität Gießen

Trainingsauswirkungen

Name: _____ Codenr.: _____

Gruppe: _____ Testdatum: _____

Dieser Fragebogen ermöglicht es, nachzuvollziehen, welche Veränderungen sie seit dem Trainingsbeginn an sich feststellen konnten und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte füllen Sie den Fragebogen aus, indem Sie jede der folgenden Fragen beantworten. Markieren Sie bei den Antwortmöglichkeiten genau die, die am besten auf Sie zutrifft. Neben jeder Aussage finden Sie mehrere Kästchen. Kreuzen Sie bitte das Kästchen an, das dem Ausmaß Ihrer Zustimmung am besten entspricht.

Scheuen Sie sich nicht, auch extreme Werte anzukreuzen, wenn dies für Sie zutrifft. Es gibt dabei keine "richtigen" oder "falschen" Angaben, es kommt auf Ihr Erleben an. Am besten kreuzen Sie, ohne lange zu überlegen, an der Stelle an, die Ihrer ersten Einschätzung entspricht.

Beantworten Sie bitte die folgenden Fragen:

A) Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie heute Ihren körperlichen Zustand beschreiben im Bereich.....

.....Kraft?

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

....Ausdauer?

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

...Beweglichkeit?

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

...Gleichgewicht?

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

B) Im Vergleich zum vergangen Jahr, wie würden Sie heute Ihren kognitiven Zustand (Gedächtnis) beschreiben im Bereich...**... Kurzzeitgedächtnis (z.B. Dinge kurzfristig besser merken, wie z.B. Einkaufszettel, Termine)?**

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

... Langzeitgedächtnis (z.B. Dinge langfristig besser erinnern wie z.B. Telefonnummern, Namen von Trainingspartnern, verlegen des Schlüssels oder Brille)?

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

... Reaktion (z.B. bei plötzlich auftretenden Ereignissen wie im Straßenverkehr, oder beim Stolpern)?

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

... Konzentration/Aufmerksamkeit (z.B. beim Verfolgen der Nachrichten im Radio oder Fernsehen)?

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

... Erlernen von neuen Aufgaben (z.B. während des Trainings)?

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

... Lösen von neuen Aufgaben (z.B. neues Telefon, neues Haushaltsgerät)?

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

... Entscheidungssicherheit (z.B. im Straßenverkehr bei Ampelüberkreuzung)?

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

C) Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie heute Ihren psychischen Zustand beschreiben im Bereich.....

... Lebenszufriedenheit (z.B. mehr Freude im Alltag)?

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

... **Wohlbefinden (z.B. seelische Ausgeglichenheit)?**

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

... **Selbstvertrauen (z.B. Auftreten im Alltag)?**

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

... **Körperwahrnehmung/ -bewusstsein (z.B. der Muskulatur bzw. der Körperposition im Raum)?**

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

... **Selbstwirksamkeit (z.B. durch Rückmeldung über den eigenen Leistungsstand in den Tests bzw. Aufgabenbewältigung im Training)?**

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

D) Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie heute Ihre alltagspraktischen Fertigkeiten (Ausführen bestimmter Tätigkeiten) beschreiben im Bereich...

... **Alltagstätigkeiten mit Kraftaufwand (z.B. Treppensteigen, Wasserflaschen/ -kiste tragen, Gartenarbeit, Putzen)?**

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

... Alltagstätigkeiten mit Ausdauer (z.B. größere Strecken gehen, Treppen steigen, Einkaufen)?

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

... Alltagstätigkeiten mit Beweglichkeit (z.B. Anziehen (Schuhe, Kleidung) Baden/ Duschen)?

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

... allgemeine Mobilität im Alltag?

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

... allgemeine Stabilität (z.B. Gangsicherheit im Alltag)?

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

E) Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie heute Ihre sozialen Kontakte beschreiben...

... innerhalb der Trainingsgruppe (Informationsaustausch, gegenseitige Hilfe bzw. Treffen, Geselligkeit / gemeinsame Verabredungen z.B. zum Walking, Konzert, Museum)

- derzeit viel mehr als vor einem Jahr []
 derzeit etwas mehr als vor einem Jahr []
 etwa so wie vor einem Jahr []
 derzeit etwas weniger als vor einem Jahr []
 derzeit viel weniger als vor einem Jahr []

... außerhalb der Trainingsgruppe (Gespräche und Aktivitäten außerhalb der eigenen Wohnung, Besuche bei anderen Personen)?

- derzeit viel mehr als vor einem Jahr []
 derzeit etwas mehr als vor einem Jahr []
 etwa so wie vor einem Jahr []
 derzeit etwas weniger als vor einem Jahr []
 derzeit viel weniger als vor einem Jahr []

... bei allgemeinen Freizeitaktivitäten?

- derzeit viel mehr als vor einem Jahr []
 derzeit etwas mehr als vor einem Jahr []
 etwa so wie vor einem Jahr []
 derzeit etwas weniger als vor einem Jahr []
 derzeit viel weniger als vor einem Jahr []

F) Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie heute Ihren Aufwand für Arztbesuche beschreiben...

- mehr als vor einem Jahr []
 etwa so wie vor einem Jahr []
 weniger als vor einem Jahr []

Trainingszeiten

Wie haben Sie die Trainingszeiten empfunden?

- sehr gut []
 gut []
 weniger gut []
 schlecht..... []

Wie haben Sie den Trainingsumfang pro Woche (zweimaliges Training) empfunden?

- zu oft []
 genau richtig []
 zu wenig..... []

E Beispiele für Übungsstunden der 3 verschiedenen Interventionen

Tabelle E-1: Übungsstunde der motorischen Intervention 60 Minuten

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
Aufwärmen Zeit: ca. 5 Minuten	Erwärmung	Bälle paarweise zuspielen	verschiedene Bälle
Gleichgewicht Zeit: 15 Minuten	Schulung des statischen Gleichgewichts	30-45 s pro Übung; 2 Sätze - Tandemstand auf Stability Trainer li Bein vorn/re Bein vorn - schwanken auf dem Stability Trainer enger vs. breiter Stand - Einbeinstand Fuß des Spielbeins tippt li, re, vorn, hinten auf den Boden <i>Partnerübung</i> - Autofahren: 2 TN stehen sich gegenüber und greifen einen Reifen wie ein Lenkrad, 1 Person führt ⇒ durch Zug/Druck/Rotation des Reifens soll der andere aus Gleichgewicht gebracht werden (enger vs. breiter Stand, Tandemstand, einbeinig)	Stability-Trainer
Kraft Zeit: 35 Minuten	Kräftigung verschiedener Muskelgruppen	10-15 WH pro Übung; 2-3 Sätze, Übungen in der Reihenfolge durchführen, dass abwechselnd verschieden Muskelgruppen beansprucht werden; Innenstirnkreis <u>Beine/Arme/Schultern/Brust/Bauch</u> - Waden heben, Arme nach vorn ausstrecken und Finger spreizen - Hüftextension mit GM re/li abwechselnd - Beinabduktion mit GM re/li abwechselnd - Knie heben mit GM re/li abwechselnd - Seitheben mit TB - Bogen schießen mit TB - TB unter den Füßen fixieren, vor dem Körper kreuzen und Arme nach oben außen führen - Wanddrücken	Therabänder (verschiedenen Stärken) GM Musik

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
		<ul style="list-style-type: none"> - Rudern mit dem TB stehen - Im Sitzen auf Stuhl, angewinkelte Beine heben, dabei an Sitzfläche festhalten 	
Stundenausklang Zeit: 5 Minuten	Dehnen	Beine, Arme, Schultern, Brust	Musik

OA = offene Augen; GA = geschlossenen Augen; GM = Gewichtsmanschetten; TB = Therabänder

Tabelle E-2: Übungsstunde: Motorisches Training 60 Minuten

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
Aufwärmen Zeit: ca. 7-10 Minuten	Allgemeine Erwärmung	Gehen in verschiedenen Variationen (schnell, langsam, auf Zehenspitzen, etc.)	Musik
Gleichgewicht Zeit: ca. 15 Minuten	Schulung des dynamischen und statischen Gleichgewichts	Gleichgewichtsparcours: Balancieren über Seile, Stability Trainer, Kegelslalom, kleine Schritte, Tandemgang und bei Musikstopp Gleichgewicht in Position halten pro Übung ca. 30-45 s; 2-3 Sätze: - im Stehen schwanken auf Stability Trainer - Tandemstand: OA/GA – li/re vorn	Musik Seile Kegel Stability Trainer oder Matten
Kraft Zeit: ca. 30 Minuten	Kräftigung obere und untere Extremitäten	<u>Stationstraining</u> jede Übung ca. 60 s Belastung und 60 s Pause; 2 Runden; Übungen so anordnen, dass verschiedene Muskelgruppen im Wechsel beansprucht werden <u>Beine/Arme/Schultern/Bauch</u> - Step: Treppen steigen - Sit to stand - Flexbar in U und zum Hufeisen biegen vor der Brust - Trizeps drücken mit TB hinter Rücken im Stehen - Bizepscurls mit TB - Kniebeuge + TB vor der Brust mit gestreckten Armen gespannt halten - Frontheben mit GM oder GB - sitzend auf Stuhl, re Knie heben und mit linker Hand diagonal Druck	Musik Flexbars Therabänder (verschiedenen Stärken) GM GB Stühle Steps

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
		<p>ausüben und kurz halten, im Wechsel</p> <ul style="list-style-type: none"> - TB vor dem Körper, Unterarme ziehen das TB auseinander, Oberarme bleiben dabei eng am Oberkörper - TB mit beiden Händen fassen und mit einem Fuß fixieren, Band diagonal von links unten mit gestreckten Armen und Rumpf-Rotation nach rechts oben ziehen 	
<p>Stundenausklang Zeit: 5 min</p>	Dehnung und Atmung	Dehnung der beanspruchten Muskelgruppen, dabei auf Atmung achten	Musik

OA = offene Augen; GA = geschlossenen Augen; GM = Gewichtsmanschetten; TB = Therabänder; GB = Gewichsbälle

Tabelle E-3: Übungsstunde: Motorisches Training 60 Minuten

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
Aufwärmen Zeit: ca. 7-10 Minuten	Allgemeine Erwärmung	<u>Partnerübung: Roboterspiel</u> TN gehen paarweise hintereinander. Vordermann wird geführt. Hintermann muss durch Händedruck auf die rechte oder linke Schulter des Vordermanns Richtungsänderungen einleiten. Händedruck mit beiden Händen auf Schultern = Stopp. Nach 2 Min. Partnerwechsel. 2. Durchgang: Vordermann muss nun Augen schließen und dem Hintermann vertrauen	
Gleichgewicht Zeit: ca. 15 Minuten	Schulung dynamisches und statisches Gleichgewicht	Pro Übung 30-45 s; re/li abwechselnd, 2 Sätze - Tandemstand und einen Ball über Kopf halten, Ball um den Körper herum führen, Ball hochwerfen und fangen - Einbeinstand OA/GA – li/re <u>Partnerübung:</u> - TN stehen sich gegenüber. Ein Ball mit den Füßen führen und dem Partner übergeben, dieser wechselt mit Ball zum Standort, von dem aus sein Partner kam. - wie oben, aber der Ball wird auf der flachen Hand balanciert und dem Partner übergeben	Bälle
Kraft Zeit: ca. 30 Minuten	Kräftigung obere und untere Extremitäten	10-15 WH pro Übung; 2-3 Sätze <u>Beine/Arme/Rumpf/Schultern</u> - tiefer Ausfallschritt, vorderes Bein auf Stability Trainer und halten; li/re abwechselnd - Flexbar vor der Brust auseinander ziehen, Ellbogen nach außen - Kreuzheben mit dem TB - Im Sitzen angewinkelte Beine heben, zwischen den Knien einen GB halten - Im Parallelstand, einen GB zwischen die Füße nehmen und mit den	Stability Trainer Flexbars TB (verschiedene Stärken) GB Stühle

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
		<p>Vorderfüßen kurz anheben (Gewicht auf die Fersen verlagern)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pull-down mit TB; TB aus der Hochhalte auseinander hinter den Kopf ziehen - Freiheitsstatue mit Flexbar; Flexbar in einer Hand mit gestrecktem Arm hochhalten und kurze schnelle Bewegungen durchführen, re/li - TB um eine Hand wickeln, Handrücken zeigt nach oben, anderes Ende des TB mit Fuß fixieren, Oberarm am Oberkörper anliegend; Ober- und Unterarm bilden 90°-Winkel, andere Hand stützt den übrigen Arm am Ellbogen, Hand Richtung Körper beugen, Arme im Wechsel beüben 	
<p>Stundenausklang Zeit: 5 min</p>	Entspannung	Phantasiereise	Musik; Buch mit Phantasiereisen

OA = offene Augen; GA = geschlossenen Augen; GM = Gewichtsmanschetten; TB = Therabänder

Tabelle E-4: Übungsstunde: Bewegtes Kognitionstraining 60 Minuten

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
<p>Einstimmung Übung: Bälle, Bälle, Bälle Zeit: ca. 5 Minuten</p>	<p>Erwärmung; Auflockerung Reaktion Aufmerksamkeit Multitasking</p>	<p>Ein Ball soll möglichst schnell herumgegeben werden. Ständig kommen weitere Bälle und Materialien z.B. Bohnensäckchen hinzu, die angenommen und weitergegeben werden müssen. Größe und Material der Bälle sollte variieren.</p> <p>- Jeder Ball wird auf eine bestimmte Art weitergegeben. z.B. rot= rechts rum, grün= links rum, blau= werfen (vorher den Namen nennen, der Person, die angespielt wird!), Fußball mit den Füßen weitergeben</p> <p>Es darf ruhig etwas Chaos herrschen</p>	<p>verschiedene Bälle und Materialien</p>
<p>Übung: Parcours mit Stability Trainer und kognitiven Aufgaben Zeit: ca. 25 Minuten</p>	<p>Multi-Tasking Aufmerksamkeit Gleichgewicht Informationsverarbeitung</p>	<p>Auf Anweisung des ÜL werden von den TN verschiedene Aufgaben auf den Stability-Trainer ausgeführt.</p> <p>Aufbau: 2 Bahnen (mit Matten unterlegt) à 10-12 ST (in wechselnder Farb-Reihenfolge: z.B. 1x blau, 2x grün, 2x blau, 1x schwarz...) zwischen den Aufgaben die Reihenfolge ändern</p> <p>Pro Übung 2 Durchgänge. Beginnend mit einfachen Aufgaben</p> <p>Einfach-Kontakte vorwärts: Über alle ST im 1er Kontakt vorwärts gehen</p> <p>Mehrfach-Kontakte vorwärts: Über alle ST mit 2 bzw. 3 Kontakten vorwärts gehen</p> <p>Einfach-Kontakte rückwärts: Über alle ST rückwärtsgehen mit 1er Kontakten</p> <p>Vorwärts mit je unterschiedlichen Kontaktzahlen: Abwechselnd im 1er und 2er Kontakt über die ST vorgehen (Varianten: 1er und 3er Kontakt, 2er und 3er Kontakt)</p> <p>Wechselnd Vorwärts/Rückwärts mit gleichen Kontaktzahlen: über 2 (oder 3) ST im 1er Kontakt vorgehen, dann 1 ST im 1er Kontakt</p>	<p>Stability Trainer (ST) in unterschiedlichen Farben</p> <p>Gymnastikmatten</p>

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
		<p>zurückgehen</p> <p>Wechselnd Vorwärts/Rückwärts mit je unterschiedlichen Kontaktzahlen: Über 3 ST im 1er Kontakt vorgehen, dann 1 ST im 2er Kontakt zurückgehen</p> <p>Unterschiedliche Kontaktanzahl bei bestimmten Farben: über alle blaue ST im 1er Kontakt vorgehen und alle grüne ST im 2er Kontakt und umgekehrt</p> <p>Unterschiedliche Aufgaben bei den Farben: Über die blauen ST im 2er Kontakt vorgehen und gleichzeitig die rechte Hand heben, Grüne ST im 1er Kontakt vorgehen und gleichzeitig zweimal in die Hände klatschen</p> <p>Unterschiedliche Aufgaben bei numerisch vorgegebenen ST: über 3 ST nach vorne gehen und beim 3. ST in die Hocke gehen und gleichzeitig beide Arme zur Seite strecken. Danach ein ST nach hinten gehen und eine weitere Aufgabe erfüllen (z.B. auf einem Bein stehen).</p> <p>Anschließend wieder 3 ST nach vorne usw.</p> <p>Farbwechsel führt zu Aufgabenwechsel: z.B. auf blauen ST auf Zehenspitzen gehen und bei grünen ST auf den Fersen gehen (z.B. auf den Zehenspitzen gehen)</p>	
<p>Übung: Tanz im Walzerrhythmus</p> <p>Zeit: 10 Minuten</p>	<p>Konzentration Merkfähigkeit</p>	<p>TN stehen paarweise gegenüber. Einfach Bewegungsfolgen erlernen zur Musik z.B.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. „Schunkeln“ nach rechts, links, rechts, links 2. Händeklatschen wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> 1x in die eigenen Hände, dann mit der rechten Hand in die Rechte des Gegenübers 1x in die eigenen Hände, dann mit der linken Hand in die linke des Gegenübers 	<p>Musik</p>

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
		<p>1. und 2. noch 1x wiederholen</p> <p>3. 2 Schritte aufeinander zu und wieder zurück</p> <p>4. Händeklatschen wie folgt:</p> <p>1x in die eigenen Hände, dann mit beiden Händen in beide Hände des Gegenübers 2x schnell in die eigenen Hände, dann 1x mit beiden Händen in beide des Gegenübers 3. und 4. 1x wiederholen</p>	
<p>Übung: Bewegungsmemory</p> <p>Zeit: ca. 15 Minuten</p>	Merkfähigkeit	<p>Kleingruppen bilden. Gespielt wird nach den üblichen Memory Regeln, wenn 2 verschiedene Karten aufgedeckt werden, muss nur der TN, der an der Reihe ist, eine der beiden Bewegungen, die abgebildet sind ausführen. Wenn ein Pärchen aufgedeckt wird, muss die ganze Gruppe die Bewegung ausführen.</p>	<p>Memory-Spiel mit Bewegungsaufgaben (Skizzen)</p>
<p>Stundenausklang</p> <p>Übung: Wortreihen</p> <p>Zeit: 5 Minuten</p>	<p>Informationsverarbeitung</p> <p>Aufmerksamkeit</p>	<p>TN stehen im Innenstirnkreis; ÜL nennt einen Oberbegriff z.B. Städtenamen. Ein Ball wird in beliebiger Reihenfolge zugespielt. Jeder TN der diesen Ball erhält muss eine Stadt nennen die mit dem Endbuchstaben des zuletzt genannten Wortes anfängt.</p> <p><u>Beispiel:</u></p> <p>Essen– Nürnberg- Gummersbach- Hannover- usw.</p> <p><u>Variation:</u></p> <p>- verschiedene Oberbegriffe z.B. Tiere, Küchenutensilien, Vornamen, Ländernamen, Gerichte; Nahrungsmittel, Gewürze, Pflanzen, etc.</p>	<p>Bälle</p>

Tabelle E-5: Übungsstunde: Bewegtes Kognitionstraining 60 Minuten

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
<p>Einstimmung Übung: Namen merken Zeit: ca. 5 Minuten</p>	<p>Erwärmung Merkfähigkeit</p>	<p>TN stehen im Innenstirnkreis: Ein Ball wird reihum gegeben und jeder nennt seinen Vornamen. Jeder soll sich seine Nachbarn gut merken. Nach 2 Runden, werden die Plätze durcheinander gewechselt. Jeder steht nun an einer anderen Position und neben einer anderen Person. Nun den Ball in gleicher Reihenfolge (wie vorher) zuspielen, vorher den Namen der Person nennen, der der Ball zugespielt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> - durch den Raum bewegen und den Ball noch immer in der Reihenfolge zuspielen. - Den Ball in umgekehrter Reihenfolge zuspielen während der Fortbewegung 	<p>Ball</p>
<p>Übung: KIM-Spiel Zeit: 15 Minuten</p>	<p>Wahrnehmung Aufmerksamkeit Merkfähigkeit</p>	<p>“Gegenstände-KIM“</p> <p>Die TN bewegen sich durch den Raum und betrachten dabei aufmerksam die Gegenstände im Raum und prägen sich diese gut ein. Anschließend verlässt eine Gruppe kurzzeitig den Raum; in dieser Zeit ändert der ÜL Dinge im Raum z.B. Bild abhängen, Stuhl umstellen, Gardinen zuziehen, etc. Danach werden die TN wieder herein gebeten und sie sollen sich erneut durch den Raum fortbewegen und dabei die die Veränderungen benennen. Mehrere Durchgänge</p> <p><u>Variation:</u> Kleidung ändern, mit 2 Gruppen.</p>	
<p>Übung: Karten-Lauf Zeit: 15 Minuten</p>	<p>Wahrnehmung Informationsverarbeitung</p>	<p>Bunte Karten in verschiedenen Formen und Farben werden auf dem Boden ausgelegt. Die TN laufen zur Musik quer durch den Raum. Der ÜL gibt verschiedene Anweisungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auf einer Karte mit einem Bein stehen 	<p>Bunte Karten in verschiedenen Formen Musik</p>

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
		<ul style="list-style-type: none"> - Auf einer Karte mit dem anderen Bein stehen - Jeder bleibt bei einer Karte stehen und merkt sich diese Position - Jeder kehrt zu der vorher gemerkten Position zurück - Nur Vierecke - Nur Dreiecke - Rotes Viereck - Erst Kreis, dann Dreieck - usw. 	
<p>Übung: Reifenmemory Zeit: 10 Minuten</p>	Merkfähigkeit	<p>Reifen werden im Raum auf dem Boden verteilt.</p> <p>Jeder TN stellt sich in einen Reifen und merkt sich diesen Reifen als „Reifen Nr. 1“. Danach bewegen sich die TN im Raum zur Musik und kehrt nach Ansage des ÜL zu dem Reifen zurück. Danach sucht sich jeder TN einen neuen Reifen. Diesen merkt sich jeder als seinen „Reifen Nr. 2“. Diese Reihe wird fortgesetzt, bis 5 oder 6 Reifen-Nummern vergeben sind. Danach sagt der ÜL in beliebiger Reihenfolge die Nummern der Reifen an und die TN müssen sich in den jeweilig genannten Reifen stellen (z.B.: „Alle Personen in ihren Reifen Nr. 4.“ usw.).</p>	Pro TN 1 Reifen
<p>Übung: Fangspiel Zeit: 10 Minuten</p>	<p>Reaktionsfähigkeit Aufmerksamkeit</p>	<p>Jeweils zwei TN stehen sich gegenüber. Jeder hat ein Bohnensäckchen (BS) in der Hand. Diese sollen sich die TN auf verschiedene Arten zeitgleich zuspieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zeitgleich mit der rechten Hand abspielen und mit der linken Hand fangen und umgekehrt. - Das BS nur mit Daumen und Zeigefinger halten, zeitgleich abspielen und mit einer Hand fangen 	<p>Bohensäckchen Handexerciser</p>

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
		<ul style="list-style-type: none"> - Pro Paar ein BS und ein Handexerciser zeitgleich abspielen und fangen - Pro Paar zwei Handexerciser und ein BS und/oder umgekehrt zeitgleich zuspieren <p>Pro Paar 1 BS hoch, tief, links, rechts zuspieren, so dass sich die TN etwas strecken und recken müssen um es zu fangen.</p>	
<p>Stundenausklang Übung: Wortdomino Zeit: 5 Minuten</p>	<p>Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitung</p>	<p><i>Innenstirnkreis:</i></p> <p>ÜL beginnt und nennt ein zusammengesetztes Wort, z.B. Baumhaus. Ein Ball wird in beliebiger Reihenfolge zugespielt. Jeder TN der diesen Ball erhält muss soll nun wieder ein zusammengesetztes Wort nennen, dass mit Haus beginnt, z.B. Hausflur, der nächste nennt ein Wort, das mit Flur beginnt, usw. Auf zügiges Zuspiel achten.</p>	<p>Ball</p>

Tabelle A-E6: Übungsstunde: Bewegtes Kognitionstraining 60 Minuten

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
<p>Zeit einschätzen Zeit: ca. 5 Minuten</p>	<p>Erwärmung Zeitgefühl</p>	<p>Die TN bewegen sich durch den Raum. Der ÜL nennt eine Zeit z. B: 30 s Die TN sollen diese Zeit einschätzen und nach 30 s stehen bleiben. Danach geht es weiter mit der nächsten Ansage, z.B. 50 s. Die TN bewegen sich und bleiben stehen, wenn sie meinen, dass 50 s um wären. Variation: Der ÜL sagt Start, nimmt die Zeit und stoppt zu einem beliebigen Zeitpunkt die Uhr. Die TN sollen dann sagen wie lang dieser Zeitraum war.</p>	<p>Stoppuhr evtl. Musik</p>
<p>Übung: Buchstabensalat Zeit: 20 Minuten</p>	<p>Informationsverarbeitung Kreativität</p>	<p>Die Gruppe läuft durcheinander dabei trägt jeder 1-2 Buchstaben für alle erkennbar vor sich her. Die TN verschaffen sich im Gehen einen Überblick, welche Buchstaben vorhanden sind. Anschließend geht es darum, sich in Gruppen so zu formieren, dass ein sinnvolles Wort entsteht bei dem alle Buchstaben verwendet werden. Die gesamte Gruppe soll ständig in Bewegung sein, stehen bleiben sollte vermieden werden. Ebenso sollte sich nicht mit Worten verständigt werden, sondern nur mit Gestik und Mimik. Verschiedene Durchgänge: - so viele Wörter wie möglich bilden (Scrabble) - kurze Wörter bilden - möglichst lange Wörter bilden Nach jedem Durchgang werden die Buchstaben getauscht, so dass jeder TN andere Buchstaben trägt. Einige Buchstaben werden nach jedem Durchgang vom ÜL ganz ausgetauscht <u>Variation:</u> Statt Buchstaben Silben aufschreiben</p>	<p>Es werden Buchstaben auf Pappschildern vorbereitet. Jeder TN bekommt 1-2 Buchstaben</p>

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
<p>Übung: Kleiderstaffel Zeit: 20 Minuten</p>	<p>Üben von Alltagstätigkeiten Kooperation Koordination Dual-Tasking</p>	<p>Staffel-Spiel in Teams. Mehrere Gruppen mit jeweils ca. 4 TN. gleichstarke Gruppen bilden Die vorderen TN laufen auf Kommando los bis zu einem ca. 20m entfernten Kleiderhaufen. (Mütze, Jacke, Schal, etc.) Alle Kleidungsstücke werden angezogen und am Ausgangspunkt dem nächsten aus der Gruppe übergeben. Dies wird so lange durchgeführt, bis jeder TN ein- bis zweimal an der Reihe war. <i>Variation:</i> Laufen mit transportieren eines Bechers, hochspielen eines Luftballons oder durch ein Hindernisparcours</p>	<p>Verschiedene Kleidungsstücke Ggfs. Luftballons, Becher, Bälle</p>
<p>Übung: Bewegungskette Zeit: 10 Minuten</p>	<p>Merkfähigkeit</p>	<p>TN stehen im Raum verteilt mit Sicht auf den ÜL. Verschiedene Bewegungen werden nacheinander in einer bestimmten Reihenfolge vom ÜL vorgemacht. Die TN müssen diese Bewegungen in der gleichen Reihenfolge nachmachen. Es wird mit 2 aufeinander folgenden verschiedenen Bewegungen begonnen. z.B. 2x Hände klatschen, re Fuß nach vorn kicken. Dann 3 Bewegungen, z. B. 2 Schritte vor, Arme abwechselnd nach vorn boxen, Kniebeuge, usw.</p>	
<p>Stundenausklang Übung: Ying und Yang Zeit: 5 Minuten</p>	<p>Informationsverarbeitung Reaktion</p>	<p>TN stehen im Innenstirnkreis. Es wird reihum in schneller Abfolge das Wort YING oder YANG gerufen. Bei „YING“ legt der TN die rechte Hand unter das Kinn. So zeigen die Fingerspitzen auf den linken Nachbarn. Dort geht das Spiel nun weiter. Der nächste Spieler ruft entweder „YANG“ und legt die andere Hand auf den Kopf oder „YING“ und legt die rechte Hand unter das Kinn. Der TN auf den nun die Fingerspitzen zeigen setzt fort mit einem Fingerzeig auf einen anderen TN in der Runde. Dieser TN nennt nun wieder wahlweise „YING“ oder „YANG“ mit der dazugehörigen Bewegung. Der nächste nennt ebenso entweder „YING“ oder „YANG“, beim jeweils dritten erfolgt der Fingerzeig.</p>	

Tabelle E-7: Übungsstunde: Kombiniertes Training 80 Minuten

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
<p>Aufwärmen</p> <p>Übung: Koordinationslauf</p> <p>Zeit: 10 Minuten</p>	<p>Informationsverarbeitung</p> <p>Entkopplung</p>	<p>Es liegen zehn Seile parallel mit einem Abstand von 30-40 cm auf dem Boden. TN durchlaufen die Felder zwischen den Seilen, je nach Ansage des ÜL mit einem, zwei, drei oder vier Kontakten.</p> <p>Während des Durchlaufens sollen gleichförmige oder ungleichförmige Armbewegungen (z.B. eine Hand beschreibt Kreise vor dem Körper, während die andere Hand nach vorne und zurück bewegt wird; eine Hand reibt über den Bauch, während die andere Hand auf den Kopf tippt; ein Arm kreist vorwärts der andere Arm rückwärts, etc.) durchgeführt werden.</p>	<p>Seile</p>
<p>Gleichgewicht</p> <p>Zeit: 15 Minuten</p>	<p>Verbesserung des Gleichgewichts</p> <p>Statisch - reaktiv</p>	<p>TN stehen paarweise gegenüber; je TN 1 Stability-Trainer, pro Paar 1 Flexbar</p> <p><u>Paarweise:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. TN versuchen sich gegenseitig aus dem Gleichgewicht zu bringen: <ul style="list-style-type: none"> parallele Fußstellung Schrittstellung TN auf Stability-Trainer 2. Reachings mit Flexbar <p><u>Einzelübung:</u></p> <p>Einbeinstand, dabei versuchen die Arme zunächst nach vorne, dann nach oben zu nehmen</p>	<p>Stability-Trainer</p> <p>Flexbars</p>

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
<p>Übung: Bewegen nach Farben</p> <p>Zeit: ca. 10 Minuten</p>	<p>Merkfähigkeit</p> <p>Reaktion</p>	<p>Der ÜL weist verschiedenen Farbkarten verschiedene Bewegungen zu: Rot = re Bein; Grün = li Bein; Blau = re Arm heben; Gelb = li Arm heben</p> <p>Diese Zuordnung wird zunächst einige Male mit den TN langsam wiederholt. Dabei stehen die TN im Innenstirnkreis. Danach werden die Farbkarten in beliebiger Reihenfolge möglichst schnell vom ÜL gezeigt. Die Farbkarten sollten verdeckt gehalten werden, so dass nicht vorher schon erkannt wird, welche Farbkarte als nächstes gezeigt wird.</p> <p>Zuordnung der Karten ändern und die TN bewegen sich kreuz und quer durch den Raum</p>	<p>4 verschiedene Farbkarten (z.B. rot, blau, gelb, grün)</p>
<p>Kraft</p> <p>Zeit: 35 Minuten</p>	<p>Kräftigung der Muskulatur</p>	<p><u>Übungen mit dem Theraband</u></p> <p>Pro Übung 8-12 WH, 2 Sätze</p> <p><u>Arme/Schulter/Beine/Brust/Unterarme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Triceps: Mit beiden Füßen im Parallelstand auf dem TB stehen, leicht in die Knie gehen, Oberkörper ist stabil und leicht vorgebeugt, Ellenbogen nach hinten oben führen, Schultern unten lassen, Arme nahe am Körper nach oben bewegen. - Wadenheben 2 x 20 WH - TB um Rücken legen, beide Hände fassen die Enden vorn, Nähe der Achseln, gebeugte Arme, dann gegen den Widerstand Arme nach vorne ausstrecken - Kreuzheben mit TB - Ein Fuß auf TB, TB mit beiden Händen fassen und diagonal nach oben führen, Oberkörper dreht mit - Bicepscurls - Kniebeuge 	

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
		- TB um eine Hand wickeln, Handfläche zeigt nach oben, anderes Ende des TB mit Fuß fixieren, Oberarm am Oberkörper anliegend; Ober- und Unterarm bilden 90°-Winkel, andere Hand stützt den übenden Arm am Ellbogen, Hand Richtung Körper beugen, Arme im Wechsel beüben	
Übung: Ich sage „Schulter“ Zeit: 10 Minuten	Informationsverarbeitung	Die TN sollen alle „Befehle“ so befolgen, dass sie immer das tun, was der ÜL sagt, aber nicht was er tut. Sagt der ÜL z.B. „Schulter“ und fasst sich tatsächlich an die Schulter, so sollen sich alle TN an die Schulter fassen. Sagt er aber z.B. „Schulter“ und fasst sich aber an die Hüfte, so sollen sich alle TN an die Schulter fassen (und nicht an die Hüfte!). Je schneller die Anweisungen nacheinander kommen, desto schwieriger wird es. <u>Variation:</u> Die Aufgabestellung wird genau umgedreht. Es werden nicht nur Körperteile berührt, sondern Bewegungen ausgeführt. z.B. der ÜL sagt „Gehen“ und bleibt aber stehen	
Stundenausklang Übung: Fünf-Felder-Rücken Zeit: 5 Minuten	Wahrnehmung Merkfähigkeit Konzentration	Kleingruppen bilden à 5-6 TN. TN sin einer Reihe hintereinander. Der Rücken ist in fünf Felder unterteilt: 1. Schulterblatt rechts 2. Schulterblatt links 3. Rückenmitte 4. Unterer Rücken rechts 5. Unterer Rücken links Der Hinterste der Reihe schickt eine Kombination los (drücken mit der Hand auf die oben genannten Felder des Vordermanns) und überprüft, ob diese richtig bis an den Anfang der Reihe/ Gruppe gelangt.	

Focus/Übung	Ziel	Inhalt	Materialien
		Anfangen mit 3 Feldern. <u>Variation:</u> Die TN bewegen sich in der Reihe durch den Raum	

Tabelle E-8: Übungsstunde: Kombiniertes Training 80 Minuten

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
Aufwärmen Übung: Bodenkontakte Zeit: 7 –10 Minuten	Erwärmung Reaktionsfähigkeit Informationsverarbeitung	Die TN bewegen sich zu Musik im Raum; der ÜL nennt bei Musikstopp eine Zahl. Jeder TN soll so schnell wie möglich entsprechend der genannten Zahl, mit verschiedenen Körperteilen Kontakte zum Boden, Wand, Tisch oder Stuhl suchen. Jeder hat Finger, Hände, Füße, Ellbogen, Po, Knie, Kopf, Nase, mit denen er Kontakte herstellen kann. z.B. auf beiden Beinen stehen und eine flache Hand auf dem Tisch, Stuhl, Boden oder Wand = 3 Kontakte Wie oben, aber bei Musikstopp nennt der ÜL ein Wort. Die TN sollen paarweise zusammen so viele Bodenkontakte herstellen, wie das Wort Buchstaben hat. z.B. Berlin = 6; Sonnenuhr = 9	Musik
Gleichgewicht Zeit: 15 Minuten	Schulung statisches und dynamisches Gleichgewicht Reaktionsfähigkeit	Übung: Einfrieren TN laufen zu Musik frei im Raum. Bei Musikstopp „frieren“ die TN aus der freien Bewegung zu festen Figuren ein. Der ÜL gibt nach und nach einige Bewegungsformen vor, z.B. auf Zehenspitzen gehen, beim Gehen die Knie hochziehen, Arme nach oben boxen, Tandemgang, usw. Einbeinstand: pro Übung ca. 30 s, Beine im Wechsel mit Pausen - re/li - Standbein Kniebeuge - Standbein auf Zehenspitzen stellen - Spielbein führt einen Gewichtsball am Boden nach vorne/hinten/Seite/Achter/Kreise	Musik Gewichtsbälle
Kraft Zeit: 35 Minuten	Kräftigung der Muskulatur und Informationsverarbeitung durch Multitasking	<u>Kräftigungsübungen</u> Pro Übung 8-12 WH, 2 Sätze, dabei kognitive Zusatzaufgaben lösen <u>Beine/Rumpf/Arme</u> - Sit to stand, dabei von 256 in 7er Schritten rückwärts zählen - Im Stand Wadenheben, dabei von 360 in 4er Schritten rückwärts zählen	Therabänder Stühle

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
		<ul style="list-style-type: none"> - Dips am Stuhl, dabei den Namen vorwärts und rückwärts buchstabieren - Wanddrücken <p>Paarweise im Wechsel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beinabduktion und –adduktion mit Theraband im Stehen, dabei stellen die TN sich gegenseitig Fragen zum vergangenen Wochenende - Bauchmuskeln/Oberkörperstabilisation: TN stehen nebeneinander; TB mit ausgestreckten Armen vor dem Körper halten, beide Partner drehen zeitgleich den Oberkörper mit den Armen nach außen und langsam wieder zurück, dabei unterhalten sich die TN über das Tagesgeschehen - Rudern: TN stehen sich gegenüber; 1 TN hält das Theraband und der andere führt die Übung durch. Derjenige der hält befragt den der übt über Lieblingsmusik und –filme aus 	
<p>Übung: Kettenbildung Zeit: 10 Minuten</p>	<p>Merkfähigkeit</p>	<p>TN stehen im Innenstirnkreis: ÜL beginnt, indem er eine Bewegung ausführt, z.B. linkes Bein heben, der nächste TN der Runde macht diese Bewegung nach und hängt eine neue Bewegung dran, z.B. Arme nach oben heben. Der nächste macht die 2 vorherigen Bewegungen nach und hängt wiederum eine beliebige Bewegung dran, usw.</p> <p>TN bewegen sich durch den Raum und alle zuvor gezeigten Bewegungen werden nochmals in der Fortbewegung durchgeführt. ÜL gibt die Anweisungen</p>	
<p>Stundenausklang Übung: Geschichte vorlesen Zeit: 5 Minuten</p>	<p>Aufmerksamkeit Konzentration</p>	<p>Der ÜL liest ein frei ausgewählte Geschichte vor, in der bestimmte Wörter mit Bewegungen verbunden sind, z.B. bei „und“ müssen die TN aufstehen und sich wieder setzen; bei „dass“ dreimal in die Hände klatschen, etc.</p>	

Tabelle E-9: Übungsstunde: Kombiniertes Training 80 Minuten

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
Aufwärmen Übung: Bunte Luftballons Zeit: 5-7 Minuten	Erwärmung Kommunikation	Die TN bewegen sich durch den Raum. Verschieden farbige Luftballons sollen von den TN oben gehalten werden, dabei rote Luftballons nur mit der rechten Hand spielen und blaue nur mit der linken Hand spielen, etc.	Bunte Luftballons Musik
Übung: Einkaufszettel Zeit: 5 Minuten	Merkfähigkeit	Jeder TN erhält einen Zettel, auf dem jeder 8 verschiedene Lebensmittel notieren soll (Brot u Milch ausgenommen). Außerdem wird der Name des TN auf dem Zettel notiert. Der ÜL sammelt die Zettel ein. Nach dem Krafttraining bekommt jeder TN wieder einen Zettel. Nun soll jeder TN erneut die Lebensmittel aufschreiben, die er am Anfang der Stunde auf dem Zettel notiert hat. Der ÜL vergleicht die Zettel.	Für jeden TN 2 Zettel und einen Stift
Kraft- und Gleichgewicht Zeit: 45 Minuten	Schulung dynamisches Gleichgewicht und Stärkung der Muskulatur	Gemischtes Stationstraining 12 Stationen à 2x 60 s Belastung und 60 s Pause <ul style="list-style-type: none"> - Kniebeuge plus 2 Handexerciser kneten - Achter kreisen mit Bein um Flexbar - Beinheben im Sitzen oder Sit-Ups auf Matte - Frontheben (beide Arme) mit Gewichtsballen - Schwanken im engen Stand auf Stability Trainer - Treppen steigen auf Steps - Einbeinstand auf blauem Stability-Trainer - Kreuzziehen mit Theraband - Beinabduktion und –adduktion im Stehen mit Gewichtsmanschette - Einbeinstand und Ball mit dem Fuß kreisen - Theraband mit enggefassten Händen vor dem Körper bis unter das Kinn ziehen, Ellbogen nach außen - Tandemgang über Seil 	Handexerciser Flexbars Steps Therabänder Matten Stühle Stability-Trainer (blau) Gewichtsmanschetten Hanteln Gewichtsballen Seile

Focus	Ziel	Inhalt	Materialien
Übung: 2. Teil „Einkaufszettel“ Zeit: 5 Minuten	Merkfähigkeit	Die TN schreiben ihren Einkaufszettel nochmals aus dem Gedächtnis auf. ÜL vergleicht mit dem 1. Zettel (s.o.)	Stifte Zettel Einkaufszettel aus der 1. Runde (s.o.)
Übung: Fuchs und Hase Zeit: 5-7 Minuten	Informationsverarbeitung Inhibition Reaktion Umstellungsfähigkeit	2 TN stehen jeweils nebeneinander und mit den Armen ineinander gehakt. 1 TN wird als Fuchs und eine TN als Hase auserkoren. Der Fuchs versucht den Hasen zu fangen. Der Hase kann sich retten, indem er sich bei einem Paar einhakt. Dann muss sich der TN auf der anderen Seite des Paares lösen und wird zum Fuchs. Der vorherige TN muss schnell umschalten und wird zum gejagten Hasen.	
Übung: Buchstaben/Zahlensalat Zeit: 10 Minuten	Informationsverarbeitung Dual-Tasking	Die Gruppe wird in Kleingruppen à 4-5 TN aufgeteilt. Vor jeder Gruppe steht längs ein Parcours (z.B. eine Bank, 3 Stability Trainer, ein Seil) und am Ende hängt ein Plakat mit Wörtern/Zahlen an der Wand. Pro Gruppe läuft nun ein TN über den Parcours und bekommt während des Laufens eine Rechen- oder Buchstabier-Aufgabe gestellt (z.B. REDNUW; $13+4 \times 2=??$). An der Wand angekommen zeigt der TN die richtige Lösung, kehrt neben dem Parcours zur Gruppe zurück und der nächste TN beginnt. Als Staffelspiel durchführbar. TN als Helfer mit einbeziehen.	Bänke Seile Stability Trainer Plakat mit Lösungen
Stundenausklang Übung: Anweisungen folgen Zeit: 5 Minuten		Alle TN stehen in einer Reihe und schließen die Augen. ÜL nennt nun verschiedene Bewegungsanweisungen, wie zum Beispiel „2 Schritte zurück treten oder sich um 90° drehen“, welche jeder TN ausführen soll. ÜL gibt ein Zeichen, wann die Augen geöffnet werden können und jeder TN überprüft seine Position. Anfangs einfache und kurze (2) Anweisungen, die dann nach und nach komplexer werden.	

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich wiedergegebene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitat kenntlich gemacht.

Hattersheim, den 25.06.2014



(Unterschrift)